



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
CURSO DE DESIGN DE PRODUTO**

JÉSSICA DO CANTO PUREZA

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL:
ALERTAS PARA CRIANÇAS SURDAS**

**PORTO ALEGRE
2017**

JÉSSICA DO CANTO PUREZA

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL:
ALERTAS PARA CRIANÇAS SURDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao Curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como quesito para a obtenção do título de Designer de Produto.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gabriela Trindade Perry

PORTO ALEGRE

2017

JÉSSICA DO CANTO PUREZA

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL:
ALERTAS PARA CRIANÇAS SURDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao Curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como quesito para a obtenção do título de Designer de Produto.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gabriela Trindade Perry

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

Me. Henrique Benedetto Neto

Me. Gabriel Barbieri

AGRADECIMENTOS

Agradeço a professora Gabriela Perry por me orientar e auxiliar imensamente durante a realização deste projeto. Também agradeço os professores Nelson Goettert, Carina Rebello e Nilza Quixaba por dividirem comigo seus conhecimentos e vivências dentro da comunidade surda.

Muito obrigada aos engenheiros eletricitas Anderson Silva, Matheus Araújo, Gabriel Kinást e Rafael Dalazen que contribuíram com seus conhecimentos para a execução de testes e protótipos envolvendo programação. Também agradeço aos colegas e funcionários da Faculdade de Arquitetura Aline Kauffmann, Camila Civardi, Maria Victória, Gabriel Kley, Mimi Kuo, Osmário e Roberto por me auxiliarem na execução de protótipos.

Finalmente, agradeço a minha mãe, Ivoniza Puresa do Canto, por ter me auxiliando durante todo o período que passei no curso de *Design* de Produto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de dispositivos de alerta para automatizar residências, visando alertar crianças surdas. O trabalho, que tem enfoque no *design* universal, busca soluções para diminuir a dependência dessas crianças durante a realização de atividades cotidianas dentro de suas residências. Além do *design* universal, o trabalho também tem enfoque no movimento *maker*, explorando a concepção de um produto que possa ser parcialmente consertado pelo próprio usuário. Para atingir o objetivo proposto, o trabalho foi dividido em quatro etapas: planejamento de projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto preliminar. A primeira fase do trabalho, que tem sua conclusão no projeto informacional, apresenta referenciais teóricos e informações sobre a comunidade surda, *design* universal, tecnologia assistiva e automação residencial, resultando na identificação do problema de projeto, identificação do público-alvo e delimitação dos requisitos de projeto. A segunda fase do trabalho apresenta o desenvolvimento do produto proposto a partir das informações obtidas na primeira fase do trabalho. Durante a segunda fase foram desenvolvidos painéis conceituais e semânticos, *sketches*, *mockups* e representações tridimensionais, resultando em um produto destinado à automatização de residências com foco no público surdo infantil.

Palavras-chave: Automação residencial. Tecnologia assistiva. Surdos. Crianças.

ABSTRACT

This work aims to develop alert devices for home automation to alert deaf children. This work, which focuses on assistive technology, pursue solutions to reduce deaf children's dependence during the execution of daily activities within their homes. In addition to assistive technology, this work also focuses on the Maker Movement, exploring the design of a product that can be partially repaired by its own user. To achieve the proposed goal, this work was divided into four stages: project planning, informational project, conceptual Project and preliminary project. The first phase of this work, which has its conclusion in the informational project, presents theoretical references and information about the deaf community, universal design, assistive technology and home automation, resulting in the design problem recognition, target audience identification and project requirements delimitation. The second phase presents the development of the proposed product using the information obtained in the first phase of the work. During the second phase of this work, conceptual and semantic panels, sketches, mockups and tridimensional representations were developed, resulting in a product aimed for home automation focusing on children with no hearing capacity.

Keywords: Home automation. Assistive technology. Deaf. Children.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas de uma rede de automação residencial	29
Figura 2 - Arquitetura de uma rede de automação residencial	31
Figura 3 - <i>Arduino Uno</i> e <i>Raspberry Pi</i>	34
Figura 4 - Módulo <i>Ethernet</i> e <i>NodeMcu</i>	35
Figura 5 - Módulo <i>ESP8266-07</i>	36
Figura 6 - Carla e Robson	63
Figura 7 - Mapa conceitual	66
Figura 8 - Painel de conceito	68
Figura 9 - Painel do público-alvo	69
Figura 10 - Painel visual do produto	70
Figura 11 - Geração de alternativas para o painel de alerta	71
Figura 12 - Geração de alternativas para o painel de alerta	72
Figura 13 - Geração de alternativas para o painel de alerta	73
Figura 14 - Geração de alternativas para o <i>wearable</i> de alerta	74
Figura 15 - Geração de alternativas para o <i>wearable</i> de alerta	75
Figura 16 - Geração de alternativas para o <i>wearable</i> de chamado	76
Figura 17 - Geração de alternativas para o <i>wearable</i> de chamado	77
Figura 18 - Geração de alternativas para o detector de presença	78
Figura 19 - Geração de alternativas para o detector de presença	79
Figura 20 - Geração de alternativas para o detector de presença	80
Figura 21 - Geração de alternativas para o detector sonoro	81
Figura 22 - Geração de alternativas para o detector sonoro	82
Figura 23 - Alternativas selecionadas para desenvolvimento	84
Figura 24 - Alternativas do <i>wearable</i> de chamado que podem ser compreendidos por pais ouvintes e surdos	85
Figura 25 - <i>Wearable</i> de alerta	86
Figura 26 - Ícones iniciais a serem exibidos no <i>display</i> do painel de alerta	87
Figura 27 - Opções de ícones representando detecção de incêndio	88
Figura 28 - Opções de ícones representando o acionamento de um alarme	88
Figura 29 - Opções de ícones representando a presença de uma pessoa na porta de casa	89

Figura 30 - Opções de ícones representando a presença de uma pessoa dentro da casa do usuário	89
Figura 31 – Ícones a serem exibidos no <i>display</i> do painel de alerta	90
Figura 26 – Ícone que representa ausência de conexão <i>Wi-Fi</i> na casa do usuário ..	91
Figura 27 – Ícones ajustados para serem exibidos no <i>display OLED 0,96"</i>	92
Figura 28 - Prototipagem dos ícones em um <i>display OLED</i>	92
Figura 29 – Telas do relógio do <i>wearable</i> de alerta	93
Figura 30 - Prototipagem das telas do relógio em um <i>display OLED</i>	93
Figura 31 - Modelo físico exploratório do painel de alerta	94
Figura 38 - Configuração dos componentes internos do painel de alerta	95
Figura 39 – Vistas frontal (a), lateral esquerda (b) e superior (c) da carenagem do painel de alerta.....	96
Figura 40 – Vistas posterior(b), lateral direita (c) e inferior (a) da carenagem do painel de alerta.....	97
Figura 41 – Inserção do cartão <i>MicroSD</i> no painel de alerta	97
Figura 42 – Abertura parcial do produto para a substituição da bateria	98
Figura 43 - Configuração dos componentes internos do <i>wearable</i> de alerta	99
Figura 44 – Vista lateral direita (a), frontal (b) e lateral esquerda (c) da carenagem do <i>wearable</i> de alerta.....	100
Figura 45 - Funções dos botões do <i>wearable</i> de alerta	101
Figura 46 – Entrada <i>Micro USB</i> do <i>wearable</i> de alerta	101
Figura 47 - Configuração dos componentes internos do <i>wearable</i> de chamado.....	103
Figura 48 - Vista lateral direita (a), frontal (b) e lateral esquerda (c) da carenagem do <i>wearable</i> de chamado	103
Figura 49 - Modelo físico exploratório do detector de presença.....	105
Figura 50 - Configuração dos componentes internos do detector de presença	106
Figura 51 – Vista frontal (a), lateral esquerda (b), posterior (c) e superior (d) da carenagem do painel de alerta	106
Figura 52 - Inserção do cartão <i>MicroSD</i> no detector de presença	107
Figura 53 – Abertura parcial do produto para a substituição da bateria	108
Figura 54: Modelo físico exploratório do detector de presença	109
Figura 55 - Configuração dos componentes internos do detector sonoro	110

Figura 56 - Vista frontal (a), lateral esquerda (b), posterior (c) e superior (d) da carenagem do detector sonoro.....	111
Figura 57 – Teste utilizando o módulo <i>ESP8266-07</i>	114
Figura 58 – Circuito sendo transferido para uma placa de fenolite por meio de calor	115
Figura 59 – Placa de fenolite com circuito impresso sendo corroída pelo percloroeto de ferro	115
Figura 60 – Placa de fenolite com circuito impresso em cobre	116
Figura 61 – Placas de circuito impresso.....	117
Figura 62 – Impressão em <i>PLA</i> da carenagem frontal do alarme sonoro	117
Figura 63 – Processo de acabamento das carenagens	118
Figura 64 – Carenagens pintadas e montadas.....	118
Figura 65 – Painel de alerta ambientado com cores primárias aplicadas.	128
Figura 66 – <i>Wearable</i> de alerta nas cores primárias.....	128
Figura 67 – <i>Wearable</i> de chamado nas cores primárias.	129
Figura 68 – Detector de presença ambientado com cores primárias aplicadas.	129
Figura 69 – Detector sonoro ambientado com cores primárias aplicadas.....	130
Figura 70 – Componentes do circuito.....	144
Figura 71 – Circuito do painel de alerta.....	145

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis do desenvolvimento cognitivo infantil	20
Quadro 2 - Classificação dos diferentes graus de perda auditiva	24
Quadro 3 - Apresentação das necessidades e requisitos do usuário	45
Quadro 4 - Apresentação das necessidades e requisitos do projeto	47
Quadro 5 - Análise do alarme de campainha da linha <i>Visit Smart Home</i>	49
Quadro 6 - Análise do alarme de telefone da linha <i>Visit Smart Home</i>	50
Quadro 7 - Análise do sensor de celular da linha <i>Visit Smart Home</i>	51
Quadro 8 - Análise da babá eletrônica da linha <i>Visit Smart Home</i>	52
Quadro 9 - Análise do alarme de incêndio da linha <i>Visit Smart Home</i>	53
Quadro 10 - Análise do alarme de pulso da linha <i>Visit Smart Home</i>	54
Quadro 11 - Análise do <i>pager</i> da linha <i>Visit Smart Home</i>	55
Quadro 12 - Análise do relógio despertador da linha <i>Visit Smart Home</i>	56
Quadro 13 - Análise do alarme luminoso da linha <i>Visit Smart Home</i>	57
Quadro 14 - Análise do alarme de incêndio da linha <i>Home Aware</i>	58
Quadro 15 - Análise da campainha da linha <i>Home Aware</i>	59
Quadro 16 - Análise do alarme de telefone da linha <i>Home Aware</i>	60
Quadro 17 - Análise da central de alerta da linha <i>Home Aware</i>	61
Quadro 18 - Critérios de seleção das alternativas geradas.....	83
Quadro 19 - Componentes do painel de alerta e suas funções.....	94
Quadro 20 - Componentes do painel de alerta e suas funções.....	99
Quadro 21 - Componentes do <i>wearable</i> de chamado e suas funções	102
Quadro 22 - Componentes do detector de presença	105
Quadro 23 - Componentes do detector de presença	109
Quadro 24 – Funções e comunicação entre os produtos	112

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
1.3	PROBLEMA DE PROJETO.....	18
1.4	OBJETIVOS	18
1.4.1	Objetivo geral	18
1.4.2	Objetivos específicos	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	DESENVOLVIMENTO COGNITIVO INFANTIL.....	19
2.2	O SURDO E SUAS IDENTIDADES.....	22
2.2.1	Identidade surda	22
2.2.2	Identidade surda híbrida	23
2.2.3	Identidade surda de transição	23
2.2.4	Identidade surda incompleta	23
2.2.5	Identidade surda flutuante	24
2.3	GRAUS DE PERDA AUDITIVA	24
2.4	<i>DESIGN</i> UNIVERSAL.....	25
2.5	TECNOLOGIA ASSISTIVA (TA).....	27
2.6	AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.....	29
2.6.1	Componentes e funcionamento de uma rede de automação residencial	30
2.6.2	Meios de transmissão da linha de sinal em uma rede de automação residencial	31
2.6.3	<i>Retrofit</i>	32
2.7	PROTOTIPAGEM COM ARDUINO E SIMILARES.....	33
3	PLANEJAMENTO DE PROJETO	36

3.1	ESCOPO DO PRODUTO	36
3.2	ESCOPO DO PROJETO	36
3.2.1	Metodologia de projeto	37
4	PROJETO INFORMACIONAL	39
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS USUÁRIOS.....	39
4.1.1	Entrevistas	39
4.1.2	Investigação contextual	43
4.1.3	Delimitação do público-alvo	44
4.2	NECESSIDADES E REQUISITOS DO USUÁRIO.....	45
4.3	CONVERSÃO DOS REQUISITOS DO USUÁRIO EM REQUISITOS DE PROJETO.....	46
4.4	ANÁLISE DE PRODUTOS SIMILARES	48
4.4.1	Bellman & Symfon	48
4.4.2	Sonic Alert	58
4.4.3	Considerações sobre os produtos similares	62
5	PROJETO CONCEITUAL	62
5.1	PERSONAS E CENÁRIOS.....	63
5.1.1	Carla	63
5.1.2	Robson	64
5.2	MAPA CONCEITUAL	64
5.3	PAINÉIS SEMÂNTICOS.....	67
5.3.1	Painel de conceito	68
5.3.2	Painel do público-alvo	68
5.3.3	Painel visual do produto	69
5.4	GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	70
5.4.1	Painel de alerta	71
5.4.2	Wearable de alerta	74

5.4.3	Wearable de chamado	75
5.4.4	Detector de presença	77
5.4.5	Detector sonoro	80
5.5	SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	82
6	PROJETO PRELIMINAR	86
6.1	DESENVOLVIMENTO DE ICONOGRAFIA PARA O PAINEL E <i>WEARABLE</i> DE ALERTA.....	87
6.2	DESENVOLVIMENTO DO <i>LAYOUT</i> PAINEL DE ALERTA.....	93
6.3	DESENVOLVIMENTO DO <i>LAYOUT</i> DO <i>WEARABLE</i> DE ALERTA.....	98
6.4	DESENVOLVIMENTO DO <i>LAYOUT</i> DO <i>WEARABLE</i> DE CHAMADO.....	102
6.5	DESENVOLVIMENTO DO <i>LAYOUT</i> DO DETECTOR DE PRESENÇA.....	104
6.6	DESENVOLVIMENTO DO <i>LAYOUT</i> DO DETECTOR SONORO.....	108
6.7	COMUNICAÇÃO ENTRE OS PRODUTOS.....	112
6.8	PROTOTIPAGEM.....	113
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
	REFERÊNCIAS	120
	APÊNDICE A – REPRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS NAS CORES PRIMÁRIAS	128
	APÊNDICE B – DESENHO TÉCNICO DOS PRODUTOS E SEUS COMPONENTES	131
	APÊNDICE C – CIRCUITO DO PAINEL DE ALERTA	144

1 INTRODUÇÃO

Cerca de um bilhão de pessoas (aproximadamente 15% da população mundial) vive com algum tipo de deficiência que as torna dependentes (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). Em relação à audição, a *World Health Organization* (2011) declara que aproximadamente 360 milhões de pessoas no mundo possuem perda auditiva entre níveis moderados e profundos, mas que a produção de aparelhos auditivos alcança apenas 10% da necessidade global e 3% das necessidades de países desenvolvidos. Nos casos destes aparelhos, ainda é preciso ponderar que eles não resolvem completamente os problemas causados pela ausência da audição e que, para muitos surdos que militam pelo seu reconhecimento, a atenuação da surdez e a imposição da normalidade por meio de aparelhos auditivos não os interessa, pois eles não se consideram pessoas a serem corrigidas (REZENDE, 2010), e porque a utilização de aparelhos auditivos e implantes cocleares nem sempre são uma opção apropriada para diminuir as limitações oriundas da surdez, visto que esses aparelhos não são capazes de atenuar a surdez severa ou profunda (HEARING LOSS ASSOCIATION OF AMERICA, 2009).

Para essas 360 milhões de pessoas com perda auditiva, que em sua maioria não têm acesso a aparelhos auditivos (WHO, 2011), ações consideradas corriqueiras pela população ouvinte - como acordar ao ouvir o relógio despertador, ou atender a porta para receber visitas - não são facilmente desempenhadas, visto que suas casas são projetadas de forma que considera pessoas ouvintes como padrão, havendo a necessidade de adaptações que atendam o seu diferente estilo de vida. Essa situação é agravada em crianças surdas, que em sua maioria são filhas de ouvintes (GUARINELLO e LACERDA, 2007) e crescem em ambientes que não foram concebidos para pessoas sem audição.

De acordo com Lupton (2014), a arquitetura tem apresentado uma tendência de uniformizar espaços, dimensões, pessoas e vidas, ao invés de explorar novas possibilidades derivadas das variações culturais, pessoais, fisiológicas e morfológicas dos seres humanos. Esta tendência pode ser um resultado de pressões econômicas que atuam no sentido de redução de custos, mesmo que não exista um corpo humano padrão que possa representar as características e experiências derivadas das mais diversas variações da população (MORAES, 1994). Consequentemente, as ações

padronizadoras da arquitetura, e também do *design*, acabam por agravar as dificuldades enfrentadas por crianças surdas em suas próprias casas.

Uma das formas de se contrapor à padronização de espaços físicos e produtos, que agravam as dificuldades de pessoas com necessidades especiais é por meio do *design* universal que, segundo o Decreto Nº 5.296 (BRASIL, 2004), visa atender todas as pessoas, afinal, os seres humanos são distintos sensorial e antropometricamente. Esse entendimento se dá por meio da criação de espaços físicos, produtos e soluções que prezam a acessibilidade, tendo como objetivo projetar para todos.

Uma maneira de criar espaços físicos e soluções que prezam pela acessibilidade é por meio da automação residencial, também conhecida como domótica, em conjunto com a tecnologia assistiva. Conforme relata Prudente (2011), *domótica* é o termo utilizado para nomear a automação residencial, que tem como significado “casa automática”. “Por meio da *domótica*, é possível deixar o habitar cotidiano mais acolhedor e agradável para quem lá vive.” (PRUDENTE, 2011), permitindo que atividades diárias sejam realizadas com maior facilidade e autonomia. Com o intuito de melhorar a qualidade de vida de crianças surdas e promover sua autonomia dentro de casa, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um projeto de produto para automação residencial com foco em crianças surdas.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No Brasil, dados do Censo de 2010 (IBGE, 2010) indicaram que há mais de 2 milhões de pessoas com surdez severa no País (incluindo adultos e crianças) e, segundo Guarinello e Lacerda (2007), cerca de 94% dessas pessoas são filhas de pais ouvintes que desconhecem a surdez. Esses pais ouvintes geralmente sentem-se abalados ao descobrirem que têm um filho surdo e apresentam dificuldades durante sua criação, pois as culturas e os valores familiares que foram traçados para o futuro deste filho, baseados na cultura ouvinte, têm que ser modificados e a parentalidade tem que ser ressignificada (GUARINELLO *et al.*, 2013) porque as vivências de uma criança surda diferem das vivências de uma criança ouvinte considerada padrão.

Em função de sua limitação auditiva, o surdo enfrenta diversas dificuldades no dia a dia. A audição é um sentido indispensável para a segurança do ser humano e,

na vida cotidiana, as pessoas surdas geralmente não conseguem responder a estímulos como campainhas tocando, carros buzinando ou chamados, fazendo com que acidentes domésticos sejam comuns (BRAG et al., 2016). As limitações auditivas são classificadas em diferentes graus de severidade, que segundo o Sistema de Conselhos Federal e Regionais de Fonoaudiologia (2013) são:

- a) perda auditiva leve, que é caracterizada pela dificuldade de compreensão de sons fracos ou distantes;
- b) perda auditiva moderada, que é caracterizada pela dificuldade para compreender fala em nível de conversação;
- c) perda auditiva severa, que é caracterizada pela dificuldade de compreensão de fala intensa e entendimento apenas de sons amplificados;
- d) perda auditiva profunda, onde não compreende-se nem sons amplificados.

Já se sabe que os surdos enfrentam diversas limitações em suas vidas e todas essas limitações são intensificadas por produtos mal projetados (LUPTON, 2014). Uma forma de reduzir essas limitações é por meio do *design* universal. Segundo Lupton (2014), o *design* universal se propõe a criar produtos, espaços físicos e meios de comunicação acessíveis aos mais diversos tipos de pessoas, incluindo aquelas com diferenças físicas, sensoriais e cognitivas, diversificando produtos, lugares e experiências de vida. Além do *design* universal, os produtos de tecnologia assistiva também são recursos que desenvolvem a cognição e a autonomia das pessoas, tendo o seu foco voltado para pessoas com algum tipo de deficiência. A tecnologia assistiva é o conjunto de recursos e serviços que ampliam as habilidades de pessoas com deficiência¹, aumentando sua independência e promovendo sua inclusão na sociedade (SARTORETTO e BERSCH, 2010).

Uma das formas de aplicar a tecnologia assistiva na casa de pessoas surdas é por meio da *domótica* assistiva, que consiste na melhoria da qualidade de vida de pessoas com algum tipo de deficiência fazendo uso da automação residencial. A automação residencial surgiu em 1980 e sua principal função era controlar a iluminação, as condições climáticas e a segurança em edifícios. Atualmente a automação residencial continua sendo utilizada para controlar utilidades domésticas,

¹ O decreto Nº 6.949, de 25 de agosto de 2009, que promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, refere-se ao termo "pessoas com deficiência". Sendo assim, esta será a forma que será usada neste trabalho.

buscando proporcionar qualidade de vida, conforto e segurança para os moradores de uma casa automatizada (ANGEL e FRAIGI, 1993).

A automação residencial tem um grande potencial de crescimento global: o valor estimado do mercado para o ano de 2014 foi de \$5,77 bilhões e deve atingir o valor de \$12,81 bilhões em 2020 (AURESIDE, 2015). A Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (2015), afirma que os fatores que estão estimulando o crescimento do mercado de automação residencial são: a utilização constante de dispositivos móveis para operar diversas tarefas cotidianas; a retomada dos negócios imobiliários que entendem a automação residencial como um diferencial na venda de novas casas; aumento da praticidade no interior da casa; busca pela eficiência energética de produtos eletrônicos; e melhorias tecnológicas que aprimoram constantemente o mercado de automação residencial.

1.2 JUSTIFICATIVA

Uma grande parcela de pais ouvintes de crianças surdas desconhece as diferentes abordagens de educação e atendimento que podem ser aplicadas durante o desenvolvimento de seus filhos (GUARINELLO *et al.*, 2013). Na maioria dos casos, os pais ouvintes preocupam-se em superproteger o seu filho surdo do mundo externo dando-lhe afeto e desempenhando atividades que poderiam ser realizadas pela própria criança, o que faz com ela se torne dependente e não consiga ter uma vida autônoma durante a fase adulta. Para evitar que isso aconteça, a família ouvinte precisa receber informações que a auxiliem a compreender o que é a surdez e como o seu filho pode ser inserido na sociedade e ter uma vida autônoma por meio de ações que podem ser desempenhadas durante a sua infância (GUARINELLO *et al.*, 2013).

A preparação e o conhecimento dos pais ouvintes com relação aos seus filhos surdos exercem impactos positivos em suas vidas. Crianças surdas que recebem incentivo e são encorajadas por seus familiares a realizarem atividades cotidianas de forma autônoma conseguem ampliar sua capacidade cognitiva, desenvolvendo-se da mesma maneira que as crianças ouvintes da mesma idade (GUARINELLO e LACERDA, 2007).

A utilização de recursos tecnológicos é uma das maneiras de gerar melhorias significativas no processo de aprendizagem, desenvolvimento da cognição e inclusão social dos surdos (COSTA, 2011). Dados de uma pesquisa sobre os impactos que a tecnologia pode trazer na vida de crianças surdas, realizada pela Sociedade Nacional de Crianças Surdas do Reino Unido (2012), mostraram que, de 48 pais entrevistados, 27 afirmaram que a utilização de um relógio despertador com alarme vibratório pelos seus filhos surdos ajudou a aumentar a independência das crianças, que passaram a acordar sozinhas. A pesquisa também revelou que a automatização da campainha de casa, por meio da utilização de alarmes luminosos, ensinou as crianças surdas a associarem *flashes* de luz com visitantes na porta, além de ajudá-las a aumentar sua autoconfiança e preveni-las de se assustarem com visitas inesperadas.

Apesar de a utilização de recursos tecnológicos exercerem melhorias na vida de crianças surdas, recursos de tecnologia assistiva voltados para surdos são escassos no Brasil (RODRIGUES e ALVES, 2013). Um dos possíveis motivos para tal, é a valorização e reconhecimento tardio dos surdos pela sociedade brasileira, o que ocorreu poucos anos após a LIBRAS ser reconhecida como meio legal de comunicação no País em 2002 (BRASIL, 2002). O fato de a audição ser um sentido bastante sutil e fácil de ser abstraído sensorialmente pelos ouvintes faz com que eles esqueçam o quanto o som é importante para ajudar as pessoas a se situarem em diferentes espaços físicos (SILVA, 2009). Como consequência da ausência de recursos tecnológicos voltadas para surdos no Brasil, muitos produtos precisam ser importados, o que gera altos custos ao usuário oriundos do produto e de sua importação.

Levando em consideração a falta de preparação e conhecimento dos pais ouvintes com relação aos seus filhos surdos, a necessidade de tecnologia assistiva voltadas para auxiliar crianças surdas a desenvolverem sua autonomia dentro de casa e a carência de produtos tecnológicos projetados para melhorar a qualidade de vida de pessoas surdas no Brasil, percebe-se que há uma lacuna para a criação de produtos brasileiros voltadas para o desenvolvimento e autonomia de crianças surdas dentro de suas casas.

1.3 PROBLEMA DE PROJETO

O problema de projeto a ser solucionado consiste na ausência de um produto brasileiro para adaptar a residência de crianças surdas e estimular a sua independência dentro de casa. Esse produto faz-se necessário porque a carência de estímulos que possam ser compreendidos pelas crianças surdas interfere diretamente em sua evolução no decorrer da vida (FERNANDES, 1989).

1.4 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos do presente trabalho, que estão segmentados entre objetivo geral e objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo geral

Desenvolver dispositivos de alerta para automatizar residências, visando oferecer maior autonomia, praticidade e confiança na vida cotidiana das crianças surdas.

1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- a) identificar as dificuldades encontradas por crianças surdas dentro de suas moradias;
- b) investigar as diferentes adaptações e produtos de alerta utilizados por surdos em suas moradias;
- c) analisar os produtos projetados para alertar surdos em ambientes fechados;
- d) identificar necessidades e restrições de crianças surdas e do espaço físico onde elas vivem;

- e) propor alternativas de produtos que auxiliem as crianças surdas dentro de suas moradias.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica apresenta uma pesquisa bibliográfica que aborda os assuntos relacionados ao projeto, que são: desenvolvimento cognitivo infantil, identidades surdas, os diferentes graus de perda auditiva, *design* universal, tecnologia assistiva, automação residencial e prototipagem com *Arduino* e similares.

O desenvolvimento cognitivo infantil é um tema relevante pois evidencia as diferenças no desenvolvimento cognitivo de crianças surdas e ouvintes, sendo essas informações imprescindíveis para a elaboração do projeto de produto.

O tema “identidades surdas” (e como elas interferem na vida de uma pessoa surda), é relevante para prever a forma como surdos de diferentes identidades conceberiam e utilizariam um produto de tecnologia assistiva para automatizar a sua casa. Este assunto é importante para a delimitação do público-alvo, pois entender que existem diferentes formas de um surdo se identificar como membro da sociedade (e que isso reflete em um posicionamento político) auxilia a compreender o público-alvo.

De forma semelhante, estar ciente dos diferentes graus de perda auditiva, que interferem na capacidade de percepção de sons em um determinado espaço físico também auxilia a compreender as necessidades do público-alvo.

Já o *design* universal (que tem como objetivo apresentar seus princípios e como eles podem ser aplicados em projetos de produtos que atendam pessoas diversas), a tecnologia assistiva, a automação residencial e a prototipagem com *Arduino* e similares, têm por objetivo delimitar o escopo do projeto, pois são categorias em que o presente projeto se enquadra.

2.1 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO INFANTIL

Durante seu desenvolvimento, as crianças passam por diferentes processos cognitivos que podem ser segmentados em diferentes níveis. Piaget (1990) segmenta

esses processos em 6 diferentes níveis: sensório-motor, primeiro nível do pensamento pré-operatório, segundo nível pré-operatório, primeiro nível do estágio das operações “concretas”, segundo nível das operações concretas e operações formais, como é descrito no quadro 1.

Quadro 1 - Níveis do desenvolvimento cognitivo infantil (continua)

NÍVEL COGNITIVO	CARACTERÍSTICAS
<p>Sensório-motor (dos 0 aos 2 anos)</p>	<p>Durante o nível sensório-motor o bebê não tem consciência do seu próprio eu e não consegue perceber que existe uma fronteira entre o seu mundo interior e o universo externo (PIAGET, 1990). Apesar de não ter consciência do seu próprio eu durante o nível sensório-motor, “o bebê relaciona tudo a seu próprio corpo como se fosse o centro do mundo, mas um centro que se ignora” (PIAGET, 1990. p.9) e o seu vínculo com o mundo externo é construído por meio de ações físicas. Entre o décimo oitavo e vigésimo quarto mês de vida o bebê começa a ter consciência do próprio corpo e reconhecer-se como fonte de seus próprios movimentos (PIAGET, 1990).</p>
<p>1° nível do pensamento pré-operatório (dos 2 aos 4 anos)</p>	<p>Durante este estágio a linguagem, as imagens mentais e os símbolos passam a ser desenvolvidas pela criança, mas “[...] a tomada de consciência da ação é sempre parcial” (PIAGET, 1990. p.16). A criança adquire a capacidade de dedução e começa a indagar o “por que” das coisas. Apesar desse estágio ser caracterizado pelo desenvolvimento verbal, a comunicação oral não é o único fator responsável pelo desenvolvimento da criança, visto que as crianças surdas, mesmo quando têm um desenvolvimento mais lento por não receberem estímulos sonoros do mundo externo, conseguem apresentar um desenvolvimento cognitivo semelhante ao das crianças ouvintes (PIAGET, 1990). A função semiótica é o principal fator que estimula o desenvolvimento cognitivo das crianças nesse nível (PIAGET, 1990).</p>
<p>2° nível pré-operatório (dos 5 aos 6 anos)</p>	<p>Durante esse estágio as crianças apresentam comportamento egocêntrico e também conseguem diferenciar o indivíduo da classe (PIAGET, 1990).</p>

Quadro 1 - Níveis do desenvolvimento cognitivo infantil (conclusão)

1° nível do estágio das operações “concretas” (dos 7 aos 8 anos)	Durante esse estágio há um declínio do egocentrismo, que passa a ser substituído pelo pensamento operatório. O raciocínio lógico começa a ser desenvolvido e a criança torna-se capaz de ordenar e classificar as coisas (PIAGET, 1990).
2° nível das operações concretas (dos 8 aos 9 anos)	Esse é o estágio “[...]em que se atinge o equilíbrio geral das operações ‘concretas’, além das formas parciais já equilibradas desde o primeiro nível” (PIAGET, 1990. p.39).
1° nível do estágio das operações “concretas” (dos 7 aos 8 anos)	Segundo Piaget (1990), durante esse estágio as crianças são capazes de raciocinar logicamente e pensar em hipóteses.

Fonte: Piaget (1990)

Esta segmentação dos processos cognitivos apresentados por Piaget (1990) considera crianças ouvintes e, apesar de as crianças surdas terem as mesmas capacidades cognitivas de uma criança ouvinte, os surdos podem apresentar um atraso intelectual que varia de dois a cinco anos (FERNANDES, 1989). Isso ocorre porque a ausência da audição as priva de desenvolverem operações mentais e receberem estímulos que envolvam a audição e a fala oral. Como sua capacidade sensorial não é completa em decorrência da ausência da audição, a recepção de informações do ambiente externo também é incompleta, fazendo com que os processos psicológicos e o desenvolvimento cognitivo dos surdos sejam mais lentos (FERNANDES, 1989). De acordo com Fernandes (1989), o raciocínio lógico, a simbolização, a habilidade de fazer cálculos e classificar, são processos mentais afetados pela surdez por apresentarem funções de caráter simbólico-verbais, sendo efetivamente desenvolvidos apenas com o auxílio de ensino voltado para pessoas surdas. Apesar das dificuldades de desenvolvimento cognitivo em função da surdez, a visão apresenta um papel crucial no desenvolvimento das crianças surdas. Segundo Fernandes (1989), os surdos conseguem desenvolver a memória e receber estímulos

do ambiente externo por meio da visão da mesma maneira que um ouvinte o faz por meio da comunicação verbal.

A família da criança surda também interfere diretamente no seu desenvolvimento. Segundo Perello e Tortosa (1978, apud FERNANDES, 1989) é comum que pais não preparados para educar uma criança surda cometam erros durante sua educação, tanto de superproteção como de falta de atenção, o que pode prejudicar o desenvolvimento da criança. Além disso, a falta de comunicação entre o filho surdo e os pais ouvintes nos primeiros anos de vida da criança pode trazer diversos problemas na construção de sua identidade (ALLPORT, 1966, apud FERNANDES, 1989). Skliar (2001) afirma que os surdos podem se identificar com diferentes identidades no decorrer de suas vidas, identidades estas que são descritas na seção seguinte.

2.2 O SURDO E SUAS IDENTIDADES

Segundo Skliar (2001), existem pessoas surdas com diferentes características, cujas identidades podem ser divididas em cinco categorias: identidade surda, identidade surda híbrida, identidade surda de transição, identidade incompleta e identidade surda flutuante. Estas identidades são detalhadas a seguir.

2.2.1 Identidade surda

A identidade surda está fortemente focada nas problemáticas do surdo, sendo ela um resultado da conscientização do indivíduo surdo sobre suas diferenças e necessidades. Por meio do uso exclusivo da experiência e comunicação visual, sem nenhuma interferência do ouvintismo (representação dos ouvintes sobre os surdos) ou oralismo (institucionalização do ouvintismo), esta identidade cria uma cultura própria, fortemente visual. A identidade surda é construída e fortalecida por meio da constante interação entre os indivíduos surdos e está presente nas vidas de surdos filhos de pais surdos, sendo a identidade de maior destaque na militância pela causa surda (SKLIAR, 2001).

2.2.2 Identidade surda híbrida

A identidade surda híbrida representa surdos que nasceram ouvintes e perderam sua capacidade auditiva com o passar do tempo. Estes surdos possuem, pelo menos, duas línguas: o português falado, adquirido durante o período em que eram ouvintes, e a LIBRAS. Por conhecerem a estrutura do português falado, a língua portuguesa interfere diretamente na comunicação por meio da língua de sinais desses surdos, e isso se deve ao fato de os surdos que um dia foram ouvintes pensarem em português antes de se comunicarem por meio da língua de sinais.

2.2.3 Identidade surda de transição

A identidade surda de transição representa surdos que foram expostos ao estilo de vida ouvintista e que tinham a cultura ouvinte como referência, mas que, posteriormente, ao entrar em contato com a comunidade surda e a comunicação visual, passaram por uma “desouvintização” com o intuito de reconstruir a sua identidade como surdos. Surdos filhos de pais ouvintes geralmente estão inseridos nesse contexto (SKLIAR, 2001).

2.2.4 Identidade surda incompleta

A identidade surda incompleta representa os surdos que não estão inseridos na cultura surda, mas que tentam se inserir na cultura dominante: a ouvinte. Essa identidade nega a cultura surda e considera a identidade e a cultura ouvinte como superiores. Sob influência absoluta do ouvintismo, esses surdos tentam reproduzir comportamentos característicos da identidade ouvinte, como a comunicação oral, algumas vezes contra a própria vontade, e não conseguem se integrar com a comunidade surda (SKLIAR, 2001).

2.2.5 Identidade surda flutuante

A identidade surda flutuante representa os surdos que transitam entre a cultura surda e ouvinte. Os surdos de identidade flutuante, por não estarem inseridos na comunidade surda, desconhecerem a língua de sinais e não conseguirem se comunicar com ouvintes, possuem uma identidade fragmentada (SKLIAR, 2001).

As diversas identidades surdas, além de serem influenciadas pelo ambiente onde os surdos estão inseridos, também são diretamente relacionadas com os graus de perda auditiva. Sendo assim, este trabalho segue apresentando uma pesquisa bibliográfica referente aos diferentes graus de perda auditiva. Para complementar a caracterização da surdez, apresenta-se em seguida uma pesquisa bibliográfica referente aos diferentes graus de perda auditiva.

2.3 GRAUS DE PERDA AUDITIVA

Os graus de perda auditiva podem ser divididos em: leve, moderada, severa e profunda. De acordo com o Conselho Federal de Fonoaudiologia (2013), os graus de perda auditiva estão diretamente relacionados com a habilidade de ouvir e compreender a fala. O quadro 2 apresenta a média tonal e as características dos diferentes graus de perda auditiva.

Quadro 2 - Classificação dos diferentes graus de perda auditiva

MÉDIA TONAL	DENOMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
≤ 25 dB	Audição normal	Nenhuma dificuldade significativa de compreender sons e falas.
26 – 40 dB	Perda auditiva leve	Dificuldade de compreender falas fracas ou distantes.
41 – 55 dB	Perda auditiva moderada	Dificuldade para manter conversação grupal. A fala deve ser forte para melhor compreensão.
56 – 70 dB	Perda auditiva moderadamente severa	Compreende-se somente fala gritada ou amplificada.
≥ 91 dB	Perda auditiva severa	A fala amplificada não é compreendida.

Fonte: Conselho Federal de Fonoaudiologia (2013)

O Conselho Federal de Fonoaudiologia (2013) indica que a perda auditiva pode ter diferentes configurações, podendo assumir forma bilateral, onde ambas orelhas apresentam perda ou normalidade auditiva; ou unilateral, onde apenas uma orelha apresenta perda auditiva. Além disso, a perda auditiva também pode ser simétrica, onde o grau de perda auditiva é o mesmo para as duas orelhas; ou assimétrica, onde o grau de perda auditiva é diferente de uma orelha para outra.

Sabendo que as pessoas com perda auditiva têm dificuldades oriundas da sua incapacidade de ouvir, a seguir é apresentado uma pesquisa bibliográfica referente ao *design* universal, que tem como objetivo promover a inclusão de todos na sociedade.

2.4 DESIGN UNIVERSAL

O conceito de *design* universal surgiu como resposta às reivindicações de pessoas com diferenças que sentiam que suas necessidades não eram atendidas por arquitetos, *designers* e projetistas (CAMBIAGHI, 2007). Ainda conforme o autor Cambiaghi, o *design* universal é responsável por criar ambientes e produtos que possam ser utilizados pelo maior número possível de pessoas distintas, ou seja, o *design* universal deve ser capaz de atender a qualquer pessoa.

O *design* universal tem a intenção de possibilitar que as pessoas vivam da forma mais independente possível. Por meio da humanização de produtos e serviços, o *design* universal não melhora apenas o ambiente para as pessoas com diferenças, mas para todos os usuários (LUPTON, 2014). Com o objetivo de sistematizar os conceitos do *design* universal para serem aplicados em projetos, a Escola de *Design* da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, desenvolveu os sete princípios do *design* universal. Segundo Cambiaghi (2007, p. 74 - 80), os sete princípios são:

1. equiparação nas possibilidades de uso: o desenho universal não é elaborado para grupos específicos de pessoas; portanto, para conseguir atender a todos os grupos, deve-se:
 - a. disponibilizar os mesmos recursos de uso para todos os usuários – idênticos sempre que possível, equivalentes caso não o sejam;
 - b. evitar segregar ou estigmatizar qualquer usuário;
 - c. disponibilizar privacidade, segurança e proteção igualmente para todos os usuários;
 - d. fazer o produto atraente para todos os usuários.

2. flexibilidade no uso: o desenho universal atende a uma ampla gama de indivíduos, preferências e habilidades. Portanto deve:
 - a. poder ser acessível e utilizado por destros e canhotos;
 - b. facilitar a acuidade e a precisão do usuário;
 - c. oferecer adaptabilidade ao ritmo do usuário.
3. uso simples e intuitivo: o desenho universal tem o objetivo de tornar o uso facilmente compreendido, independentemente da experiência do usuário, do seu nível de formação, conhecimento do idioma ou de sua capacidade de concentração. Portanto deve:
 - a. eliminar as complexidades desnecessárias, ser coerente com as expectativas e intuição do usuário;
 - b. acomodar ampla gama de capacidade de leitura e habilidades linguísticas do usuário;
 - c. disponibilizar as informações facilmente perceptíveis em ordem de importância.
4. informação perceptível: o desenho universal tem o objetivo de comunicar eficazmente ao usuário as informações necessárias, independentemente das condições ambientais ou da capacidade sensorial deste. Portanto, deve:
 - a. utilizar meios diferentes de comunicação – símbolos, informações sonoras, táteis, etc.;
 - b. disponibilizar contraste adequado;
 - c. maximizar a clareza das informações essenciais;
 - d. tornar fáceis as instruções de uso do espaço ou equipamento;
 - e. disponibilizar técnicas e recursos para serem utilizados por pessoas com limitações sensoriais.
5. tolerância ao erro: o desenho universal tem o objetivo de minimizar o risco e as consequências de ações acidentais. Portanto, deve:
 - a. isolar e proteger elementos de risco;
 - b. disponibilizar alertas no caso de erros;
 - c. disponibilizar recursos que reparem as possíveis falhas de utilização.
6. mínimo esforço físico: o desenho universal prevê a utilização de forma eficiente e confortável, com um mínimo de esforço. Portanto, deve:
 - a. possibilitar a manutenção de uma postura corporal neutra;
 - b. necessitar de pouco esforço para a operação;
 - c. minimizar as ações repetitivas;
 - d. minimizar os esforços físicos que não puderem ser evitados.
7. dimensionamento de espaços para acesso e uso de todos os usuários: o desenho universal tem o objetivo de oferecer espaços e dimensões apropriados ao uso, independentemente do tamanho ou da mobilidade do usuário. Portanto, deve:
 - a. possibilitar o alcance visual dos ambientes e produtos a todos os usuários, sentados ou em pé;
 - b. oferecer acesso e utilização confortáveis de todos os componentes, para usuários sentados ou em pé;
 - c. acomodar variações de tamanho de mãos e pegada;
 - d. adequar espaços ao uso de órteses, como cadeira de rodas, muletas e qualquer outro elemento necessário ao usuário para suas atividades cotidianas.

Os sete princípios do *design* universal podem ser alcançados por meio de serviços e produtos capazes de serem utilizados pelo maior número de usuários sem a necessidade de qualquer tipo de modificação ou adaptação; por meio de produtos e serviços que podem ser adaptados aos seus usuários; ou por meio da normalização

das interfaces dos produtos, permitindo sua compatibilidade com diferentes equipamentos de adaptação (CAMBIAGHI, 2007).

Além do *design* universal, outra forma de promover a inclusão, especificamente de pessoas com deficiência, é por meio da tecnologia assistiva, área que é apresentada na seção seguinte.

2.5 TECNOLOGIA ASSISTIVA (TA)

A tecnologia assistiva tem como principal objetivo ampliar as capacidades, inclusão e independência das pessoas com deficiência. Além disso, a tecnologia assistiva também promove o combate ao preconceito por meio do desenvolvimento de recursos e serviços que oferecem condições para as pessoas com deficiências serem vistas como iguais dentro da sociedade (SECRETARIA ESPECIAL DOS DIREITOS HUMANOS, 2009).

De acordo com Sartoretto e Bersch (2010) os recursos utilizados no atendimento de uma necessidade dentro da tecnologia assistiva são divididos em doze áreas de conhecimento, que são as seguintes:

- a) auxílios para a vida diária e prática: essa área da tecnologia assistiva engloba materiais e produtos para auxílio em tarefas diárias tais como comer, cozinhar, vestir-se, tomar banho e etc;
- b) CAA - Comunicação Aumentativa (suplementar) e Alternativa: essa área da tecnologia assistiva tem como objetivo auxiliar pessoas que não conseguem se comunicar por meio da fala ou escrita;
- c) recursos de acessibilidade ao computador: essa área da tecnologia assistiva engloba conjuntos de *hardwares* e *softwares* concebidos para tornar o computador acessível para as pessoas com deficiência;
- d) órteses e próteses: essa área da tecnologia assistiva tem como objetivo prover próteses, que são peças artificiais que têm a capacidade de substituir um membro do corpo ausente; e também órteses, que são equipamentos que garantem um melhor posicionamento e funcionalidade do corpo;

- e) adequação postural: essa área da tecnologia assistiva engloba recursos que auxiliam a adequação e estabilidade postural de pessoas com deformidades corporais;
- f) auxílios de mobilidade: essa área da tecnologia assistiva inclui acessórios e veículos capazes de melhorar a mobilidade de pessoas com limitações físicas;
- g) auxílio para cegos ou com visão subnormal: essa área da tecnologia assistiva inclui acessórios e equipamentos que ampliam e possibilitam o acesso a informação de pessoas cegas ou com baixa visão;
- h) auxílios para pessoas com surdez ou com déficit auditivo: essa área da tecnologia assistiva engloba equipamentos que auxiliam pessoas com surdez a desempenharem atividades cotidianas, como: aparelhos para surdez, sistemas de legendas, sistemas como alertas visuais, entre outros;
- i) mobilidade em veículos: essa área da tecnologia assistiva inclui acessórios que possibilitam uma pessoa com limitações físicas dirigir um automóvel;
- j) esporte e lazer: essa área da tecnologia assistiva inclui recursos e acessórios que favorecem a prática de esportes e atividades de lazer por pessoas com deficiências;
- k) projetos arquitetônicos para acessibilidade: essa área da tecnologia assistiva tem como objetivo projetar e adaptar espaços físicos para garantir o acesso e a mobilidade de todas as pessoas, independentemente de suas condições físicas e sensoriais;
- l) sistemas de controle de ambiente: essa área da tecnologia assistiva tem como objetivo auxiliar as pessoas com deficiências a controlar o ambiente onde elas vivem com maior facilidade. Por meio de um controle remoto é possível ligar e desligar aparelhos eletrônicos, ajustar a iluminação, abrir e fechar portas, entre outras atividades cotidianas realizadas dentro de casa.

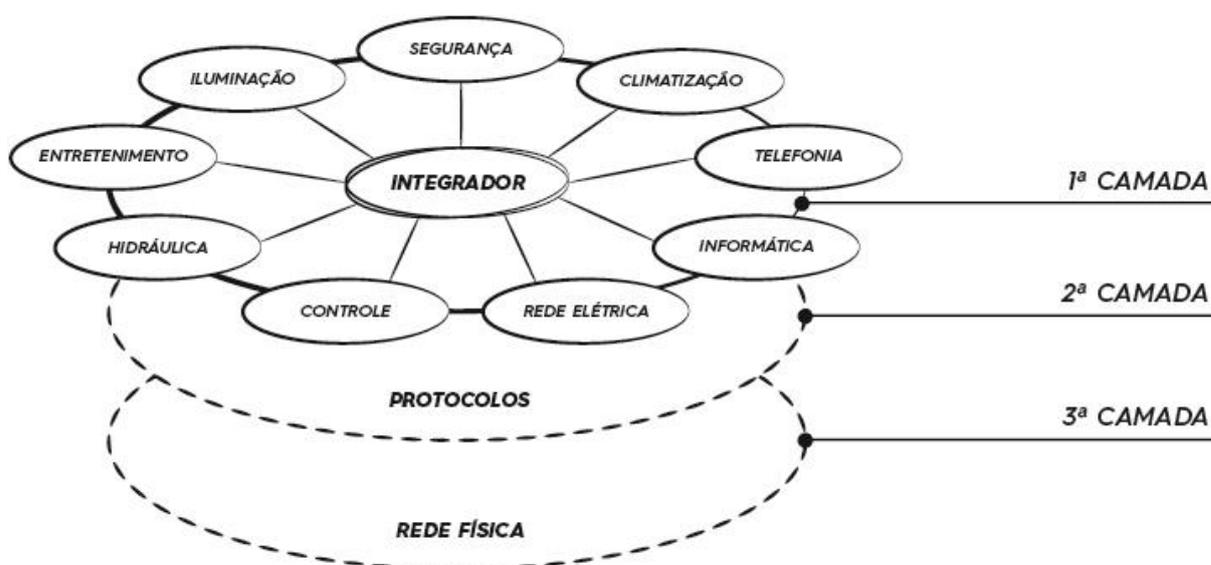
Nesse último item encontra-se o grupo de soluções que é caracterizado pela automação residencial, temática que é apresentada a seguir.

2.6 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial, também conhecida como *domótica*, tem como objetivo tornar automáticas, por meio da tecnologia, operações executadas pelo homem dentro de uma habitação (PRUDENTE, 2011). A automação residencial é um processo evolutivo que teve seu início após a chegada de diversos produtos eletrodomésticos que não se comunicavam entre si, o que aconteceu nas décadas de 60 e 70. A partir da década de 80, com a introdução de serviços de telecomunicação, antenas e cabos, os produtos eletrodomésticos passaram a se comunicar de forma interativa (ANGEL e FRAIGI, 1993). A capacidade de interatividade da automação residencial tem o potencial de modificar modelos pré-estabelecidos de uso de eletrodomésticos no ambiente residencial, destacando os usuários e introduzindo mudanças nos hábitos sociais (ANGEL e FRAIGI, 1993). A automação residencial oferece diversas vantagens, das quais as principais são: aumento do conforto dentro de habitações, simplificação do cabeamento elétrico dentro de residências e aumento da segurança dentro do espaço físico (PRUDENTE, 2011).

De acordo com Bolzani (2004), a instalação de uma rede de automação residencial possui 3 camadas, que são apresentadas na figura 1.

Figura 1 - Camadas de uma rede de automação residencial



Fonte: adaptado de Bolzani (2004)

A primeira camada de uma rede de automação residencial é constituída por um integrador, que tem a função de garantir a harmonia e interoperabilidade de todos os componentes que compõem a rede de automação; a segunda camada é constituída por um protocolo, que tem como função transmitir os dados e estímulos recebidos pelo espaço físico (esses estímulos podem ser o aperto de um botão, mudança de luminosidade do ambiente, presença de pessoas no espaço físico, entre outros) para a rede física da instalação; e a terceira camada é constituída por uma rede física composta por atuadores, que tem como objetivo efetuar uma função em consequência dos estímulos recebidos pelo espaço físico.

Para que as camadas de uma rede de automação residencial funcionem adequadamente, é necessário que todos os seus componentes estejam em constante integração. Por este motivo, o tópico a seguir apresenta um estudo dos componentes empregados em uma rede de automação residencial e suas funcionalidades.

2.6.1 Componentes e funcionamento de uma rede de automação residencial

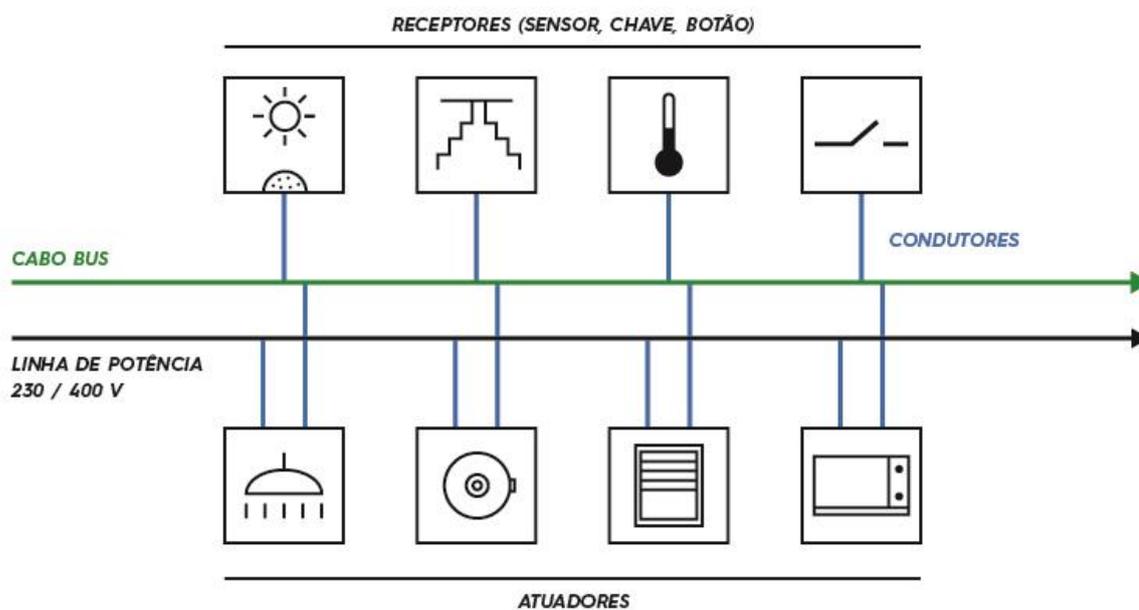
Por meio da automação residencial é possível controlar automaticamente diversas instalações em uma habitação, com o uso de componentes conectados entre si por meio de um cabo *BUS*. O cabo *BUS* é um sistema de barramento que surgiu na década de 1980, sendo composto por um cabo que alimenta simultaneamente a troca de informações entre os dispositivos constituintes de uma rede de automação residencial (PRUDENTE, 2011).

Para seu funcionamento, a automação residencial exige a presença de três componentes que são: um receptor, que pode ser um sensor ou um botão; um transmissor, que geralmente é um cabo *BUS*; e um atuador, que desempenha ações automaticamente. Os componentes empregados em uma rede de automação residencial recebem estímulos do espaço físico e desempenham as ações demandadas (PRUDENTE, 2011).

Em uma rede de automação residencial os receptores são conectados ao cabo *BUS*, para o qual eles transmitem as informações recebidas. As informações recebidas pelo cabo *BUS*, por meio dos receptores, são transmitidas para os atuadores, que desempenham funções previamente programadas. O cabo *BUS* e os

atuadores são conectados a uma linha de potência que os alimenta (PRUDENTE, 2011). Na figura 2 é possível visualizar a arquitetura de uma rede de automação residencial.

Figura 2 - Arquitetura de uma rede de automação residencial



Fonte: adaptado de Prudente (2011)

Em adição ao cabo *BUS*, há outros meios de conectar os componentes de uma rede de automação residencial, como pode ser visto a seguir.

2.6.2 Meios de transmissão da linha de sinal em uma rede de automação residencial

Segundo Prudente (2011), outras maneiras de transmitir uma linha de sinal em uma rede de automação residencial, além do cabo *BUS*, são as seguintes:

- power line*: esse meio de transmissão é comumente empregado na automação predial. Na transmissão *power line* os componentes da automação são conectados à rede elétrica já existente, dispensando outro tipo de cabeamento. Apesar de ser uma opção versátil e flexível, a *power line* tem baixa velocidade de transmissão de dados (60 Hz) (PRUDENTE, 2011);

- b) infravermelho: nesse meio de transmissão a comunicação é efetuada sem fio. Apesar de ser uma solução econômica, o meio de transmissão por infravermelho depende diretamente da direcionalidade do sinal e de espaços físicos sem obstáculos entre o transmissor e o receptor do sinal para o seu bom funcionamento (PRUDENTE, 2011);
- c) radiofrequência: esse meio de transmissão dispensa fiações. A comunicação por radiofrequência “[...] é efetuada em modulação de frequência ou de amplitude, e a frequência é determinada pelo protocolo usado.” (PRUDENTE, 2011. p. 13). A principal desvantagem desse meio de transmissão são as possíveis interferências eletromagnéticas oriundas de outras residências próximas (PRUDENTE, 2011);
- d) fibra ótica: esse meio de transmissão permite a comunicação por meio de sinais luminosos. É o mais indicado para conexões com redes de alta velocidade, pois oferece rápida transmissão de dados. A desvantagem da utilização da fibra ótica é o seu alto custo de instalação (PRUDENTE, 2011);
- e) *Wi-Fi*: esse meio de transmissão vem sendo amplamente utilizado em projetos de automação residencial por ser flexível e ter poucas limitações. O *Wi-Fi* é capaz de possibilitar o acesso à *internet* sem fio e a comunicação entre os receptores e atuadores em qualquer lugar da casa por meio de um roteador (MIZUSAKI, 2009).

Um projeto de automação residencial é melhor dimensionado quando projetado na fase inicial da construção de um imóvel (BOLZANI, 2004). Porém, no caso de imóveis já construídos isso não é possível, o que faz com que o projeto de automação, seja uma reforma, o que é chamado de *retrofit*, conceito que é apresentado a seguir

2.6.3 Retrofit

O *retrofit* é um processo que tem como objetivo modernizar objetos e espaços físicos considerados ultrapassados (LEÃO, 2017). O *retrofit* pode ser aplicado em prédios e residências antigas por meio de um bom planejamento e do uso de

tecnologia sem fio (BOLZANI, 2004). Segundo Bolzani (2004) existem alguns conceitos básicos de *retrofit* para a implantação de um projeto de automação:

- a) Levantamento: durante o levantamento, que é o passo inicial do *retrofit*, é feito um estudo detalhado do local a ser automatizado e, a partir disso, são definidas as funções a serem automatizadas no local;
- b) comunicação entre subsistemas: consiste na definição das interfaces dos sistemas a serem implantados no projeto de automação;
- c) interface com os equipamentos existentes: “[...] é o estudo da necessidade e a execução da alteração dos quadros de comando dos equipamentos já instalados para que possam ser conectados aos novos controladores e integrados ao sistema” (BOLZANI, 2004. p. 65);
- d) documentação do novo sistema: consiste na descrição detalhada de todas as modificações realizadas no imóvel durante o projeto da automação residencial;
- e) plantas e desenhos: consiste no detalhamento técnico por meio de plantas arquitetônicas e desenhos de todos os subsistemas e conexões realizados durante o projeto de automação residencial.

A partir dos conceitos básicos de *retrofit* apresentados por Bolzani (2004), percebe-se que é necessário ter acesso a planta baixa da instalação elétrica e do imóvel que passará pelo processo de automação, mas nem todos os moradores de casas brasileiras têm acesso a esses documentos. Nesses casos, o mais adequado é a instalação de um projeto de automação residencial sem fio, que exige conexão com *internet*.

Antes da instalação final de um projeto de automação residencial, é possível realizar protótipos das interfaces e sistemas que o compõem. Uma das formas de realizar essas prototipagens é por meio de microcontroladores como *Arduino* e similares.

2.7 PROTOTIPAGEM COM ARDUINO E SIMILARES

O *Arduino* (figura 3) é uma plataforma de prototipagem eletrônica programável utilizada para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes

externos a ele conectados (ARDUINO, 2015). O *Arduino* pode ser utilizado no desenvolvimento de projetos interativos e pode ser conectado a *LEDs*, interruptores, botões, sensores, módulos *Wi-Fi*, módulos *Ethernet*, entre outros dispositivos que possam ser controlados pela plataforma (MCROBERTS, 2015). Além do *Arduino*, há também o *Raspberry Pi* (figura 3), que é um microcomputador que pode ser utilizado em projetos de automação residencial de baixo custo (VIEBRANTZ, 2017) e é capaz de fazer tudo o que se espera que um computador faça (OPEN SOURCE, 2015).

Figura 3 - *Arduino Uno* e *Raspberry Pi*



Fonte: Arduino (2015) e Raspberry Pi (2014)

Concebido na Itália, no Instituto de *Design* de Interação de Ivrea, o *Arduino* surgiu como uma ferramenta para ser utilizada em projetos de prototipagem rápida, voltada para alunos sem conhecimento prévio em programação e eletrônica (ARDUINO, 2017). A placa do *Arduino* é modular e pode ter o seu *hardware* expandido por meio de *shields*. As *shields* são componentes de expansão que podem ser encaixados na placa do *Arduino*, adicionando novas funções ao *hardware* (FILHO, 2013). A principal vantagem das *shields* é a fácil montagem e remoção dos componentes que constituem um circuito elétrico, visto que ela funciona por meio de encaixe. Além das *shields*, outro meio de expandir as funcionalidades do *Arduino* é por meio da *PCB*. A *PCB* (*Printed Circuit Board*) é uma placa de circuito impresso para suporte físico e fiação de componentes elétricos, que são soldados em sua superfície (TECH TARGET, 2013). Diferentemente da *shield*, os componentes são permanentemente fixados na *PCB*, impedindo sua remoção.

Por ser considerado uma ferramenta relativamente simples e acessível para a elaboração de projetos, em adição ao crescimento e disseminação da cultura *Maker*,

o *Arduino* vem sendo muito utilizado por *designers*, arquitetos, engenheiros e profissionais das mais diversas áreas na construção de protótipos interativos, bem como em projetos de *internet das coisas*² e automação residencial (BANZI, 2011).

Quando se trata de automação residencial usando comunicação *Wi-Fi*, são utilizados módulos como o *Ethernet* e o *NodeMcu* (figura 4). O *Ethernet* é um módulo capaz de conectar o *Arduino* a *internet*, ou a uma rede local, por meio de um roteador (BOLZANI, 2004), possibilitando a realização de projetos de automação residencial, estabelecendo uma conexão entre o *Arduino* e os elementos automatizados do espaço físico. Já o *NodeMcu* é uma placa com um módulo *Wi-Fi* que executa as mesmas funções do *Arduino*, podendo também ser utilizado em prototipagens de automação residencial que dispensam o uso de um módulo *Ethernet* e de uma placa *Arduino* (FILIPEFLOP, 2017).

Figura 4 - Módulo *Ethernet* e *NodeMcu*



Fonte: Arduino (2017) e Filipeflop (2017)

O componente que possibilita a conectividade do *NodeMcu* por meio da *internet* sem fio é módulo *ESP8266*. O *ESP8266* tem a função de prover a qualquer microcontrolador o acesso à *internet* (ROBOCORE, 2017) e, dependendo do modelo, o *ESP8266* pode até ser utilizado individualmente como o próprio microcontrolador. Um modelo que executa as duas funções é o *ESP8266 – 07*, figura 5.

² Termo utilizado para denominar a conexão de equipamentos com o usuário ou com outros equipamentos por meio da *intrnet* (SANTOS, 2017).

Figura 5 - Módulo *ESP8266-07*

Fonte: Filipeflop (2017)

3 PLANEJAMENTO DE PROJETO

A seguir são apresentados o escopo do produto e do projeto a ser desenvolvido, juntamente com sua metodologia e organização.

3.1 ESCOPO DO PRODUTO

O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um produto de tecnologia assistiva, destinado à automação de residências de crianças surdas. Este produto é composto por dispositivos de alerta que têm como função converter estímulos sonoros em estímulos que possam ser compreendidos pelas crianças surdas dentro de seu espaço físico.

3.2 ESCOPO DO PROJETO

O trabalho a ser executado durante o desenvolvimento do produto é descrito pela metodologia de projeto, que apresenta as abordagens, o conteúdo e as etapas percorridas durante o processo projetual. A metodologia de projeto pode ser vista a seguir.

3.2.1 Metodologia de projeto

O presente projeto utiliza a metodologia de Back *et al.* (2008), de forma adaptada às suas necessidades. Em conjunto com a metodologia proposta por Back *et al.* (2008), são utilizadas ferramentas de metodologias auxiliares de Platcheck (2012), Pazmino (2015), e Martin (2012).

A metodologia de projeto foi dividida em 4 diferentes etapas: planejamento de projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto preliminar.

3.2.1.1 Planejamento de projeto

De acordo com Back *et al.* (2008), a etapa de planejamento consiste na organização do trabalho a ser executado no decorrer do desenvolvimento do projeto. Durante esta etapa são definidos o escopo do produto e do projeto e sua estrutura metodológica, antecedendo o projeto informacional.

3.2.1.2 Projeto informacional

De acordo com Back *et al.* (2008), a etapa do projeto informacional tem como objetivo reunir e analisar dados sobre os fatores que influenciaram o projeto do produto. Durante o projeto informacional é apresentado o problema de projeto, informações sobre os usuários do produto são coletadas e interpretadas e produtos similares são analisados com o intuito de estabelecer os requisitos de projeto.

Para a definição do problema de projeto utiliza-se o método de reconhecimento de necessidades oriunda da metodologia de Platcheck (2012), que propõe, após a realização de uma pré-pesquisa, a identificação de “uma situação de desajuste na população usuária ou ambiente para o qual o produto a projetar será destinado.” (PLATCHECK, 2012, p. 14).

Com o objetivo de delimitar o público-alvo do projeto, são utilizadas duas ferramentas oriundas da metodologia de Martin (2012): entrevista e investigação contextual. Segundo Martin (2012), a entrevista é um método de pesquisa fundamental que exige contato direto com o usuário para coletar informações e a

investigação contextual é um método de imersão e observação do contexto de vida do usuário.

A partir da obtenção de informações relevantes sobre o público-alvo, a etapa do projeto informacional propõe a definição das necessidades e requisitos dos usuários e de projeto. Para tanto, são utilizados métodos oriundas de Back *et al.* (2008) para estabelecer os requisitos dos usuários, que consistem no agrupamento e classificação das informações extraídas de pesquisas sobre o público-alvo; e os requisitos de projeto, que são a conversão dos requisitos dos usuários em atributos para o produto a ser projetado.

Tendo conhecimento dos requisitos do usuário e do produto, a metodologia de projeto propõe a realização de uma análise de produtos similares que atendem os problemas e os requisitos de projeto. Para a realização da análise, é utilizado o método de levantamento de similares oriundo de Platcheck (2012).

3.2.1.3 Projeto conceitual

A etapa do projeto conceitual tem como propósito a concepção do produto. Essa etapa da metodologia de projeto faz uso de ferramentas oriundas da metodologia de Pazmino (2015), que têm o objetivo de estimular a capacidade criativa e nortear o *designer*, como: personas, que tem por objetivo descrever perfis fictícios utilizando informações dos usuários, adquiridas por meio da fundamentação teórica e do projeto informacional; mapa conceitual, que tem a função de “representar graficamente o pensamento criativo, permitindo ter uma visão geral do problema [...] e reunir uma grande quantidade de dados em um só lugar” (PAZMINO, 2015, p. 186); e painéis semânticos que contribuem para facilitar a geração de alternativas durante a etapa do projeto conceitual.

A etapa do projeto conceitual também inclui a geração de alternativas para a solução do problema de projeto, por meio de representações bidimensionais e modelos tridimensionais, ferramentas indicadas por Platcheck (2012); e a seleção das alternativas que melhor atendem aos requisitos de projeto por meio da elaboração dos critérios de seleção, ferramenta oriunda da metodologia de Pazmino (2015).

3.2.1.4 Projeto preliminar

Segundo Back *et al.* (2008), durante a etapa do projeto preliminar são estabelecidos a forma, os componentes, as dimensões, os materiais e a manufatura do produto. Além disso, são realizadas análises do produto e prototipagens para verificar se ele atende as necessidades do usuário.

4 PROJETO INFORMACIONAL

A seguir são apresentados o problema de projeto, a identificação dos usuários, a coleta de dados sobre a cultura surda e a pesquisa sobre produtos similares capazes de atender as necessidades dos surdos dentro de suas casas. Esses dados foram coletados e interpretados com o objetivo de estabelecer os requisitos dos usuários e do projeto.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS USUÁRIOS

Com a finalidade de obter informações qualitativas sobre a cultura surda, foram realizadas entrevistas com educadores e surdos, além de uma investigação contextual na Sociedade de Surdos do Rio Grande do Sul, como pode ser visto a seguir.

4.1.1 Entrevistas

A entrevista é uma ferramenta de pesquisa qualitativa que proporciona contato direto com o usuário e com especialistas, e serve para coletar informações, experiências pessoais, opiniões, atitudes e percepções sobre um determinado assunto (MARTIN, 2012). Com o objetivo de realizar uma pesquisa qualitativa sobre a vida cotidiana e comportamento de pessoas surdas, foram realizadas entrevistas exploratórias com um professor surdo, uma professora e fonoaudióloga ouvinte e uma

formadora de professores surdos. As informações obtidas para a execução do presente projeto, oriundas das entrevistas, podem ser vistas a seguir.

4.1.1.1 Entrevista com professores de LIBRAS da UFRGS

No dia 11 de abril foi realizada uma entrevista com uma docente em LIBRAS na UFRGS e fonoaudióloga (1), e com um docente em LIBRAS na UFRGS (2). A entrevistada 1, apesar de ser ouvinte, é proficiente em LIBRAS e foi a tradutora da conversa; já o entrevistado 2 é surdo e tem a LIBRAS como sua primeira língua.

O entrevistado 2, apesar de ser surdo, tem pais ouvintes. Segundo a entrevistada 1, 95% das pessoas surdas são filhos de ouvintes, ou seja, isso é algo comum. O entrevistado 2 contou que se mudou para Porto Alegre aos 14 anos, quando passou a morar sozinho em uma pensão, o que aconteceu graças ao incentivo de seus pais que sempre o encorajaram a ter uma vida independente. O entrevistado 2 também disse que a comunicação na família é muito importante para o desenvolvimento de pessoas surdas. Durante a infância, o entrevistado 2 estudou em uma escola especial para crianças surdas, mas quando se mudou para Porto Alegre, passou a estudar no Colégio Concórdia junto de crianças e adolescentes ouvintes. O entrevistado 2 declarou que estudar em um colégio com ouvintes foi bastante difícil no início, visto que a comunicação era muito fraca, principalmente por causa do português, pois aprender a ler e escrever utilizando a língua portuguesa foi um processo bastante complicado que interferiu profundamente no seu aprendizado, fazendo com que ele reprovasse na escola e precisasse de bastante auxílio para se adaptar a uma língua que não tem relação alguma com a LIBRAS. Atualmente o entrevistado 2 fala 5 línguas: LIBRAS, ASL (Língua Gestual Americana), Gestuno (Língua Internacional de Sinais), inglês e espanhol.

O entrevistado 2 contou que mora sozinho em um condomínio fechado em Porto Alegre. Ele diz que não percebe o próprio barulho e que seus vizinhos já reclamaram dos sons altos que ele produz em casa, mas que tem se policiado, sentindo a vibração dos objetos que manuseia para diminuir os ruídos por ele produzidos. O entrevistado 2 não tem animais de estimação dentro de casa; sua casa não tem campainha e para receber visitas ele combina dia e horário com o visitante

por meio de mensagens telefônicas; não tem telefone residencial; utilizar a máquina de lavar roupa não é um problema pra ele que monitora visualmente o processo de funcionamento do aparelho; não tem micro-ondas; não tem carro, mas tem carteira de motorista e dirige o carro do seu pai; acorda utilizando um relógio despertador de pulso vibratório e disse que não vê diferença entre o relógio vibratório de pulso e o de cabeceira; relata que alguns surdos utilizam o modo vibratório do telefone celular embaixo do travesseiro como um despertador; tem televisão e reclama que as legendas não são sincronizadas. O entrevistado 2 afirmou que já teve alguns problemas em casa por ser surdo, como esquecer a torneira da pia ligada por um longo período de tempo por não ouvir o barulho da água, e não perceber que um dos canos da sua casa estava quebrado, também por não ouvir o barulho da água. Apesar disso, o entrevistado 2 disse que seus vizinhos o auxiliam quando não percebe que alguma coisa está acontecendo em sua casa.

Ambos entrevistados disseram que existem adaptações na casa de pessoas surdas como alarme luminoso que pisca quando a campainha é acionada por um visitante e relógios vibratórios que também utilizam alarme luminoso. A entrevistada 1 ainda disse que existem leis prediais para alarmes luminosos e que é importante a diferenciação nas cores dos alarmes, que também devem ter uma câmera na porta da casa das pessoas surdas mostrando os visitantes.

Os entrevistados disseram que o principal problema das pessoas surdas é a comunicação. Aplicativos como *Skype*, vídeo no *Facebook Messenger* e *IMO* são bastante utilizados por pessoas que se comunicam por meio de LIBRAS, visto que possibilitam a comunicação visual por meio de vídeo, mas a baixa qualidade da *internet* é uma grande barreira. O entrevistado 2 disse que antigamente utilizava-se um aparelho chamado *TDD (Telecommunication Device for the Deaf)*, um telefone com teclas contendo as letras do alfabeto, que realizava uma intermediação entre o telefone do surdo com o telefone do ouvinte, por meio de uma operadora. O *TDD* não é mais utilizado, mas o entrevistado 2 disse que existe um aparelho similar chamado *Viable*, que utiliza o mesmo princípio de funcionamento do *TDD*, porém é possível utilizar LIBRAS. No *Viable*, há uma intermediação entre o surdo e a operadora que transmite a chamada telefônica para o ouvinte por vídeo e de maneira simultânea.

Quando questionados se valia a pena realizar um projeto para automação de casas de pessoas surdas, sabendo que existem tecnologias como implantes

cocleares que possibilitam que pessoas surdas possam ouvir, os entrevistados falaram que há uma grande discussão sobre esse assunto e que nem todos os surdos possuem capacidade financeira para adquirir um implante coclear, visto que o aparelho e a cirurgia são muito caros. Além disso, a cirurgia para a colocação do implante coclear pode resultar em morte, paralisia facial e trazer diversos riscos para a pessoa surda. A entrevistada 1 aponta que uma oportunidade para o projeto de automação para a casa de pessoas surdas é o foco em crianças. Segundo ela, os pais ouvintes de crianças surdas geralmente preocupam-se em dar amor e carinho para seus filhos e acabam esquecendo-se de auxiliá-los a se tornarem pessoas independentes.

4.1.1.2 Entrevista com especialista na formação de professores surdos

No dia 18 de abril foi realizada uma entrevista na Faculdade de Arquitetura da UFRGS com uma especialista (3) na formação de professores surdos no Maranhão.

Durante a conversa a entrevistada 3 relatou que recursos de tecnologia assistiva voltados para a independência de pessoas surdas surgiram a partir do ano de 2005, logo após a LIBRAS ser reconhecida como meio legal de comunicação no Brasil. A tecnologia assistiva voltada para surdos, segundo a entrevistada 3, mudou a forma como eles se relacionam uns com os outros: antes da década de 2000 os surdos preferiam se casar com pessoas ouvintes, pois temiam não conseguir realizar atividades cotidianas dentro de suas próprias casas, mas, com o surgimento de produtos de tecnologia assistiva voltados para surdos após o ano 2005, os surdos passaram a ter maior autonomia dentro de suas casas e se relacionarem com outros surdos.

Com a popularização dos dispositivos móveis, a independência das pessoas surdas aumentou e elas passaram a se comunicar à distância de forma menos trabalhosa por vídeos, além de utilizarem o telefone como relógio despertador vibratório embaixo do travesseiro. A entrevistada 3 disse que a autonomia de pessoas surdas por meio da tecnologia é bem mais fácil de ser adquirida por crianças, e que as pessoas mais velhas têm um pouco mais de dificuldade. Além de utilizar o celular para se comunicar, as pessoas surdas também costumam fazer adaptações em suas

casas, que geralmente são feitas por um eletricista especializado, coisa difícil de conseguir, visto que o eletricista precisa ter um entendimento das necessidades das pessoas surdas. A entrevistada 3 acredita que produtos de tecnologia assistiva para pessoas surdas devem ser popularizados no Brasil, visto que grande parte dos produtos são estrangeiros. Além disso, a entrevistada 3 sugeriu a criação de algo que várias pessoas surdas possam ter acesso, minimizando suas dificuldades, e que a automação residencial possa também ser levada para fora de casa.

A entrevistada 3 disse que não é comum os pais ouvintes de filhos surdos aprenderem LIBRAS e isso faz com que o seu crescimento seja mais complicado. Além disso, a entrevistada 3 alertou que a LIBRAS é uma língua muito sintética e que a comunicação e o pensamento da pessoa surda são completamente visuais. Com relação à leitura, a entrevistada 3 afirma que a aprendizagem da língua portuguesa é bem difícil para os surdos e que eles “leem em imagens”.

4.1.2 Investigação contextual

Com o objetivo de realizar uma imersão na vida cotidiana das pessoas surdas foi utilizada a ferramenta investigação contextual, que consiste em uma observação imersiva do usuário (MARTIN, 2012). A ferramenta foi aplicada durante uma visita à Sociedade dos Surdos do Rio Grande do Sul.

As informações mais relevantes para a execução do presente projeto, oriundas da investigação contextual, podem ser vistas a seguir.

4.1.2.1 Visita a Sociedade de Surdos do Rio Grande do Sul

No dia 03 de julho de 2017 foi realizada uma visita a Sociedade de Surdos do Rio Grande do Sul, localizada na rua Salvador França, em Porto Alegre. A Sociedade de Surdos do Rio Grande do Sul, que foi fundada em 1955, oferece diversas atividades, eventos culturais, eventos de lazer e aulas de esportes e artes para seus associados. Dentro da Sociedade as pessoas surdas interagem e convivem com outros surdos, o que contribui diretamente para a construção de suas identidades.

A Sociedade possui um espaço bastante amplo que conta com salão principal, onde acontecem eventos, palestras e reuniões; refeitório, onde acontecem refeições coletivas em datas comemorativas; cozinha, onde são preparados os alimentos pelos próprios surdos; sala de jogos; sala de exercícios, estúdio, onde vídeos são gravados; e um pátio com estacionamento.

Apesar de a Sociedade ser de pessoas surdas, é possível encontrar um número significativo de pessoas ouvintes que também frequentam o espaço. Essas pessoas ouvintes são proficientes em LIBRAS e têm algum tipo de contato com a comunidade surda (por exemplo: professores de surdos e cônjuges de surdos). A maioria dos frequentadores presentes na Sociedade são pessoas da terceira idade e a existência de uma segmentação entre as pessoas da terceira idade e o restante dos frequentadores da Sociedade é nítida, mas isso não impede que todos se comuniquem. Grande parte dos pais que frequentam a Sociedade são surdos e têm filhos ouvintes. Infelizmente é raro algum pai ouvinte de criança surda frequentar o local e um dos possíveis motivos para que isso ocorra é a falta de conhecimento de sua existência.

Durante a visita percebeu-se que a única adaptação dentro da Sociedade de Surdos era uma lâmpada que acendia assim que a campainha tocava. A adaptação foi feita por um dos frequentadores da Sociedade, que também realiza pequenas adaptações na casa de outros surdos. Devido à ausência de outros dispositivos de sinalização para chamar a atenção dos surdos a um determinado foco, acender e apagar a luz do espaço físico para obter a atenção de seus visitantes é uma prática comum.

4.1.3 Delimitação do público-alvo

O público-alvo do projeto engloba crianças surdas, filhas de pais ouvintes, que necessitam de ferramentas para auxiliá-las a desempenhar atividades cotidianas dentro de casa com menos dependência de seus familiares ouvintes, mas isso não impede que o projeto seja utilizado por crianças surdas filhas de surdos. As crianças que fazem parte do público-alvo possuem perda auditiva bilateral entre níveis moderados e severos, estando inseridas na identidade surda de transição, visto que

são expostas inicialmente à ideologia ouvintista por possuírem pais ouvintes (SKLIAR, 2001).

Levando em consideração que as crianças surdas podem ter um atraso cognitivo que varia de dois a cinco anos em comparação com uma criança ouvinte (FERNANDES, 1989), o público-alvo possui faixa etária entre: 4 anos de idade, período em que as crianças, mesmo surdas, adquirem a capacidade de dedução (PIAGET, 1990); e 15 anos de idade, estágio em que as crianças surdas já devem ser capazes de raciocinar logicamente e pensar em hipóteses, visto que uma criança ouvinte atinge este estágio entre os 11 e 12 anos e as crianças surdas podem apresentar atraso cognitivo de alguns anos, como mencionado anteriormente.

A partir da definição do público-alvo, pode-se definir as necessidades e requisitos do usuário que são apresentadas a seguir.

4.2 NECESSIDADES E REQUISITOS DO USUÁRIO

Segundo Back et al. (2008) o desenvolvimento de um projeto de produto requer o desdobramento das necessidades do usuário, que devem ser traduzidas em requisitos do usuário de maneira compacta e direta.

As informações obtidas a partir dos dados coletados na fundamentação teórica, entrevistas e investigações contextuais foram interpretadas, obtendo-se as necessidades do usuário, que posteriormente foram convertidas em requisitos do usuário, listados no quadro 3.

Quadro 3 - Apresentação das necessidades e requisitos do usuário (continua)

OBSERVAÇÃO	FONTE	NECESSIDADE DO USUÁRIO	REQUISITO DO USUÁRIO
Superproteção paterna	Entrevistas e referências bibliográficas	Aumento da independência dentro de casa	Autonomia
Baixa comunicação entre pais ouvintes e filhos surdos	Referências bibliográficas	Melhoria na comunicação com os pais ouvintes	Comunicação

Quadro 3 - Apresentação das necessidades e requisitos do usuário (conclusão)

Perda auditiva	Entrevistas e referências bibliográficas	Diferentes meios de estímulos sensoriais	Multisensorialidade
Estímulos visuais distrativos no espaço físico	Referências bibliográficas	Discrição	Mimetismo
Crianças em desenvolvimento cognitivo	Referências bibliográficas	Facilidade de uso	Intuitividade
	Referências bibliográficas	Ludicidade	Ludicidade
Preço acessível a todos	Entrevistas e referências bibliográficas	Preço acessível	Preço acessível
Arquiteticamente acessível a todos	Referências bibliográficas	Possibilidade de instalação em diferentes moradias	Versatilidade
Desconhecimento da planta arquitetônica da moradia do usuário	Referências bibliográficas	Manutenção da integridade física da moradia	Adaptabilidade
	Referências bibliográficas	Fácil instalação	Praticidade
Desconhecimento da planta de cabeamento elétrico da moradia do usuário	Referências bibliográficas	Automatização sem fio	Wireless

Fonte: da autora

4.3 CONVERSÃO DOS REQUISITOS DO USUÁRIO EM REQUISITOS DE PROJETO

Segundo Back et al. (2008), as características e parâmetros associados ao produto a ser projetado dependem da conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto, sendo esta uma etapa importante durante o processo projetual.

Com o objetivo de estabelecer os requisitos do produto, as informações obtidas por meio da conversão das necessidades do usuário em requisitos do usuário foram interpretadas e agrupadas no quadro 4.

Quadro 4 - Apresentação das necessidades e requisitos do projeto

REQUISITOS DO USUÁRIO	REQUISITOS DE PROJETO
Autonomia	Prover maior autonomia e independência para o usuário dentro de sua moradia.
Comunicação	Estimular a comunicação entre o usuário e seus pais ouvintes.
Multisensorialidade	Utilizar estímulos além do auditivo, como visual e tátil.
Mimetismo	Mesclar-se ao ambiente.
Intuitividade	Ser facilmente utilizado pelo usuário.
Ludicidade	Ter atributos lúdicos.
Preço acessível	Ter preço de mercado competitivo.
Versatilidade	Poder ser utilizado em diversos tipos de moradias, como casa ou apartamento.
Adaptabilidade	Adaptar-se ao espaço onde será instalado.
Praticidade	Ter instalação e uso fácil e rápido.
Wireless	Utilizar tecnologias sem fio.

Fonte: da autora

Após a identificação dos requisitos de projeto, foi realizada uma análise de produtos similares com a finalidade de observar os produtos de tecnologia assistiva existentes voltados para a adaptação de espaços físicos habitados por pessoas surdas.

4.4 ANÁLISE DE PRODUTOS SIMILARES

A análise de produtos similares, também conhecida como análise sincrônica ou paramétrica, é uma ferramenta que tem como objetivo comparar os produtos existentes em um determinado nicho de mercado, avaliando aspectos quantitativos e qualitativos desses produtos (PAZMINO, 2015). Ainda segundo o autor, a análise de similares deve ser aplicada na fase informacional do projeto de *Design*, que é quando a coleta de dados é realizada.

De acordo com Platchek (2012), a análise de produtos similares compreende seis etapas, que são: análise estrutural, análise funcional, análise ergonômica, análise morfológica, análise de mercado e análise técnica. Levando em consideração possíveis erros oriundos da análise de um produto ao qual não se tem acesso, e que para a execução do presente projeto é importante ter a compreensão dos componentes presentes nos similares, seu funcionamento e seu relacionamento com o usuário, foram realizadas três etapas da análise de similares. São elas:

- a) análise estrutural, que indica os componentes presentes no similar;
- b) análise funcional, que explica como o similar funciona;
- c) análise ergonômica, que explica como o similar se relaciona com o usuário.

Além das três etapas de análise de similares proposta por Platchek (2012), também foram incluídos os preços dos produtos.

Com o objetivo de estudar alguns produtos existentes no mercado de automação residencial para surdos, foram analisados produtos de duas empresas internacionais que projetam soluções diversas para a casa de pessoas surdas: a *Bellman & Symfon* e a *Sonic Alert*.

4.4.1 *Bellman & Symfon*

A *Bellman & Symfon* é uma empresa Sueca que foi fundada em 1989. A empresa se dedica a melhorar a qualidade de vida de pessoas com problemas auditivos por meio da produção e desenvolvimento contínuo de novas soluções para problemas auditivos (BELLMAN & SYMFON, 2013). Visando o aumento da autonomia de pessoas surdas dentro de suas próprias casas, a *Bellman & Symfon*

desenvolveu uma linha de produtos chamada *Visit Smart Home*, que engloba diversas soluções voltadas para a automação residencial e que dispensam a necessidade de um especialista para sua instalação (BELLMAN & SYMFON, 2017). Os produtos da *Bellman & Symfon* funcionam por meio de tecnologias sem fio e podem ser instalados pelo próprio usuário de forma prática e rápida. Uma análise sobre os produtos da linha *Visit Smart Home* da *Bellman & Symfon* pode ser vista nos quadros 5 a 13.

Quadro 5 - Análise do alarme de campainha da linha *Visit Smart Home*

ALARME DE CAMPAINHA (<i>Visit Door Transmitter</i>)	
Análise estrutural	<p>O alarme de campainha conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. um botão de teste; 2. um botão de configuração; 3. duas luzes de <i>LED</i>; 4. três entradas P1; 5. duas baterias AA; 6. suporte de parede; 7. um microfone interno; 8. uma entrada para microfone externo; 9. um microfone externo; 10. carenagem.
Análise funcional	<p>O alarme de campainha alerta o usuário quando ele recebe visitas. O produto reconhece a maioria das campainhas e interfonos e também pode ser programado para identificá-los. A transmissão do alarme da campainha tem um alcance de até 250m e sua bateria pode durar de 5 a 10 anos. O alarme deve ser conectado a outros produtos da linha <i>Visit Smart Home</i> para que o seu alerta seja transmitido ao usuário, como: relógio despertador, alarme luminoso, alarme de pulso ou <i>pager</i> (BELLMAN & SYMFON, 2015).</p>
Análise ergonômica	<p>O alarme de campainha não tem menus de navegação complexos e é simples de ser utilizado pelo usuário. O alarme, que deve ser fixado na parede a uma distância máxima de 3 centímetros da campainha, pode ser facilmente instalado pelo próprio usuário (BELLMAN & SYMFON, 2015).</p>
Preço	<p>\$ 133,81 (HEALTH AND CARE UK, 2015).</p>

Quadro 6 - Análise do alarme de telefone da linha *Visit Smart Home*

ALARME DE TELEFONE <i>(Telephone Transmitter)</i>	
Análise estrutural	<p>O alarme de telefone conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. um botão de teste; 2. um botão de configuração; 3. duas luzes de <i>LED</i>; 4. duas entradas P1; 5. duas baterias AA; 6. suporte de parede; 7. uma entrada <i>Ethernet</i>; 8. carenagem.
Análise funcional	<p>O alarme de telefone alerta o usuário quando ele recebe um telefonema ou mensagem de voz. O produto detecta ligações de telefones fixos, móveis e até mesmo de <i>tablets</i>. A transmissão do alarme de telefone tem um alcance de até 250m e sua bateria dura entre 5 e 10 anos. O alarme deve ser conectado a outros produtos da linha <i>Visit Smart Home</i> para que o seu alerta seja transmitido ao usuário, como: relógio despertador, alarme luminoso, alarme de pulso ou <i>pager</i> (BELLMAN & SYMFON, 2015).</p>
Análise ergonômica	<p>Assim como o alarme de campainha, o alarme de telefone não tem menus de navegação complexos e é simples de ser utilizado. O produto pode ser utilizado fixado na parede ou sobre uma mesa e sua carenagem é resistente a violações (BELLMAN & SYMFON, 2015).</p>
Preço	<p>\$ 88,80 (ACTION ON HEARING LOSS, 2017).</p>

Fonte: Bellman & Symfon (2015)

Quadro 7 - Análise do sensor de celular da linha *Visit Smart Home*

SENSOR DE CELULAR (Mobile Phone Sensor)	
Análise estrutural	<p>O sensor de celular conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. um conector P1; 2. base antiderrapante; 3. uma bateria AAA; 4. carenagem.
Análise funcional	<p>O sensor de celular é ativado quando a tela de um telefone celular ou <i>tablet</i> se acende. Para tanto, é necessário posicionar o sensor de celular no topo do aparelho e conectá-lo ao relógio despertador, alarme luminoso ou alarme de telefone para que haja a transmissão do alarme (BELLMAN & SYMFON, 2013).</p>
Análise ergonômica	<p>O sensor de celular da <i>Bellman & Symfon</i> é ideal para pessoas com visão prejudicada ou destreza limitada. O produto possui <i>grip</i> ergonômico, facilitando o seu manuseio; e centro de gravidade baixo, fazendo com que ele se mantenha na posição horizontal mesmo que o usuário bata no sensor. Sua base antiderrapante o mantém em cima do telefone celular do usuário, evitando deslizamentos (BELLMAN & SYMFON, 2013).</p>
Preço	<p>\$ 39,95 (AMAZON, 2017).</p>

Fonte: Bellman & Symfon (2013)

Quadro 8 - Análise da babá eletrônica da linha *Visit Smart Home*

BABÁ ELETRÔNICA (Baby Monitor)	
Análise estrutural	<p>A babá eletrônica conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. um botão de teste; 2. um botão de configuração; 3. duas luzes de <i>LED</i>; 4. um microfone; 5. uma entrada P1; 6. um botão para ligar e desligar o alarme; 7. duas baterias AA; 8. suporte de parede; 9. carenagem; 10. um tapete de contato.
Análise funcional	<p>A babá eletrônica monitora os sons produzidos por crianças e envia notificações para seus pais, mesmo quando eles estão distantes ou dormindo. O produto tem um alcance de até 250 m e conta com um tapete de contato que detecta quando a criança está no chão, notificando os pais. É possível ajustar a sensibilidade da babá eletrônica de acordo com o som do ambiente e também é possível conectá-la a produtos da linha <i>Visit Smart Home</i>, como: relógio despertador, alarme de pulso, alarme luminoso e <i>pager</i> (BELLMAN & SYMFON, 2012).</p>
Análise ergonômica	<p>A babá eletrônica não tem menus de navegação e é simples de ser utilizada, podendo ser fixada na parede ou sobre uma mesa. Sua carenagem é resistente a violações, evitando que a criança abra o produto e se machuque com algum componente (BELLMAN & SYMFON, 2012).</p>
Preço	<p>\$ 181,45 (ACTION ON HEARING LOSS, 2017).</p>

Fonte: Bellman & Symfon (2012)

Quadro 9 - Análise do alarme de incêndio da linha *Visit Smart Home*

ALARME DE INCÊNDIO (Smoke Alarm Optothermal)	
Análise estrutural	<p>O alarme de incêndio conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. um alto falante; 2. um botão de teste; 3. uma antena; 4. uma bateria 9V; 5. um suporte de teto; 6. parafusos; 7. carenagem.
Análise funcional	<p>O alarme de incêndio detecta fumaças e fogo no estágio inicial e transmite o sinal de alarme para o dispositivo vibratório, <i>pager</i>, alarme piscante, relógio despertador ou alarme de pulso. O alarme notifica o usuário quando suas baterias estão acabando e é equipado com o “<i>toast mode</i>”, que é um modo de operação do alarme de incêndio que evita falsos alarmes quando o usuário está cozinhando (BELLMAN & SYMFON, 2015).</p>
Análise ergonômica	<p>O alarme de incêndio conta com uma instalação fácil e rápida, mas requer que o usuário seja apto para subir escadas e fazer a instalação e manutenção (BELLMAN & SYMFON, 2015). O “<i>toast mode</i>” é útil, mas pode ser perigoso, visto que reduz a sensibilidade do alarme de incêndio e pode postergar a detecção de um fogo inicial.</p>
Preço	<p>\$ 329,00 (HEAR FOR LESS, 2017).</p>

Quadro 10 - Análise do alarme de pulso da linha *Visit Smart Home*

ALARME DE PULSO <i>(Wrist Receiver)</i>	
Análise estrutural	<p>O alarme de pulso conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pulseira de silicone; 2. cinco <i>LEDs</i>; 3. um carregador; 4. uma bateria V40H.
Análise funcional	<p>O alarme de pulso notifica o usuário com vibrações quando a campainha, o telefone, a babá eletrônica ou o alarme de incêndio tocam. É o menor alarme da <i>Bellman & Symfon</i> que também conta com um carregador, um dispositivo vibratório e uma pulseira extra (BELLMAN & SYMFON, 2013).</p>
Análise ergonômica	<p>O alarme de pulso conta com uma pulseira de silicone que não machuca a pele do usuário. O produto produz uma vibração discreta, de modo a evitar desconforto em seu usuário. Assim como o alarme luminoso e o <i>pager</i>, o alarme de pulso conta com um <i>display</i> composto por luzes de <i>LED</i> de cores distintas e ícones que indicam o que cada cor significa (telefone tocando, campainha, babá eletrônica ou alarme de incêndio), auxiliando na identificação do sinal produzido quando a luz de <i>LED</i> pisca. Além disso, é possível configurar o dispositivo para que vibre em diferentes ritmos, dependendo do tipo de emergência. Também é possível programar diferentes padrões piscantes para as luzes de <i>LED</i>, mas essa é uma tarefa que requer conhecimentos avançados do usuário sobre o produto (BELLMAN & SYMFON, 2013).</p>
Preço	<p>\$ 235,53 (HEALTH AND CARE UK, 2017).</p>

Fonte: Bellman & Symfon (2013)

Quadro 11 - Análise do *pager* da linha *Visit Smart Home*

<p style="text-align: center;">PAGER</p>	
<p style="text-align: center;">Análise estrutural</p>	<p>O <i>pager</i> conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. cinco luzes de <i>LED</i>; 2. um botão de controle; 3. um <i>clip</i>; 4. um ejetor de bateria; 5. uma bateria AAA; 6. um carregador; 7. carenagem.
<p style="text-align: center;">Análise funcional</p>	<p>O <i>pager</i> notifica seus usuários com vibrações e luzes piscantes quando algum dispositivo (alarme de incêndio, baba eletrônica, campainha ou alarme de telefone) é ativado. Durante a noite é possível conectar o dispositivo vibratório ao carregador do <i>pager</i>, que também conta com uma bateria que dura até 3 semanas (BELLMAN & SYMFON, 2013).</p>
<p style="text-align: center;">Análise ergonômica</p>	<p>O <i>pager</i> é pequeno, leve (pesa 70 g) e pode ser carregado no bolso ou no cinto do usuário, visto que é um dispositivo móvel. Como uma forma de segurança, além do <i>clip</i> que prende o produto ao corpo do usuário, o <i>pager</i> também conta com uma corda de segurança que mantém o produto preso ao corpo do usuário. O <i>pager</i> produz uma vibração discreta, de modo a evitar desconforto em seu usuário. Assim como o alarme luminoso, o <i>pager</i> conta com um <i>display</i> frontal composto por luzes de <i>LED</i> de cores distintas e ícones que indicam o que cada cor significa (telefone tocando, campainha, babá eletrônica ou alarme de incêndio), auxiliando na identificação do sinal produzido quando a luz de <i>LED</i> pisca. Além disso, é possível configurar o dispositivo para que vibre em diferentes ritmos, dependendo do tipo de emergência. Também é possível programar diferentes padrões piscantes para as luzes de <i>LED</i>, mas essa é uma tarefa que requer conhecimentos avançados do usuário sobre o produto (BELLMAN & SYMFON, 2013).</p>
<p style="text-align: center;">Preço</p>	<p>\$ 195,95 (AMAZON, 2017).</p>

Quadro 12 - Análise do relógio despertador da linha *Visit Smart Home*

RELÓGIO DESPERTADOR <i>(Alarm Clock Visit)</i>	
Análise estrutural	<p>O relógio despertador conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. um botão para ajustar o horário; 2. um botão para acionar o despertador; 3. um botão soneca; 4. um botão liga / desliga; 5. quatro luzes de <i>LED</i>; 6. uma luz noturna; 7. um alto falante; 8. um visor; 9. um dispositivo vibratório; 10. um botão para mudar o formato da hora (A.M. ou P.M.); 11. quatro baterias AAA; 12. um carregador; 13. uma entrada para carregador; 14. uma entrada P1; 15. uma entrada <i>Ethernet</i>; 16. carenagem.
Análise funcional	<p>O relógio despertador é capaz de acordar seu usuário de três maneiras diferentes: ao som de um alarme que aumenta gradualmente até alcançar 100 dB, utilizando <i>flashes</i> de luzes de <i>LED</i> de alto brilho, ou por meio de um forte dispositivo vibratório que pode ser posicionado embaixo do travesseiro ou colchão. É possível configurar o horário e o alarme utilizando os botões laterais do relógio despertador. O despertador é ativado utilizando o botão de alarme no topo do produto e desativado utilizando o botão soneca. O relógio despertador também fornece uma iluminação noturna que é acesa ao apertar o botão soneca por 3 segundos. Para que funcione, o relógio despertador é conectado a uma tomada de energia, mas graças à suas baterias reserva, ele mantém o seu funcionamento em ocasiões de queda de energia elétrica. Além de emitir sistemas de alerta que despertam o seu usuário em um horário programado, o relógio despertador pode ser conectado a todos os outros produtos da linha <i>Visit Smart Home</i>, exceto ao alarme de pulso (BELLMAN & SYMFON, 2011).</p>
Análise ergonômica	<p>O relógio despertador tem uma interface de fácil compreensão e comandos bem definidos, permitindo que seu usuário consiga utilizá-lo de forma ágil. O produto conta com 3 diferentes estímulos para despertar o usuário, que pode escolher a forma mais adequada de ser acordado (som, luz ou vibração) (BELLMAN & SYMFON, 2011). O dispositivo vibratório que acompanha o relógio despertador não tem nenhum tipo de acessório que o fixe embaixo do travesseiro ou colchão, podendo cair da cama do usuário que, como consequência, não será acordado (AMAZON, 2017).</p>
Preço	<p>\$ 99,95 (AMAZON, 2017).</p>

Quadro 13 - Análise do alarme luminoso da linha *Visit Smart Home*

ALARME LUMINOSO (Flash Receiver)	
Análise estrutural	<p>O alarme luminoso conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. cinco luzes de LED; 2. luzes de <i>xenon</i>; 3. uma base; 4. um botão de liga / desliga; 5. uma entrada para conectar o carregador; 6. um carregador; 7. quatro baterias AAA; 8. uma entrada para conectar o sensor de celular; 9. uma entrada para conectar o dispositivo vibratório; 10. uma entrada <i>Ethernet</i>; 11. carenagem.
Análise funcional	<p>O alarme luminoso alerta o usuário quando a campainha ou o telefone tocam, quando a babá eletrônica é acionada ou quando o alarme de incêndio dispara. É <i>wireless</i> e tem o topo rotacionável, o que permite o direcionamento da luz piscante. O alarme luminoso pode ser conectado a todos os outros produtos da linha <i>Visit Smart Home</i> (BELLMAN & SYMFON, 2016).</p>
Análise ergonômica	<p>O alarme luminoso da <i>Bellman & Symfon</i> conta com um <i>display</i> frontal composto por luzes de LED de cores distintas e ícones que indicam o que cada cor significa (telefone tocando, campainha, babá eletrônica ou alarme de incêndio), auxiliando o usuário na identificação do sinal produzido quando a luz de <i>xenon</i> pisca. Além disso, quando conectado ao dispositivo vibratório, o alarme luminoso faz com que o dispositivo vibre em diferentes ritmos, dependendo do tipo de emergência. Também é possível programar diferentes padrões piscantes para a luz de <i>xenon</i>, mas essa é uma tarefa que requer conhecimentos avançados do usuário sobre o produto. Os padrões piscantes da luz de <i>xenon</i> podem causar ataques epiléticos (BELLMAN & SYMFON, 2016).</p>
Preço	<p>\$ 173,95 (AMAZON, 2017).</p>

4.4.2 Sonic Alert

A *Sonic Alert* é uma empresa americana especializada em produtos para pessoas surdas, fundada pelo empresário Adam Kollin. Com o objetivo de prover maior autonomia para as pessoas com perda auditiva dentro de suas casas, a *Sonic Alert* desenvolveu uma linha de produtos de automação residencial chamada *Home Aware*, que engloba soluções para o dia a dia de pessoas surdas utilizando tecnologias sem fio (KOLLIN, 2017). As análises dos produtos da linha *Home Aware* podem ser vistas nos quadros 14 a 17, a seguir:

Quadro 14 - Análise do alarme de incêndio da linha *Home Aware*

ALARME DE INCÊNDIO (Smoke Alert)	
Análise estrutural	<p>O alarme de incêndio conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. entrada para conector; 2. conector entre o alarme e a central de alerta; 3. um botão de <i>reset</i>; 4. um botão de ligar / desligar; 5. uma bateria 9V; 6. uma luz de <i>LED</i>; 7. um detector sonoro; 8. carenagem.
Análise funcional	<p>Para que o alarme de incêndio da linha <i>Home Aware</i> funcione é necessário ter um detector de fumaça instalado previamente no local. O alarme da <i>Home Aware</i> alerta seus usuários quando o detector de fumaça toca enviando um sinal para a central de alerta que exibe a mensagem “<i>Smoke</i>” em seu <i>display</i>. O produto também tem um <i>LED</i> vermelho em sua região frontal que pisca em caso de incêndios e é possível controlar a sensibilidade do produto (SONIC ALERT, 2017).</p>
Análise ergonômica	<p>O alarme, que não possui menus de navegação, tem instalação e configuração fácil e rápida que pode ser feita pelo próprio usuário (SONIC ALERT, 2017). O usuário tem pouco contato e interação com o produto e sua manutenção consiste apenas na troca de sua bateria.</p>
Preço	<p>\$79,99 (SONIC ALERT, 2017).</p>

Quadro 15 - Análise da campainha da linha *Home Aware*

CAMPAINHA (Doorbell)	
Análise estrutural	<p>A campainha conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. entrada P1; 2. um botão de campainha; 3. um botão de ligar / desligar; 4. uma bateria A23; 5. uma luz de <i>LED</i>; 6. carenagem.
Análise funcional	<p>A campainha alerta quando um visitante chega, transmitindo um sinal para a central de alerta. É possível ligar até 8 campainhas à central de alerta e a instalação do produto pode ser feita em minutos sem requerer nenhum fio. A campainha também pode ser utilizada como um alerta de socorro portátil (SONIC ALERT, 2017).</p>
Análise ergonômica	<p>O alarme, que não possui menus de navegação, tem instalação e configuração fácil e rápida que pode ser feita pelo próprio usuário. O usuário pode utilizar o produto como uma campainha, deixando-o fixado próximo a porta de casa, ou como um alerta de socorro portátil, mantendo o alarme sempre consigo e utilizando-o em casos de emergência. O alarme é leve e funciona sem fios (SONIC ALERT, 2017).</p>
Preço	<p>\$79,99 (SONIC ALERT, 2017).</p>

Fonte: Sonic Alert (2017)

Quadro 16 - Análise do alarme de telefone da linha *Home Aware*

ALARME DE TELEFONE <i>(Phone Transmitter)</i>	
Análise estrutural	<p>A campainha conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. entrada ADSL; 2. um cabo ADSL; 3. um botão de ligar / desligar; 4. uma bateria A23; 5. uma luz de <i>LED</i>; 6. carenagem.
Análise funcional	<p>O alerta de telefone avisa o usuário quando uma chamada de telefone, vídeo ou fax ocorre por meio da transmissão de um sinal para a central de alerta. O produto é plugado em um telefone por meio de um cabo ADSL (SONIC ALERT, 2017).</p>
Análise ergonômica	<p>Assim como o alarme de incêndio, o alarme de telefone não possui menus de navegação e conta com instalação e configuração fácil e rápida que pode ser feita pelo próprio usuário (SONIC ALERT, 2017). O usuário tem pouco contato e interação com o produto e sua manutenção consiste apenas na troca de sua bateria.</p>
Preço	<p>\$69,99 (SONIC ALERT, 2017).</p>

Fonte: Sonic Alert (2017)

Quadro 17 - Análise da central de alerta da linha *Home Aware*

CENTRAL DE ALERTA <i>(Home Aware HA360MK)</i>	
Análise estrutural	<p>A central de alerta conta com os seguintes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 5 baterias AA; 2. <i>display</i>; 3. botões de comando; 4. alto falante; 5. luz de <i>LED</i> estroboscópico; 6. entrada <i>USB</i>; 7. 1 entrada para dispositivo vibratório; 8. 3 entradas <i>Ethernet</i>; 9. 1 entrada para bateria externa; 10. carenagem.
Análise funcional	<p>A central de alerta, que utiliza a tecnologia de radiofrequência, tem uma área de cobertura de até 300 metros. Toda vez que um transmissor envia um sinal para a central de alerta, o produto apresenta uma mensagem em seu <i>display</i>, além de acionar os seus alertas sonoros vibratórios. O produto conta com uma bateria interna de <i>backup</i>, permitindo que a central de alerta permaneça em funcionamento mesmo em ocasiões de queda de energia. A central de alerta também funciona como um relógio despertador, onde é conectado o dispositivo vibratório que acorda o usuário (SONIC ALERT, 2017).</p>
Análise ergonômica	<p>Levando em consideração usuários com visão limitada, o produto, além de utilizar um grande <i>display</i>, também alerta o usuário por meio de um alarme sonoro que pode chegar a até 100 dB, e de uma luz de <i>LED</i> estroboscópico de alta potência (SONIC ALERT, 2017).</p>
Preço	<p>\$89,99 (SONIC ALERT, 2017).</p>

Fonte: Sonic Alert (2017)

4.4.3 Considerações sobre os produtos similares

A análise dos produtos da *Bellman & Symfon* e da *Sonic Alert* mostrou que é possível automatizar as residências de pessoas surdas por meio de uma linha modular de produtos que se comunicam fazendo o uso de internet sem fio. Pôde-se perceber, por meio das imagens dos similares, que os produtos possuem dimensões pequenas e linguagem visual neutra e discreta, possivelmente para não interferir de modo excessivo na estética do espaço físico onde são instalados. Os produtos de ambas as marcas possuem fácil instalação, mas para conseguir utilizar os produtos da *Bellman & Symfon* plenamente são requeridos conhecimentos avançados dos usuários sobre seu funcionamento. As linhas *Visit Smart Home*, da *Bellman & Symfon*, e *Home Aware*, da *Sonic Alert*, por serem modulares, possibilitam que o usuário adquira apenas os produtos que ele necessita para automatizar sua casa, podendo ser consideradas linhas de produtos personalizáveis de acordo com as necessidades do usuário. Estes são elementos importantes que devem ser preservados no projeto.

5 PROJETO CONCEITUAL

Baseando-se na coleta de dados relacionados à surdez e a importância da adequação dos espaços físicos para as pessoas surdas, é apresentada a seguir a geração de diferentes soluções para atender os requisitos de projeto estabelecidos na etapa do projeto informacional.

De acordo com Back et al. (2008), a etapa do projeto conceitual tem por objetivo conceber várias soluções para um mesmo problema, selecionando-se a alternativa que melhor atende aos requisitos de projeto. Ainda conforme o autor, é necessário utilizar diferentes ferramentas para alcançar soluções diversificadas para o problema de projeto, por isso, com o objetivo de guiar a geração de alternativas que serão selecionadas posteriormente, o projeto conceitual conta com a elaboração de personas e cenários, mapa conceitual e painéis semânticos.

5.1 PERSONAS E CENÁRIOS

Levando em consideração as informações obtidas por meio de entrevistas e bibliografias, foram desenvolvidas 2 personas e seus respectivos cenários para descrever o público-alvo e o ambiente onde ele está inserido. Segundo Pazmino (2015), a elaboração de personas e cenários auxilia o designer no desenvolvimento de produtos e torna o público-alvo “mais humano, surgindo, então, um relacionamento afetivo entre o *designer* e o usuário” (PAZMINO, 2015, p. 111). Foram elaboradas duas personas, exibidas na figura 6, e seus cenários: Carla, uma criança surda filha de surdos e Robson, um adolescente surdo filho de ouvintes.

Figura 6 - Carla e Robson



Fonte: da autora

5.1.1 Carla

Carla é brasileira, tem 7 anos de idade e mora em uma casa em Porto Alegre com seus pais surdos. Carla cursa o primeiro ano do ensino fundamental em uma escola de surdos, fala LIBRAS, mas ainda não lê português. Apesar da idade, Carla já utiliza um *smartphone* para se comunicar à distância com seus amigos por meio de

vídeo. Carla tem uma boa relação com seus pais surdos e é com eles que ela aprende a ser uma pessoa independente, mesmo com a ausência da audição. Sua casa não possui nenhum tipo de automação que a diferencie da casa de uma pessoa ouvinte, dessa forma ela e seus pais levam um tempo maior para ter conhecimento dos acontecimentos que envolvem estímulos sonoros dentro de casa.

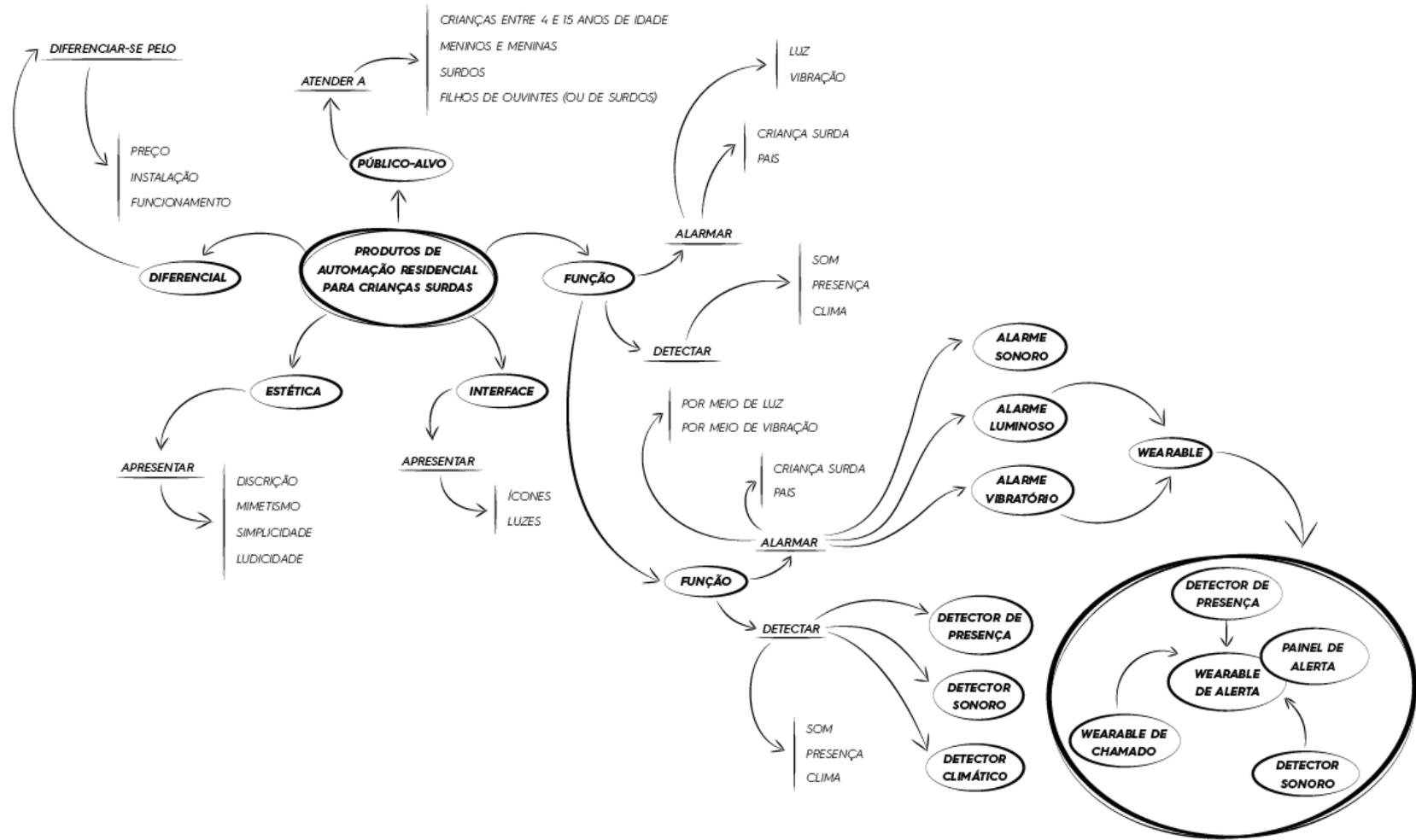
5.1.2 Robson

Robson é brasileiro, tem 14 anos de idade e mora em um apartamento em Porto Alegre com seus pais ouvintes. Está cursando o último ano do ensino fundamental em uma escola de surdos e fala LIBRAS. Robson utiliza LIBRAS para se comunicar com seus pais ouvintes. Robson transita também em ambientes frequentados por pessoas ouvintes, visto que seus familiares são ouvintes, e por pessoas surdas, visto que grande parte dos seus amigos são surdos. Robson lê em português com bastante dificuldade e, além de se comunicar por vídeo com seus amigos por meio de um *smartphone*, também é capaz de se comunicar por meio de pequenos textos. Robson é dependente de seus pais para realizar atividades cotidianas, como acordar para ir à escola, saber quando alguém está por perto ou quando alguém está tentando chamar sua atenção.

5.2 MAPA CONCEITUAL

“O mapa conceitual é um instrumento utilizado para representar graficamente partes do conhecimento adquirido sobre determinado tema ou conteúdo.” (PAZMINO, 2015, p.182). Pazmino (2015) afirma que o mapa conceitual pode ser utilizado em diferentes etapas do projeto de produto e, neste caso, a ferramenta foi utilizada durante o projeto conceitual com o objetivo de identificar os produtos a serem projetados para atender os requisitos de projeto.

Figura 7 - Mapa conceitual



Fonte: da autora

O mapa conceitual, figura 7, tem como tema central “produtos de automação residencial para crianças surdas”. O mapa desdobra-se por meio de cinco palavras de enlace, que são: diferencial, público-alvo, estética, interface e função. A partir do desdobramento das palavras de enlace, obteve-se cinco possíveis produtos para serem projetados durante a fase da geração de alternativas:

- a) um detector de presença, que tem como objetivo captar pessoas dentro ou em torno da casa da criança surda, substituindo a campainha;
- b) um detector sonoro de alarmes, que tem como objetivo captar o som de alarmes dentro ou em torno da casa do usuário, como o alarme de incêndio, e informar a criança surda de que um determinado alarme sonoro foi ativado;
- c) um *wearable* de chamado a ser utilizado pelo pai da criança surda, que tem como objetivo alertar a criança quando seus pais precisam se comunicar com ela, além de alertar os pais quando a criança encontra-se em alguma situação de emergência;
- d) um *wearable* de alerta, que tem como função receber as informações transmitidas pelos detectores e pelo *wearable* de chamado, e transmiti-las para a criança surda, além de exercer as funções de um relógio despertador vibratório e de um alarme em caso de emergências;
- e) um painel de alerta, que tem como funções receber as informações transmitidas pelos detectores e transmiti-las para a criança surda, além de transmitir um alarme sonoro para os pais da criança quando esta ativa o alarme de emergência presente em seu *wearable* de alerta.

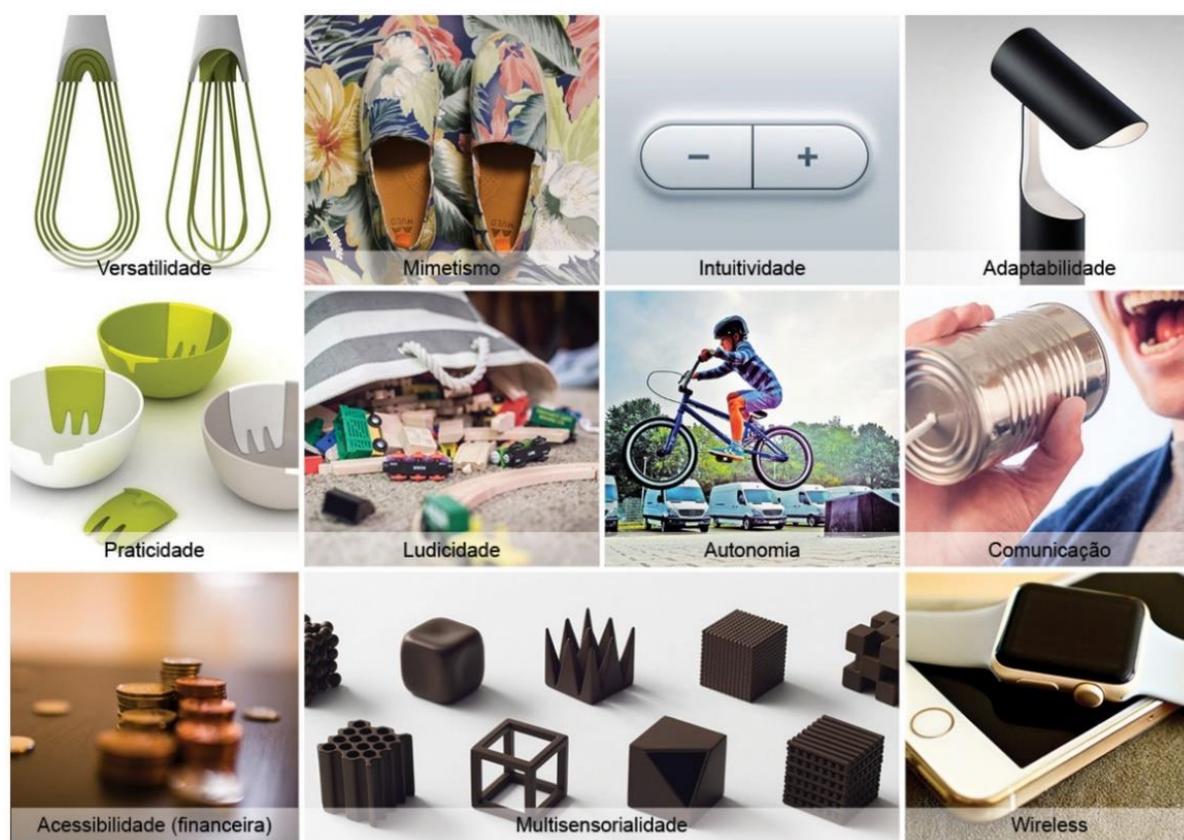
5.3 PAINÉIS SEMÂNTICOS

Os painéis semânticos são representações visuais, dos diferentes aspectos de um projeto (MARTIN, 2012). Com o objetivo de representar visualmente o conceito do produto, sua estética e seu público-alvo, foram desenvolvidos 3 diferentes painéis semânticos: painel de conceito, painel do público-alvo e painel visual do produto.

5.3.1 Painel de conceito

Segundo Pazmino (2015), o painel de conceito tem por objetivo facilitar a visualização dos significados do produto a ser desenvolvido durante a fase conceitual do projeto. Logo, foi elaborado um painel de conceito para o desenvolvimento do projeto, como pode ser visto na figura 8, que conta com palavras oriundas dos requisitos do usuário e imagens que as representam.

Figura 8 - Painel de conceito



Fonte: da autora

5.3.2 Painel do público-alvo

De acordo com Pazmino (2015) o painel do público-alvo é composto por imagens que comunicam o perfil e o estilo de vida do público-alvo. A partir dos dados obtidos sobre o público-alvo durante a fase informacional do projeto, em conjunto com a elaboração das personas, foi desenvolvido um painel semântico do público-alvo, que

pode ser visto na figura 9. O painel traz imagens que representam a vida cotidiana de uma criança surda que está em fase de desenvolvimento cognitivo e aprendizagem de LIBRAS, frequenta a escola, faz uso de equipamentos tecnológicos (como *smartphones*) para se comunicar, é ativa, brinca e se relaciona bem com os pais.

Figura 9 - Painel do público-alvo



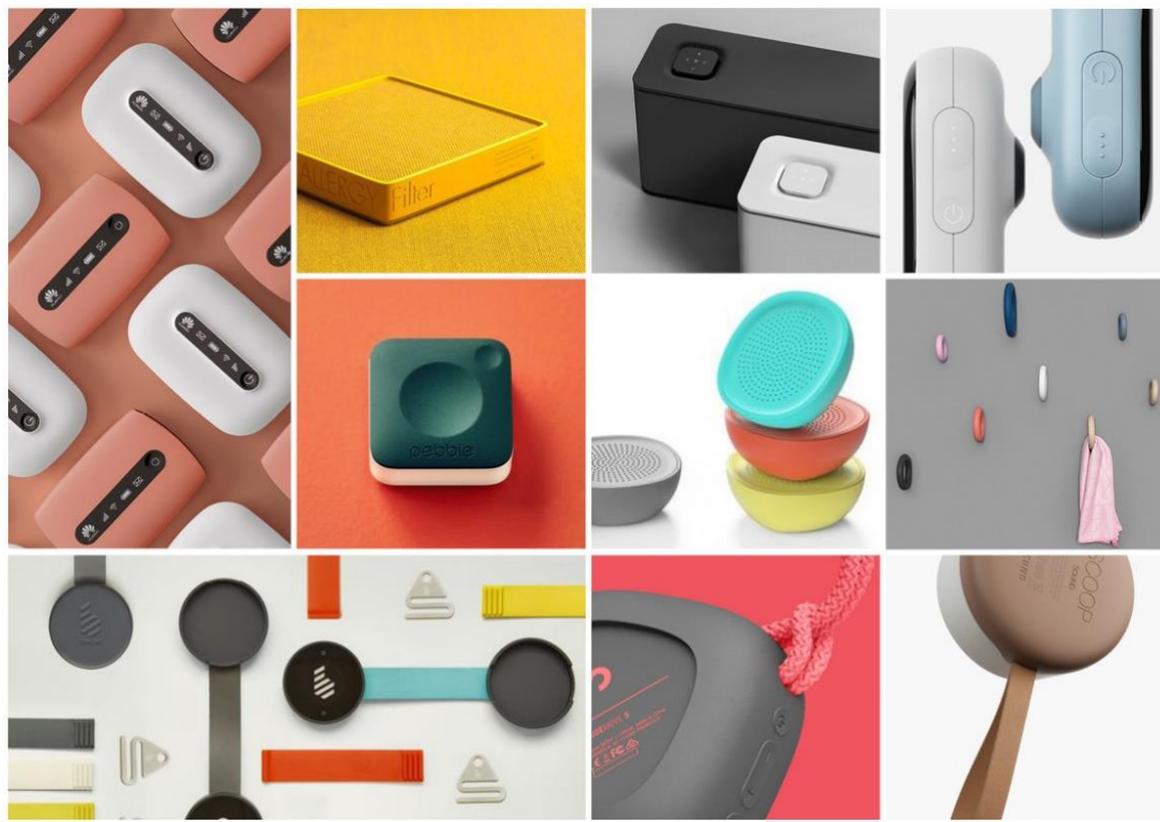
Fonte: da autora

5.3.3 Painel visual do produto

Segundo Pazmino (2015) o painel visual do produto tem como objetivo explorar referências visuais em produtos existentes, sendo esta uma forma de inspiração para a geração de alternativas. Pazmino (2015) recomenda que o painel visual do produto contenha referências visuais que representem os elementos estéticos como cor, estilo e configuração formal pretendidos no projeto. Logo, foi desenvolvido um painel visual do produto (figura 10), contendo referências estéticas que transmitem o significado do produto a ser projetado. A figura 10 apresenta referências estéticas lúdicas, divertidas,

orgânicas e coloridas. Ao mesmo tempo, percebe-se que as referências expostas no painel visual do produto contam com poucos elementos e configuração formal simples.

Figura 10 - Painel visual do produto



Fonte: da autora

5.4 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

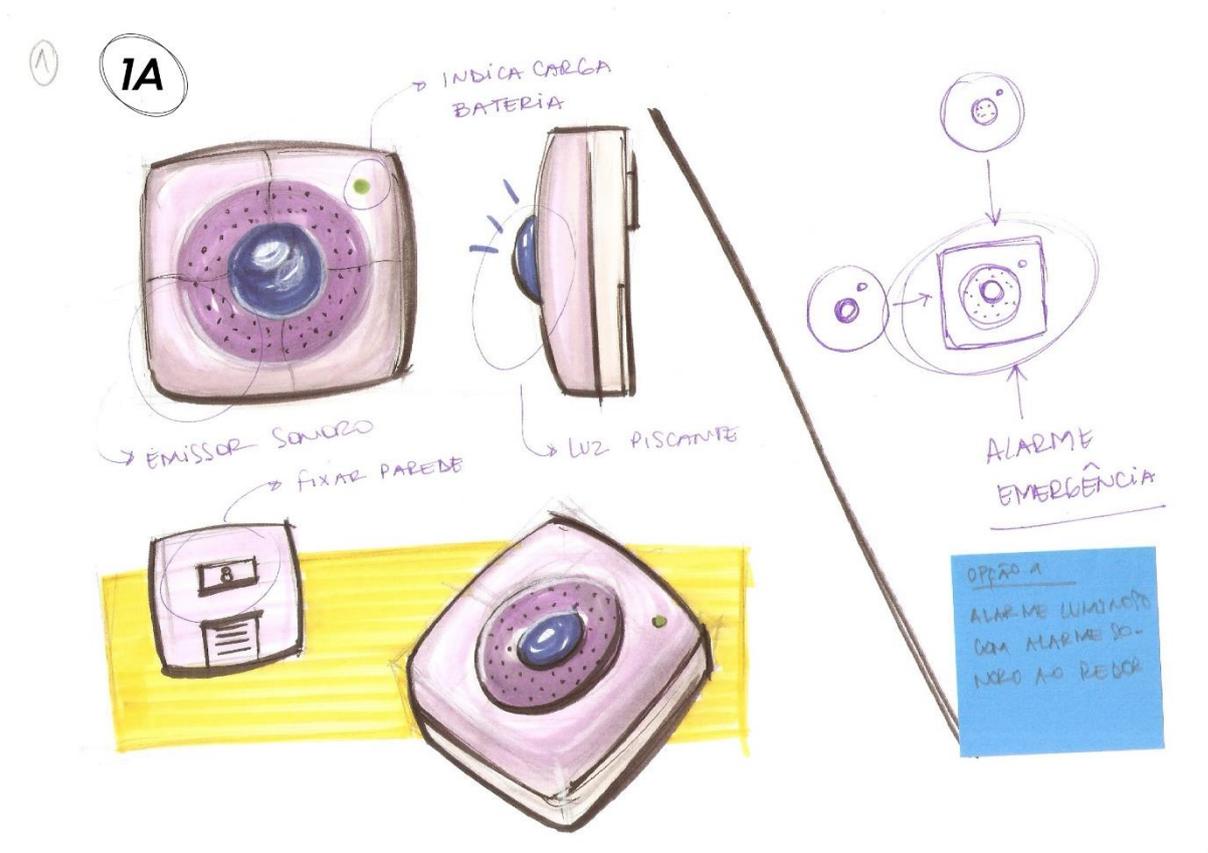
A partir do projeto conceitual foram geradas diferentes alternativas para os produtos definidos no mapa conceitual: um painel de alerta, um *wearable* de alerta, um *wearable* de chamado, um detector de presença e um detector sonoro. As alternativas geradas são compostas por modelos bidimensionais que se baseiam nos painéis semânticos do público-alvo e do visual do produto. Todas as alternativas geradas se comunicam por meio de *internet* sem fio por essa ser uma forma flexível e sem limitações de estabelecer uma conexão entre os produtos que constituem uma rede de automação residencial.

5.4.1 Painel de alerta

O painel de alerta tem a função de receber informações sobre acontecimentos na casa da criança (acontecimentos estes que não podem ser percebidos pelas crianças surdas por exigirem a audição) e transmiti-las visualmente por meio de luzes e ícones, convertendo estímulos sonoros em estímulos visuais. Além disso, o painel também conta com a função de alertar os pais ouvintes das crianças surdas por meio de um alerta sonoro que é acionado quando a criança surda se encontra em alguma situação de emergência e ativa o alarme de seu *wearable* de alerta.

Foram geradas diferentes alternativas para o produto, como pode ser visto nas figuras 11, 12, 13 e 14.

Figura 11 - Geração de alternativas para o painel de alerta

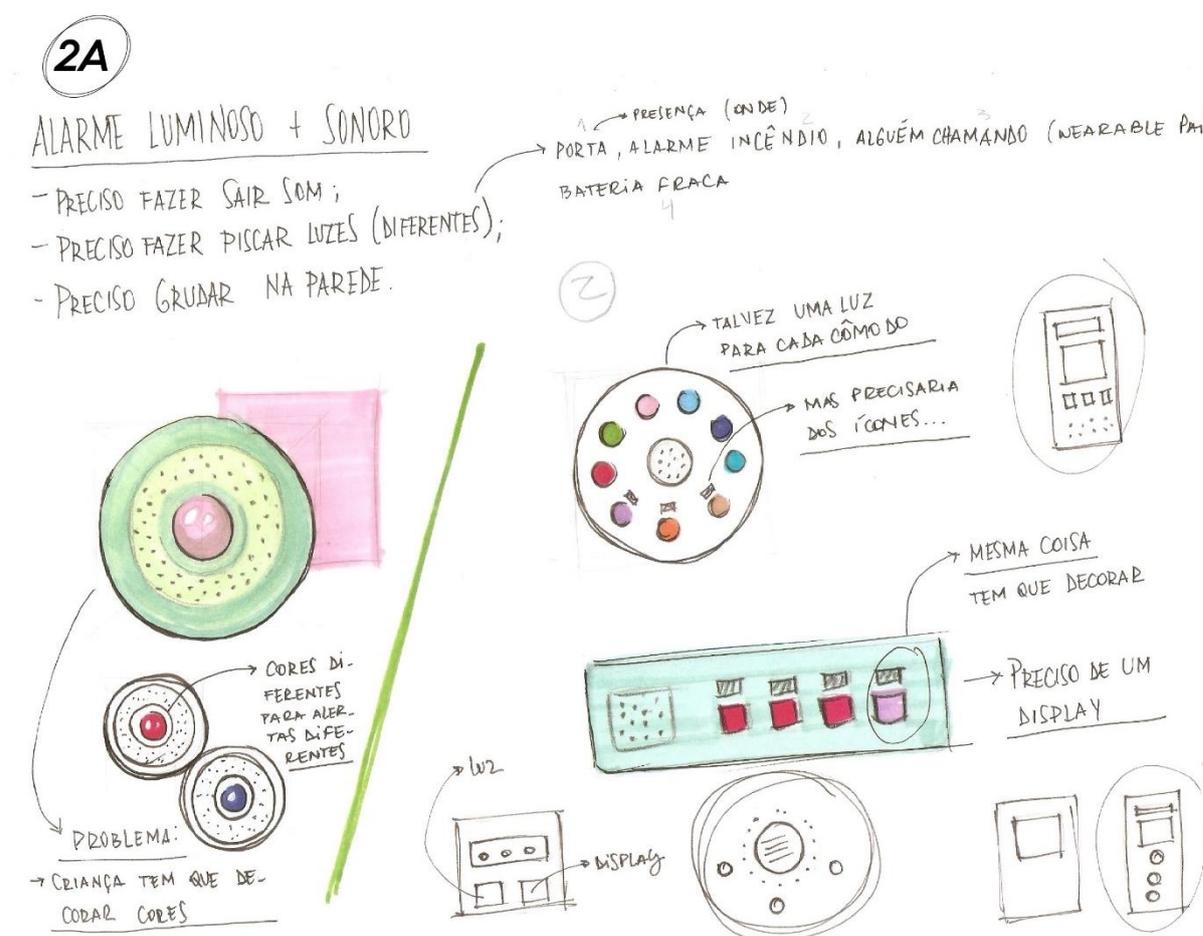


Fonte: da autora

A alternativa 1A, figura 11, explora a utilização de uma luz de *LED* que pisca assim que o produto recebe alguma informação do que está acontecendo na casa da criança surda. A luz de *LED* encontra-se centralizada na vista frontal do produto,

circundada pelo emissor sonoro. A alternativa também conta com uma pequena luz de *LED* na parte superior direita da vista frontal do produto que tem a função de indicar a carga da bateria. Na parte posterior do produto há um suporte para que ele seja fixado na parede com o auxílio de um prego ou gancho e um compartimento para a inserção das baterias. A alternativa faz uso de uma configuração formal prismática, oriunda das referências estéticas do painel visual do produto (figura 10).

Figura 12 - Geração de alternativas para o painel de alerta

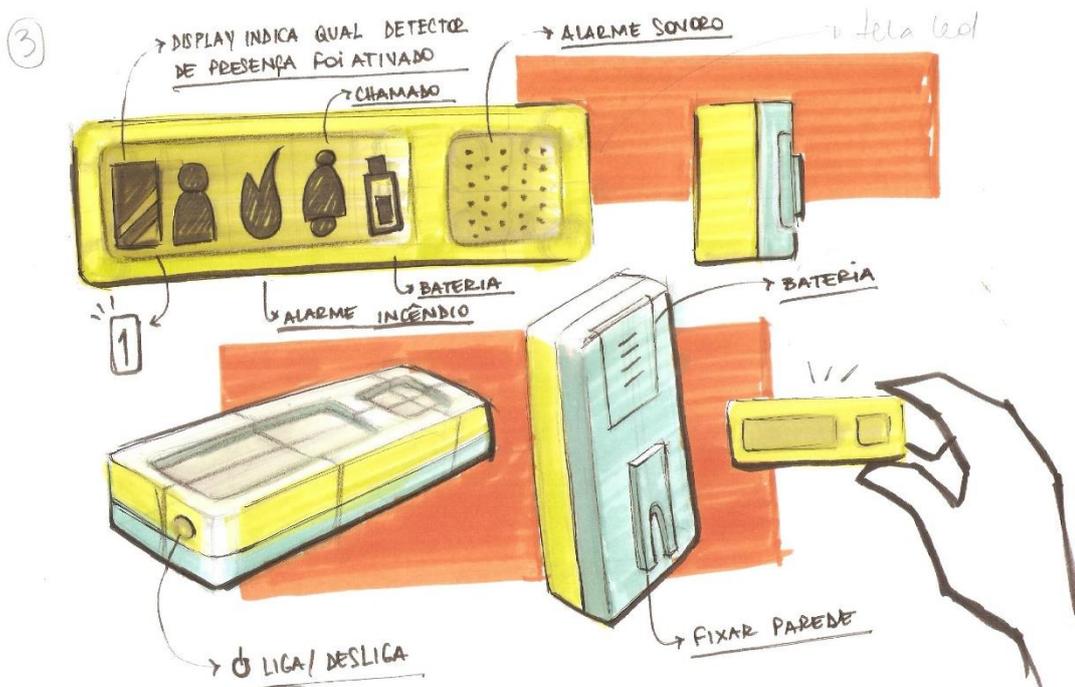
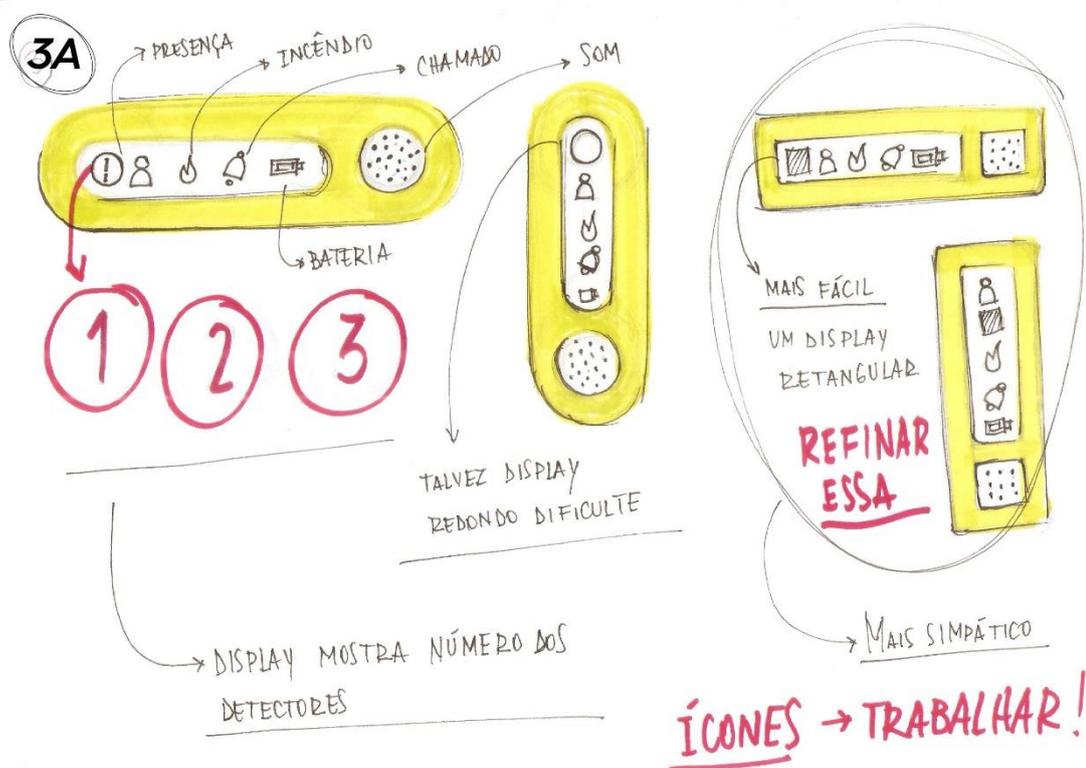


Fonte: da autora

A alternativa 2A, figura 12, explora a utilização de luzes de *LED* de diferentes cores para alarmar a criança surda sobre diversos acontecimentos na sua casa. Cada cor representa uma informação e as luzes de *LED* ficam dispostas em forma circular, onde o alarme sonoro encontra-se no centro. A alternativa faz uso de uma

configuração formal circular, oriunda das referências estéticas do painel visual do produto (figura 10).

Figura 13 - Geração de alternativas para o painel de alerta



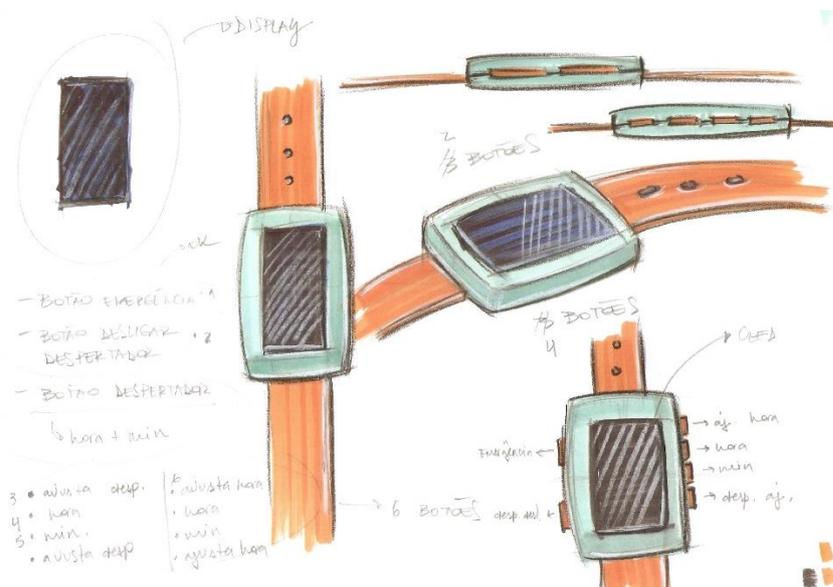
Fonte: da autora

A alternativa 3A, figura 13, explora a utilização de um *display* horizontal para exibir diferentes ícones que informam os acontecimentos na casa da criança surda. A alternativa também conta com um alarme sonoro disposto do lado direito do *display*. Na parte posterior do produto, há um compartimento para a inserção de uma bateria e uma fita adesiva para a fixação do alarme na parede. Assim como a alternativa 1A, o produto segue uma configuração formal prismática, tendo como referência, além do painel visual do produto (figura 10), o formato do *display* de LED, que é retangular.

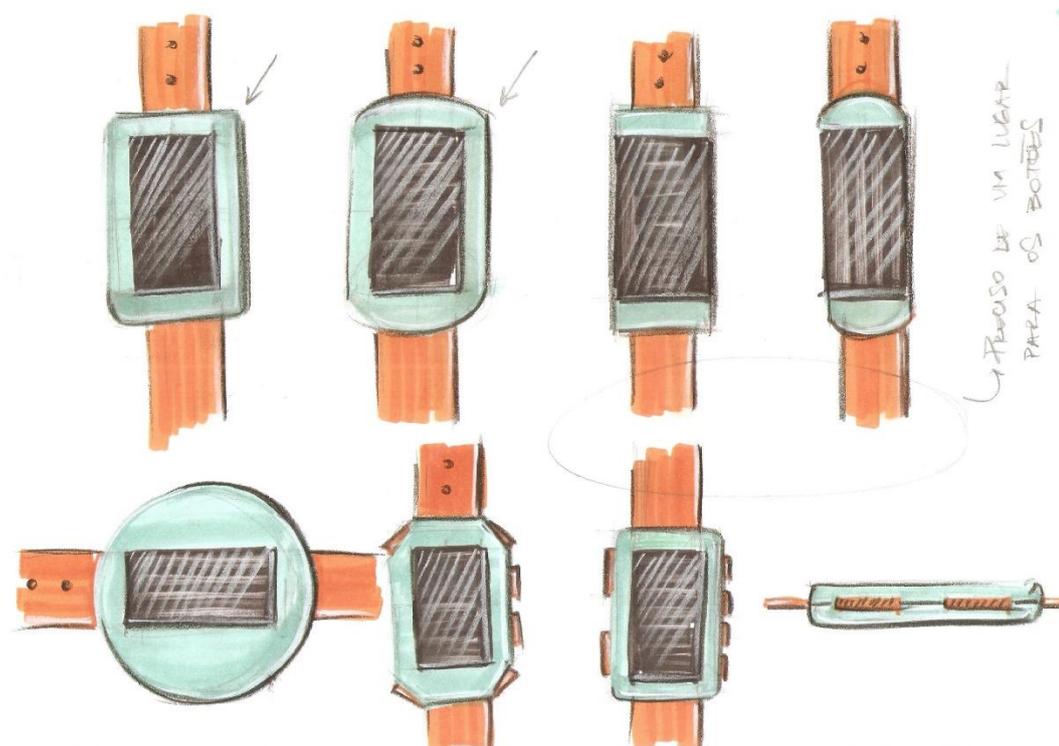
5.4.2 Wearable de alerta

O *wearable* de alerta tem a função de ser uma versão móvel e “vestível” do painel de alerta, sendo composto por um visor que é preso em uma pulseira. Em adição às funcionalidades do painel de alerta, o *wearable* de alerta também funciona como um relógio despertador vibratório, e como um alarme que pode ser ativado quando a criança se encontra em alguma situação de emergência, acionando o alerta sonoro do painel de alerta. O *wearable* de alerta, além de produzir estímulos visuais, também produz estímulos táteis, como a vibração, possibilita que a criança seja alarmada mesmo em situações onde ela não enxerga o visor do produto.

Figura 14 - Geração de alternativas para o *wearable* de alerta



Fonte: da autora

Figura 15 - Geração de alternativas para o *wearable* de alerta

Fonte: da autora

Foram exploradas algumas versões de pulso do *wearable* de alerta (figuras 14 e 15), visto que, ao utilizar o produto no pulso, o usuário pode enxergar o seu visor com maior facilidade que em outras regiões do corpo, como o pescoço. Além disso, por estar em constante contato com o pulso, os estímulos táteis do *wearable* podem ser melhor percebidos pela criança surda.

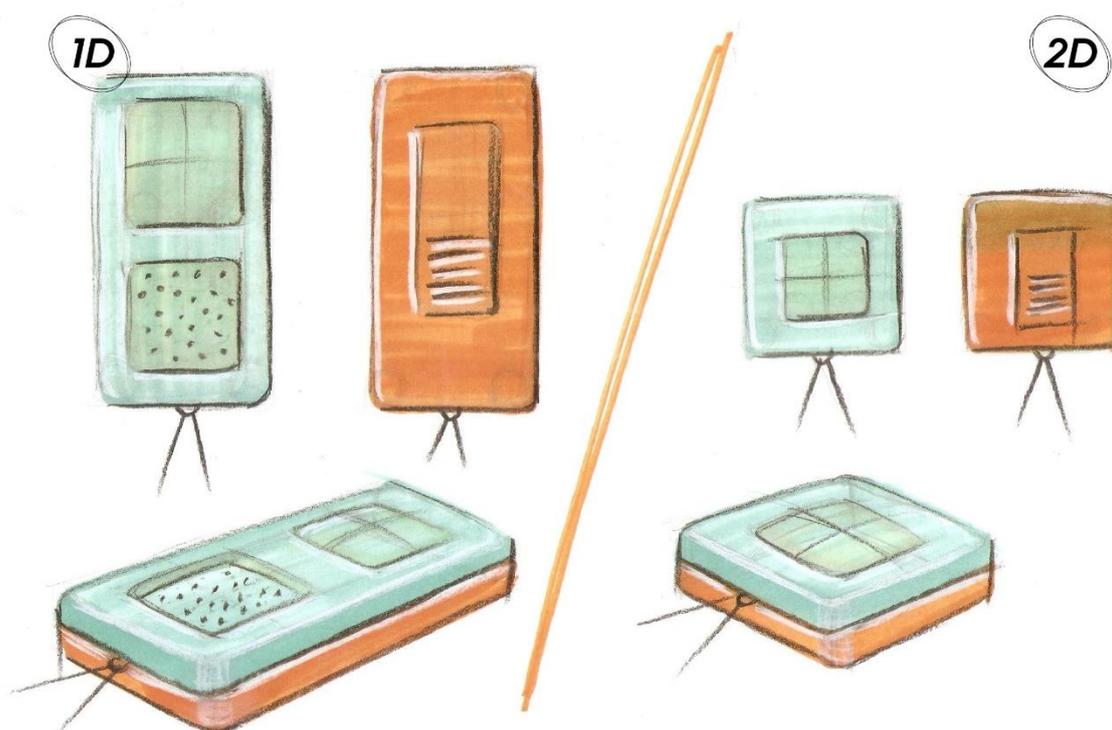
5.4.3 *Wearable* de chamado

O *wearable* de chamado, que deve ser utilizado pelos pais da criança surda, quando ativado, tem a função de comunicar as crianças de que elas estão sendo chamadas por meio de um sinal que é transmitido para o painel e para o *wearable* de alerta. Além disso, o *wearable* de chamado também conta com a função de alertar os pais ouvintes das crianças surdas por meio de um alerta que é acionado quando a

criança surda se encontra em alguma situação de emergência e ativa o alarme de seu *wearable* de alerta.

Foram geradas diferentes alternativas para o produto, como pode ser visto nas figuras 16 e 17.

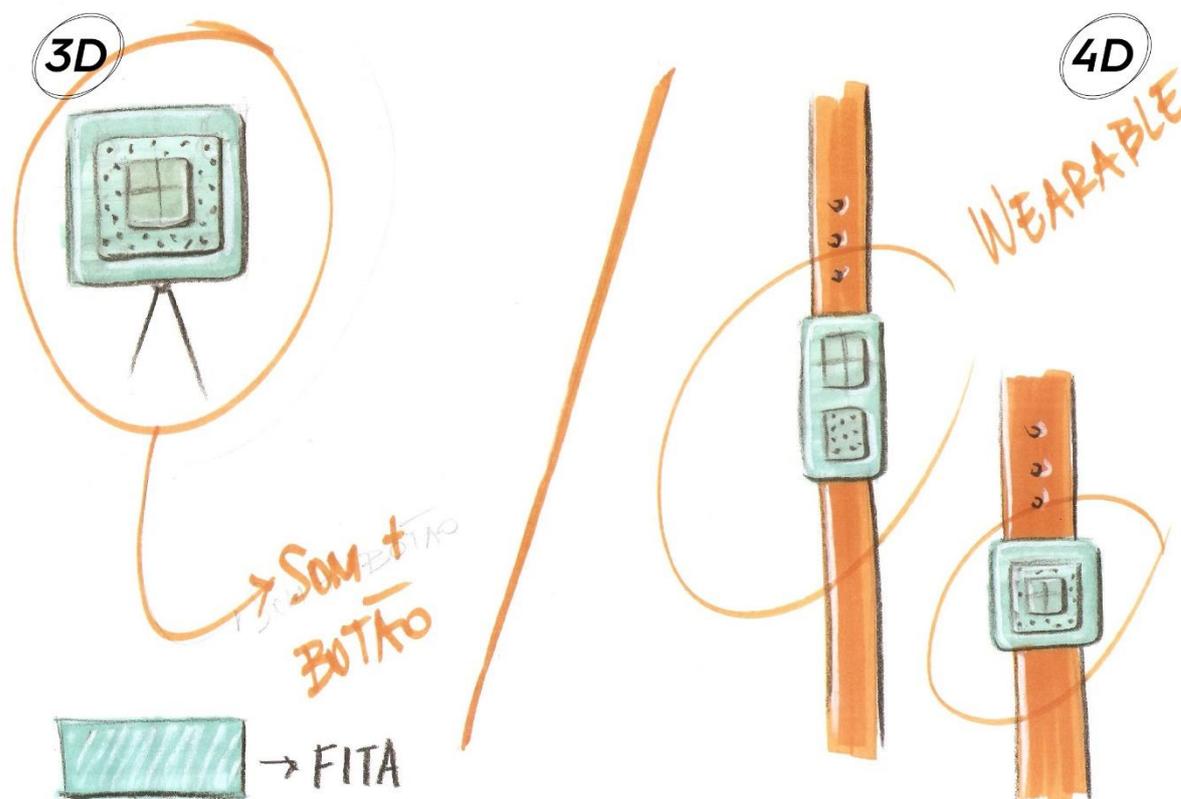
Figura 16 - Geração de alternativas para o *wearable* de chamado



Fonte: da autora

A alternativa 1D, figura 16, explora um *wearable* de chamado com um botão, que tem como objetivo alarmar a criança surda; e um emissor sonoro, que tem como objetivo alarmar os pais ouvintes de que a criança surda está em alguma situação de emergência. A alternativa pode ser fixada ao corpo do usuário por meio de um colar ou por meio de um clip presente na parte posterior do produto, permitindo que ele seja fixado no cinto, no bolso da calça ou na gola da blusa do usuário.

A alternativa 2D, figura 16, explora um *wearable* de chamado com um botão, que tem como objetivo alarmar a criança; e um módulo vibratório, que tem como objetivo alarmar não somente os pais ouvintes, mas também os pais surdos quando a criança está em alguma situação de emergência. A alternativa pode ser fixada ao corpo do usuário por meio de um colar ou por meio de um clip presente na parte posterior do produto.

Figura 17 - Geração de alternativas para o *wearable* de chamado

Fonte: da autora

A alternativa 3D, figura 17, explora um *wearable* de chamado com um botão, que alarma a criança surda, bem como um módulo vibratório e um alarme sonoro para alarmar pais surdos ou ouvintes quando a criança está em alguma situação de emergência. A alternativa pode ser fixada ao corpo do usuário por meio de um colar ou por meio de um clip presente na parte posterior do produto.

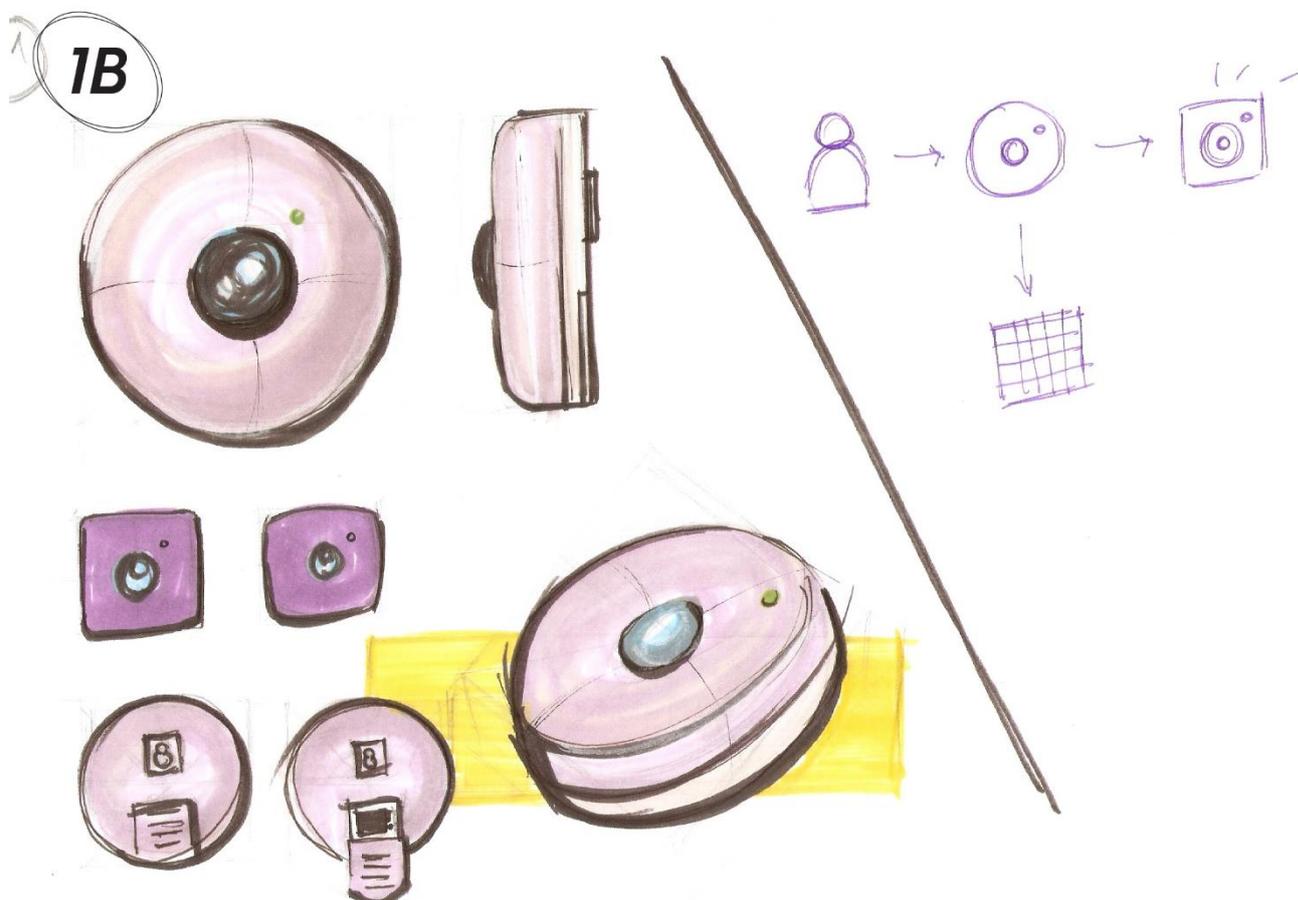
A alternativa 4D, apresentada na figura 17, explora os *wearables* apresentados nas alternativas 2D e 3D com uma pulseira que tem como objetivo fixar o alarme de chamado no pulso dos pais.

5.4.4 Detector de presença

O detector de presença tem como objetivo captar a presença pessoas na porta da residência ou em algum cômodo no interior da casa da criança surda, e enviar esta informação para o painel e *wearable* de alerta.

Foram geradas diferentes alternativas para o detector de presença, como pode ser visto nas figuras 18, 19 e 20.

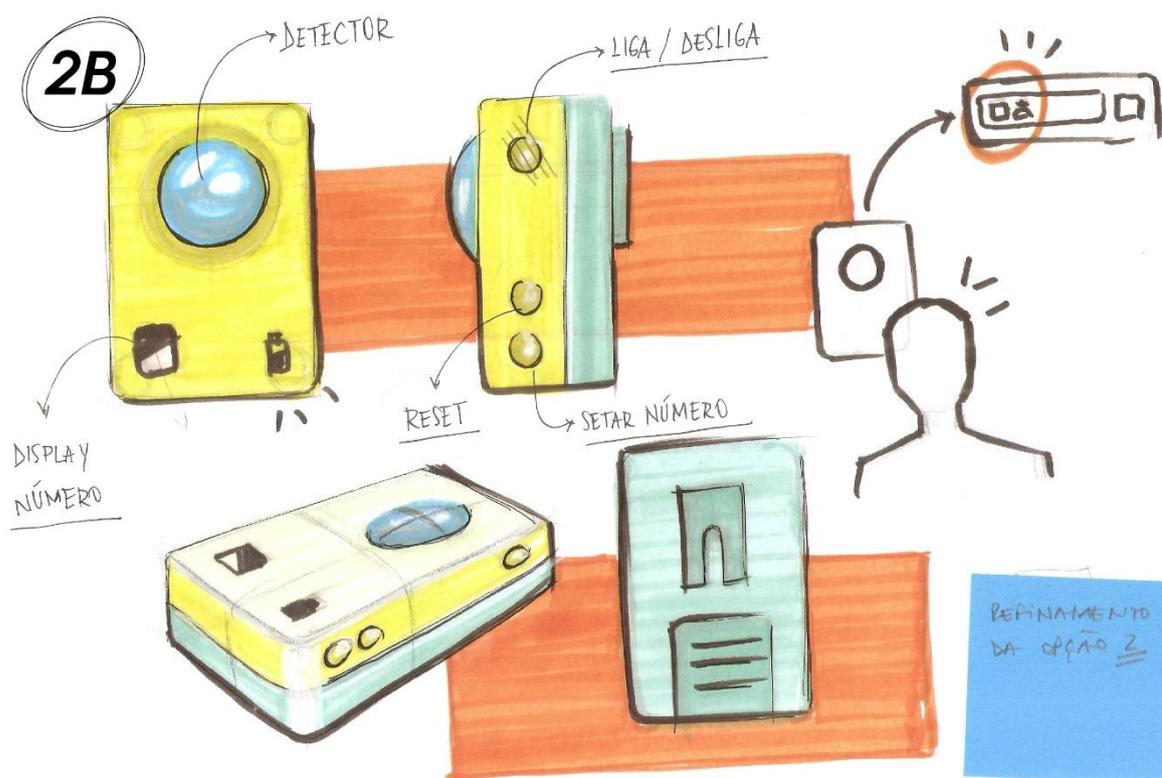
Figura 18 - Geração de alternativas para o detector de presença



Fonte: da autora

A figura 18 mostra um detector de presença circular, com um indicador de bateria na parte frontal superior direita. A parte posterior da alternativa conta com um suporte para que o produto possa ser fixado na parede por meio de um gancho ou prego e com um compartimento para inserção de baterias.

Figura 19 - Geração de alternativas para o detector de presença



Fonte: da autora

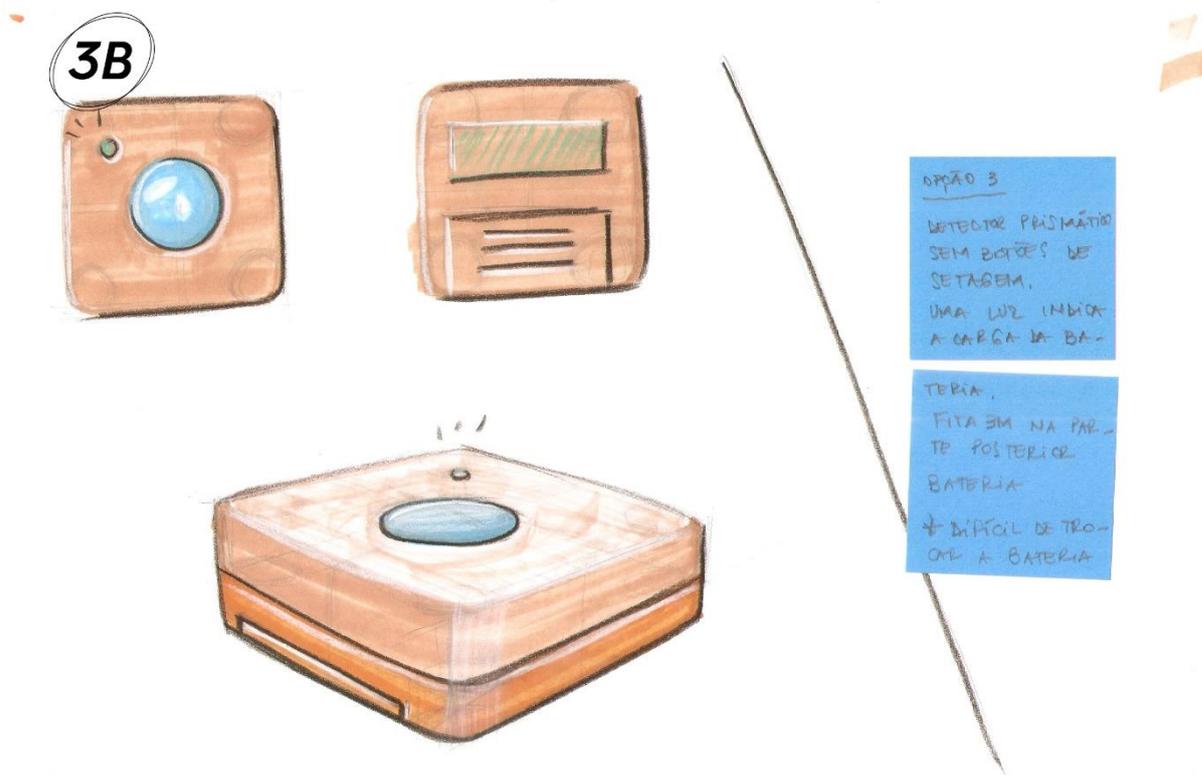
A figura 19 mostra um detector de presença prismático com 2 indicadores frontais, sendo que um deles indica a carga de bateria e outro indica a numeração do produto.

Levando em consideração que sejam utilizados mais de um detector de presença nas casas das crianças surdas, e que esses detectores podem ser dispostos em diferentes locais da casa, é necessário que haja uma identificação de qual detector de presença foi ativado, logo, a alternativa apresenta diferentes numerações para cada detector da casa, e assim que o detector é ativado essa informação é transmitida para o alarme luminoso, que mostra para criança surda qual detector de presença foi ativado.

Na lateral da alternativa há 3 botões, sendo que o primeiro deles é um botão para desligar ou ligar o detector de presença, o segundo tem a função de programar o número de identificação do detector de presença e o terceiro tem a função de resetar a numeração de identificação do detector. A alternativa também conta com uma fita

adesiva para que o produto possa ser fixado na parede e com um compartimento para a inserção de baterias.

Figura 20 - Geração de alternativas para o detector de presença



Fonte: da autora

A figura 20 mostra um detector de presença prismático bastante similar ao apresentado na alternativa 1B, diferenciando-se, além da forma, no modo de fixação, que é feito por meio de fita adesiva; e em sua identificação, visto que esse detector tem a função de detectar pessoas em 2 diferentes locais: na porta da casa da criança surda ou em algum cômodo dentro de sua residência.

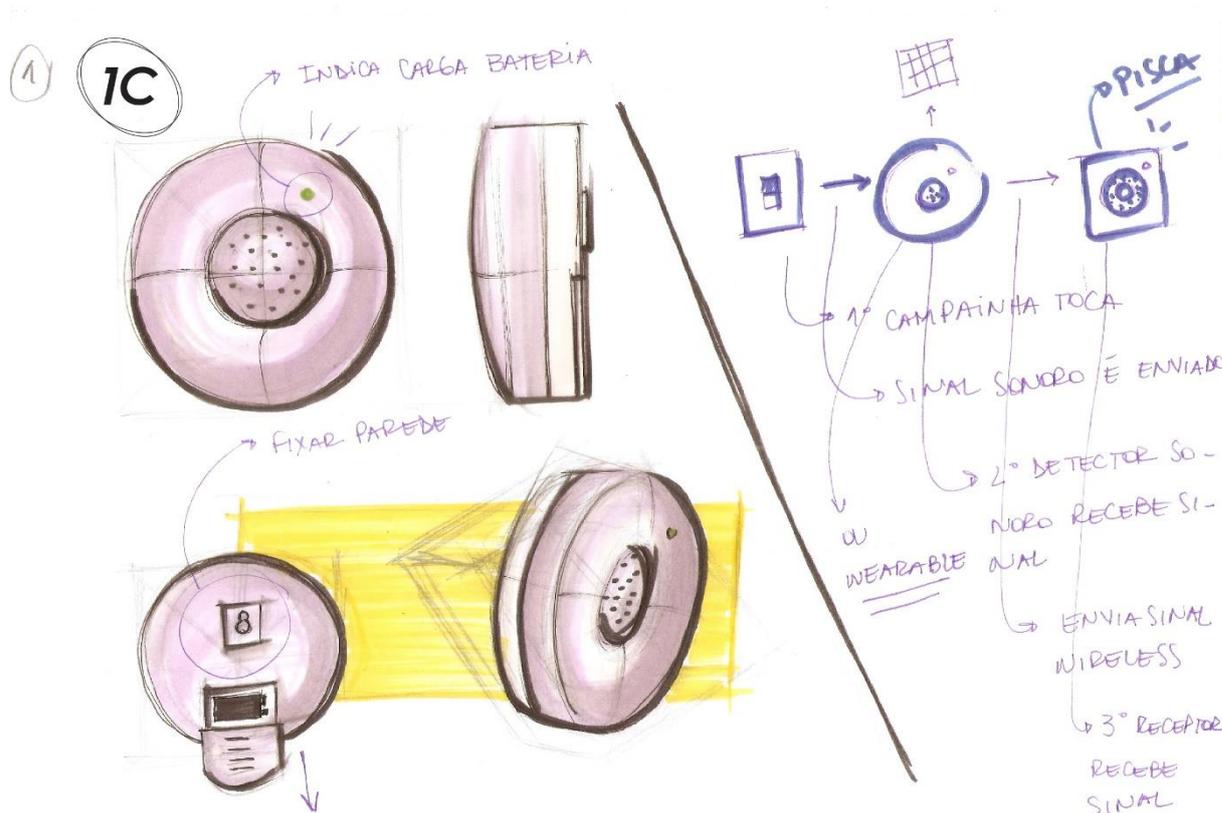
5.4.5 Detector sonoro

O detector sonoro tem a função de captar os sons emitidos pelos alarmes sonoros de uma casa, transmitindo essa informação para o painel e *wearable* de alerta, informando que um alarme sonoro foi ativado. Este detector não diferencia sons (por exemplo, um alarme de um automóvel), apenas identifica que algum som, com

determinada altura, foi emitido. Para isso, deve ser posicionado o mais perto possível da fonte geradora de som.

Foram geradas diferentes alternativas para o produto, como pode ser visto nas figuras 21 e 22.

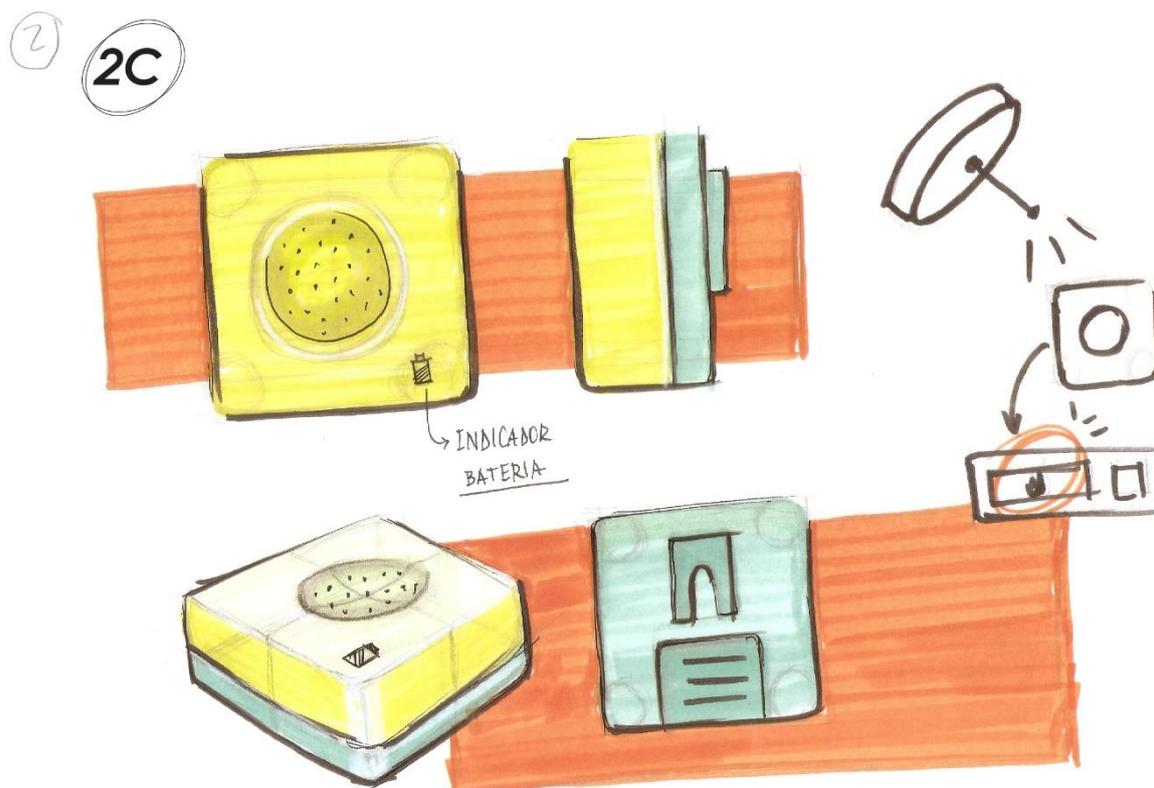
Figura 21 - Geração de alternativas para o detector sonoro



Fonte: da autora

A figura 21 mostra um detector sonoro centralizado na parte frontal do produto. A alternativa também conta com uma pequena luz de *LED* na parte superior direita da vista frontal do produto que tem a função de indicar a carga da bateria do alarme. Na parte posterior do produto há um suporte para que ele seja fixado na parede com o auxílio de um prego ou gancho e um compartimento para a inserção das baterias. A alternativa faz uso de uma configuração formal circular, oriunda das referências estéticas do painel visual do produto (figura 10).

Figura 22 - Geração de alternativas para o detector sonoro



Fonte: da autora

A figura 22 mostra um detector sonoro centralizado na parte frontal do produto. A alternativa também conta com um ícone de bateria na parte inferior direita da vista frontal do produto que indica a carga de bateria. A alternativa é fixada na parede por meio de fita adesiva e há um compartimento na parte posterior do produto para a inserção de baterias. A alternativa faz uso de uma configuração formal prismática oriunda das referências estéticas do painel visual do produto (figura 10).

5.5 SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Com o objetivo de selecionar as alternativas que melhor atendem aos requisitos de projeto, foi elaborado um quadro de critérios de seleção, que segundo Pazmino (2015) consiste em um *checklist* com o intuito de analisar as alternativas geradas e identificar as que melhor atendem os requisitos de projeto para posterior refinamento.

No quadro 18, as alternativas geradas para a solução do problema de projeto foram categorizadas de acordo com a potencialidade de atender aos requisitos de projeto.

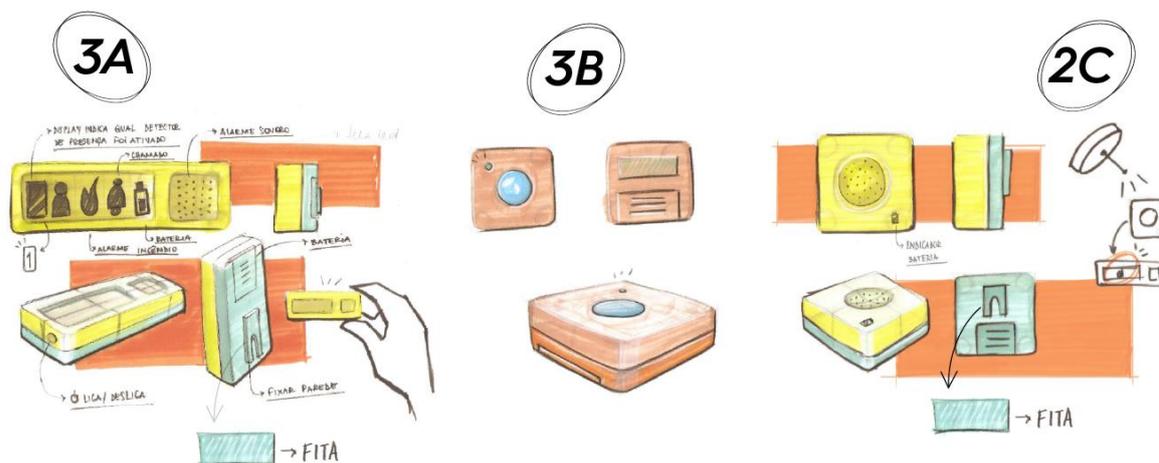
Quadro 18 - Critérios de seleção das alternativas geradas

REQUISITOS DE PROJETO	Alternativas											
	1A	2A	3A	1D	2D	3D	4D	1B	2B	3B	1C	2C
Prover maior autonomia e independência para o usuário dentro de sua casa;	X	X	X					X		X	X	X
Estimular a comunicação entre o usuário e seus pais;		X	X	X	X	X	X					
Utilizar estímulos além do auditivo, como visual e tátil;	X	X	X					X	X	X	X	X
Mesclar-se ao ambiente;												
Ser facilmente utilizado pelo usuário;	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
Ter atributos lúdicos;		X	X	X	X	X	X		X	X		X
Ter preço de mercado competitivo;												
Poder ser utilizado em diversos tipos de moradias, como casa ou apartamento;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Adaptar-se ao espaço onde será instalado;			X						X	X		X
Ter instalação fácil e rápida;			X						X	X		X
Ter uso fácil e rápido;	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
Usar tecnologias sem fio.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: da autora

A partir da elaboração do quadro de critérios de seleção, pode-se perceber que as alternativas que atendem um maior número de requisitos de projeto são a 3A, 3B e 2C, apresentadas na figura 23.

Figura 23 - Alternativas selecionadas para desenvolvimento



Fonte: da autora

A alternativa 3A, composta pelo painel de alerta, se comunica por meio de *internet* sem fio e possui um *display* que exibe ícones sobre acontecimentos dentro da residência onde está instalado, sendo este o seu principal diferencial com relação às demais alternativas. A alternativa pode ser facilmente instalada na casa do usuário por meio de uma fita adesiva. O painel também possui morfologia prismática e explora a combinação cores em sua carenagem, fator que contribui para a ludicidade do produto.

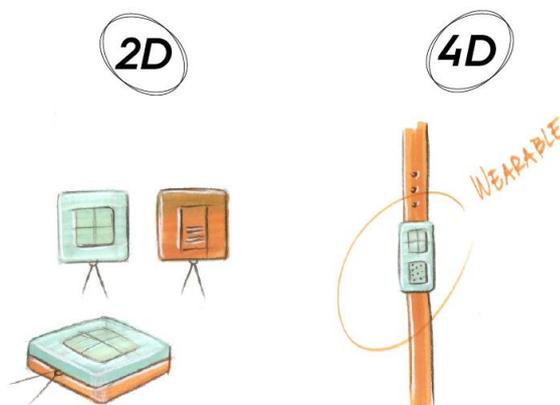
A alternativa 3B, composta pelo detector de presença, se comunica por meio de *internet* sem fio e dispensa a necessidade de qualquer tipo de configuração ou programação feita pelo usuário para que ele possa ser utilizado. Assim como a alternativa 3A o produto é instalado na residência por meio de fita adesiva, possui morfologia prismática e explora a combinação de cores.

A alternativa 2C, composta pelo detector sonoro, se comunica por meio de *internet* sem fio e dispensa a necessidade de qualquer tipo de setagem ou programação prévia feita pelo usuário, assim como o detector de presença 3B, e pode ser facilmente instalado próximo a uma fonte de som por meio de fita adesiva. Seguindo a linguagem visual dos demais produtos, a alternativa possui morfologia prismática e explora a combinação de cores.

Quando avaliados no quadro de critérios de seleção, as alternativas geradas para *wearable* de chamado obtiveram o mesmo desempenho nos requisitos apresentados. Para a seleção da alternativa mais adequada para posterior detalhamento do projeto, além dos requisitos apresentados no quadro 18, foi levado em consideração um fator adicional: a possibilidade de o produto ser adquirido e utilizado por pais surdos. Com o intuito de o produto ser acessível tanto para pais ouvintes, quanto para pais surdos, foram selecionadas as alternativas que dispensam a audição para serem compreendidas. As alternativas 2D e 4D (figura 24) podem ser compreendidas por pessoas surdas por contarem com um módulo vibratório, o que faz com que o alerta emitido pelo produto seja recebido pelo usuário por meio do tato.

Levando isso em consideração, percebe-se que a alternativa 4D faz-se mais adequada que a alternativa 2D, por tratar-se de uma pulseira que fica em constante contato com o braço do usuário, diferentemente da alternativa 2D, que se trata de um colar, objeto que não se mantém em posição fixa quando o usuário se movimenta, podendo interferir na percepção da vibração emitida pelo alarme.

Figura 24 - Alternativas do *wearable* de chamado que podem ser compreendidos por pais ouvintes e surdos

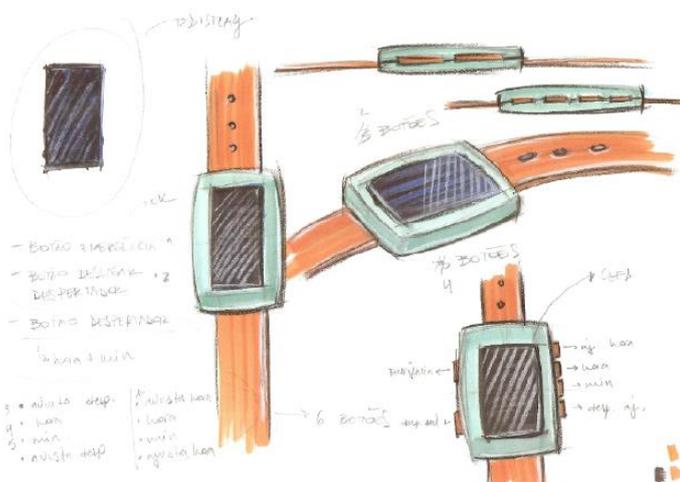


Fonte: da autora

O *wearable* de alerta não foi avaliado no quadro de critérios de seleção por se tratar de uma versão móvel e compacta do painel de alerta. Não foram geradas diferentes alternativas para solucionar o problema, mas foi realizada uma evolução morfológica do painel de alerta. O *wearable* de alerta (figura 25), que também se comunica por meio de *internet* sem fio, conta com um mini *display* de *LED* envolvido

por uma moldura retangular e botões que tem por objetivo ajustar o relógio despertador do *wearable* de alerta e ativar o alarme de emergência.

Figura 25 - *Wearable* de alerta



Fonte: da autora

Nenhuma alternativa foi avaliada economicamente, visto que não foi possível mensurar seus preços de mercado por elas estarem em fase inicial de desenvolvimento. Por este motivo, o requisito “ter preço de mercado competitivo” não foi levado em consideração durante esta fase projetual.

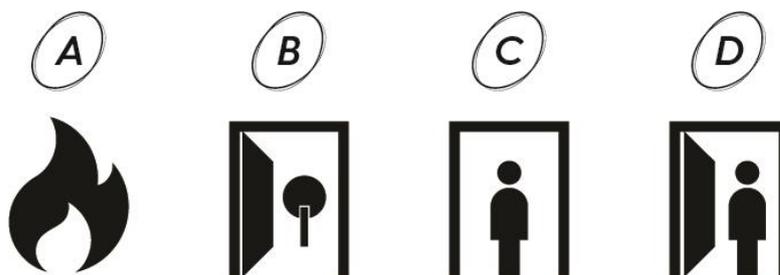
6 PROJETO PRELIMINAR

A partir das alternativas geradas durante a fase do projeto conceitual, parte-se para o projeto preliminar que “[...] destina-se ao estabelecimento do leiaute final do produto e à determinação da viabilidade técnica [...]” (BACK et. al, 2008. p. 79). Back et al. também afirma que esta fase projetual destina-se ao estabelecimento das dimensões, materiais e manufatura do produto. Nesta fase, as alternativas geradas e selecionadas durante o projeto conceitual passaram por um processo de refinamento, que é apresentado a seguir.

6.1 DESENVOLVIMENTO DE ICONOGRAFIA PARA O PAINEL E *WEARABLE* DE ALERTA

Os produtos painel e *wearable* de alerta exibem ícones ao usuário quando recebem informações sobre diferentes acontecimentos em sua casa. Logo, para a compreensão do painel e do *wearable* de chamado, foram desenvolvidos quatro ícones iniciais que tinham como função informar o usuário quando o detector sonoro ou o detector de presença são acionados. Esses ícones são mostrados na figura 26.

Figura 26 - Ícones iniciais a serem exibidos no *display* do painel de alerta



Fonte: da autora

O ícone A, mostrado na figura 26, indica quando o alarme de incêndio é acionado, os ícones B e C indicam quando o detector de presença da porta da casa do usuário é acionado e o ícone D tem a função de indicar quando o detector de presença é acionado dentro da casa do usuário.

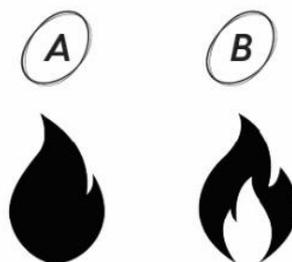
Os ícones iniciais exibidos na figura 26 passaram por um processo de validação, onde foram interpretados. As imagens foram interpretadas por uma mulher adulta surda que vive de forma independente e longe de sua família. No processo de validação, os ícones da figura 26 foram enviados para serem interpretados por ela por meio de um aplicativo de conversas no telefone celular. Durante o processo de validação o ícone A foi interpretado como sendo um indicativo de presença de fogo na casa do usuário, os ícones C e D foram interpretados como um indicativo da presença de alguém na porta da casa do usuário, e nada foi mencionado sobre o ícone B. A partir do processo de validação, foi possível concluir que o ícone B é ineficaz para representar a presença de uma pessoa na porta da entrada da casa do usuário, visto que nada foi comentado sobre ele. Também percebeu-se que não há

diferenciação clara entre os ícones C e D para representar a presença de pessoas dentro ou fora da casa do usuário.

Com o intuito de conceber ícones que pudessem ser facilmente compreendidos pelos usuários, novos ícones foram gerados (figuras 27, 28, 29 e 30) e validados por sete pessoas ouvintes. O processo de validação deu-se por meio da exibição dos novos ícones gerados para dois grupos distintos de pessoas ouvintes, onde o primeiro grupo contava com quatro pessoas e o segundo grupo contava com três. Durante o processo de validação, os ouvintes interpretaram os símbolos, dizendo o que eles significavam de acordo com o seu entendimento.

A figura 27 mostra duas diferentes alternativas de ícones que representam a detecção de um incêndio na casa do usuário. Das duas alternativas, a alternativa B foi facilmente compreendida, diferente da alternativa A, que gerou dúvidas sobre o seu significado durante o processo de validação.

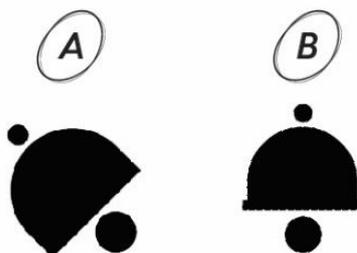
Figura 27 - Opções de ícones representando detecção de incêndio



Fonte: da autora

A figura 28 mostra duas diferentes alternativas de ícones que representam a detecção sonora de algum alarme na casa do usuário. As duas alternativas foram interpretadas como campainha ou como um ícone de notificação.

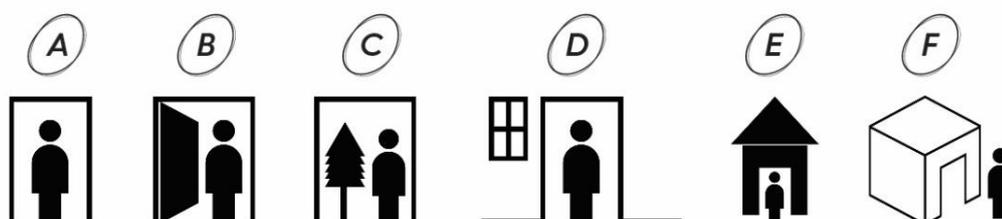
Figura 28 - Opções de ícones representando o acionamento de um alarme



Fonte: da autora

A figura 29 mostra seis diferentes alternativas de ícones que representam uma pessoa na entrada da casa do usuário. Das seis alternativas, a alternativa F foi facilmente compreendida durante o processo de validação. Nas demais alternativas houve dificuldade para diferenciar quando uma pessoa estava na entrada ou em algum cômodo dentro da casa do usuário.

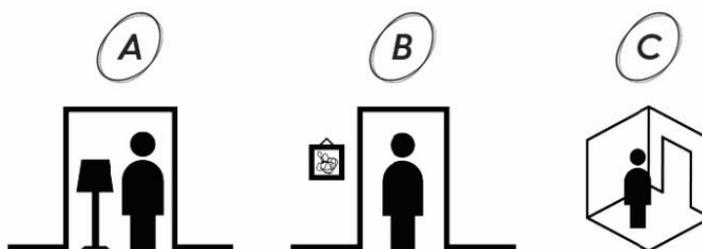
Figura 29 - Opções de ícones representando a presença de uma pessoa na porta de casa



Fonte: da autora

A figura 30 mostra três diferentes alternativas de ícones que representam uma pessoa em algum cômodo dentro da casa do usuário. Das três alternativas, a alternativa C foi facilmente compreendida. Já nas alternativas A e B, assim como nas alternativas apresentadas na figura 29, houve dificuldade para diferenciar quando uma pessoa estava fora ou em algum cômodo dentro da casa do usuário.

Figura 30 - Opções de ícones representando a presença de uma pessoa dentro da casa do usuário

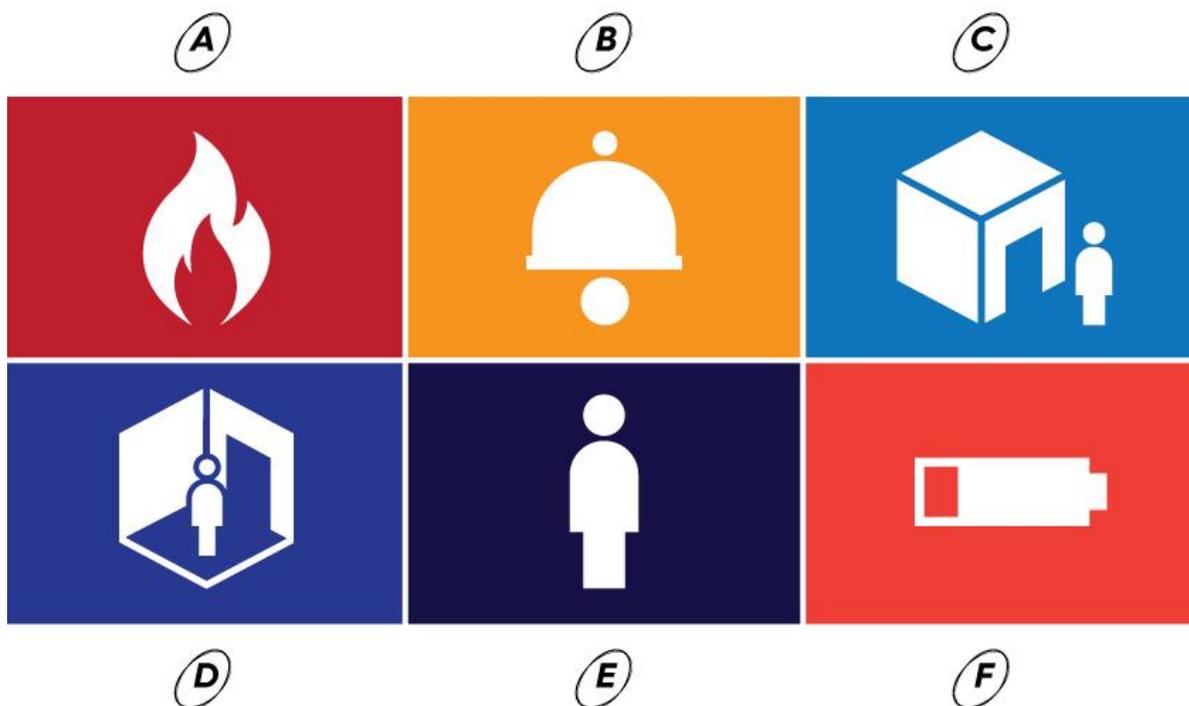


Fonte: da autora

A partir das validações realizadas para verificar a compreensão dos ícones a serem exibidos no painel de alerta, foram selecionados os quatro ícones compreendidos com facilidade durante o processo de validação, que são exibidos na

figura 31 em adição a mais dois ícones. Foram utilizadas diferentes colorações no fundo dos ícones para auxiliar o usuário a diferenciá-los e memoriza-los.

Figura 31 – Ícones a serem exibidos no *display* do painel de alerta



Fonte: da autora

O ícone A representa o princípio de um incêndio na casa do usuário, sendo exibido quando o detector sonoro capta o som do alarme de incêndio.

O ícone B representa o acionamento de algum alarme na casa do usuário, que é exibido quando o detector sonoro capta o som desse alarme. Cabe salientar que o detector sonoro não faz nenhuma distinção entre o som de diferentes alarmes, portanto, é função do usuário instalar o produto o mais próximo possível da fonte de som e configurar o alarme sonoro para exibir a imagem de detecção de incêndio (ícone A) ou detecção de outro alarme em sua casa (ícone B). A detecção de incêndio possui um ícone exclusivo por representar alto risco de vida ao usuário e ser uma situação de extrema emergência.

O ícone C representa a presença de uma pessoa na porta da casa do usuário, no qual é exibido quando o detector de presença na porta da casa do usuário é acionado.

O ícone D representa a presença de uma pessoa dentro da casa do usuário, que é exibido quando o detector de presença instalado no interior da casa do usuário é acionado. Ressalta-se que os ícones que representam uma pessoa dentro e fora da casa do usuário (C e D) devem ser graficamente semelhantes, facilitando a memorização e compreensão destes ícones por parte do usuário.

O ícone E foi concebido posteriormente ao processo de validação e tem como objetivo representar a figura dos pais do usuário, o qual é exibido quando o *wearable* de alerta é acionado.

Assim como o ícone E, o ícone F também foi concebido posteriormente ao processo de validação e tem como objetivo representar o fim da bateria do produto.

Além de indicar o acionamento de detectores e alarmes, percebeu-se a necessidade de indicar a ausência de conexão *Wi-Fi* na casa do usuário, visto que isso impede a comunicação entre os produtos. Com o intuito de informar o usuário sobre a falta de conexão *Wi-Fi* em sua residência e, conseqüentemente, a inutilização dos produtos, concebeu-se o ícone exibido na figura 26.

Figura 32 – Ícone que representa ausência de conexão *Wi-Fi* na casa do usuário

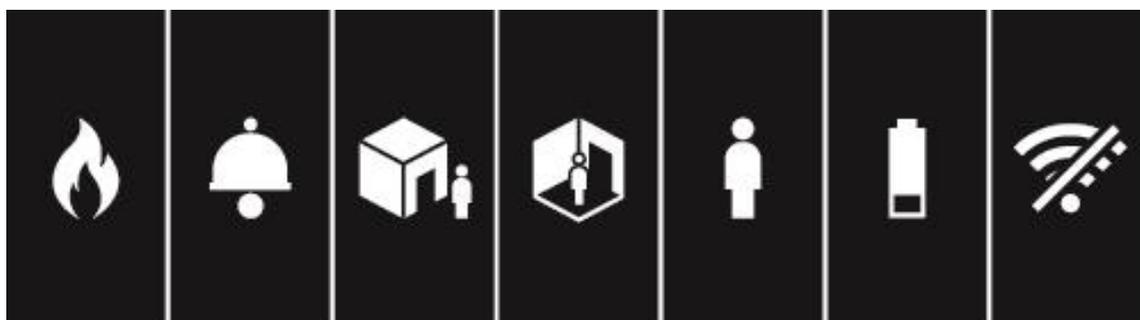


Fonte: da autora

Os ícones exibidos nas figuras 25 e 26 foram projetados para ser utilizados em um *display* de *LCD* 35". Este *display* exibe imagens com cores e em alta resolução, podendo ser utilizado no painel de alerta. Ressalta-se que além de serem compreendidos pelo usuário, os desenhos dos ícones devem ser legíveis em uma tela pequena, como a do *wearable* de alerta. Para serem exibidos no *wearable* de alerta, onde o mais adequado é utilizar um *display OLED* 0,96", os ícones foram ajustados

para serem exibidos na posição vertical, nas cores preto e branco, como é mostrado na figura 27.

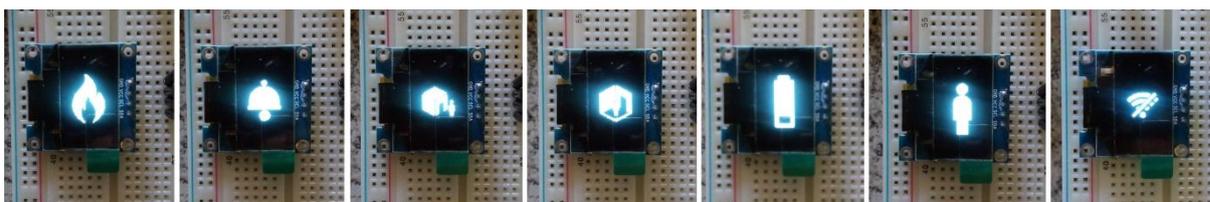
Figura 33 – Ícones ajustados para serem exibidos no *display OLED 0,96"*



Fonte: da autora

Os ícones desenvolvidos foram prototipados fazendo uso do *Arduino uno* e de um *display OLED 0,96"* (figura 28). Apesar da baixa qualidade da imagem, devido ao reflexo do *display* na câmera fotográfica, percebe-se que os ícones são visíveis mesmo em *displays* de pequenas dimensões, o que permite que eles sejam facilmente exibidos no *wearable* de alerta, produto que deve ter pequenas dimensões por ser utilizado no pulso do usuário.

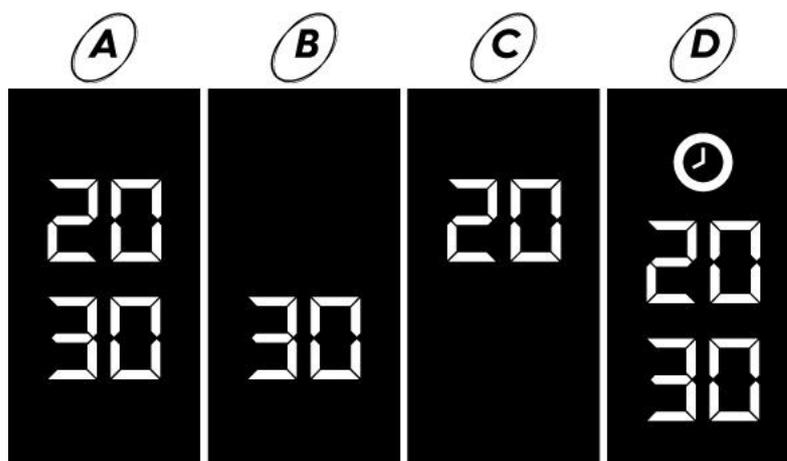
Figura 34 - Prototipagem dos ícones em um *display OLED*



Fonte: da autora

Além dos ícones de alerta, também foi elaborada a exibição das horas pelo *wearable* de alerta (figura 29). A tela A mostra a exibição do horário local, onde os dois números superiores indicam a hora e os dois números inferiores indicam os minutos. A tela B mostra o ajuste dos minutos do *wearable*, onde a hora é ocultada. A tela C mostra o ajuste da hora do *wearable*, onde os minutos são ocultados. A tela D indica que o *wearable* foi programado para despertar o usuário em um determinado horário.

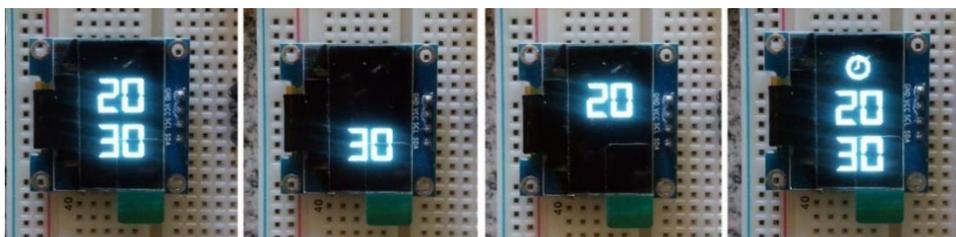
Figura 35 – Telas do relógio do *wearable* de alerta



Fonte: da autora

As telas do relógio foram prototipadas fazendo uso do *Arduino uno* e de um *display OLED 0,96"* (figura 30).

Figura 36 - Prototipagem das telas do relógio em um *display OLED*



Fonte: da autora

Novamente, percebe-se que os ícones são visíveis, o que permite que eles sejam facilmente exibidos no *wearable* de alerta.

A partir da concepção dos ícones a serem exibidos pelo painel e *wearable* de alerta, o projeto preliminar dá sua continuidade por meio do refinamento do painel de alerta.

6.2 DESENVOLVIMENTO DO *LAYOUT* PAINEL DE ALERTA

Com o objetivo de explorar a volumetria e o *layout* do painel de alerta, foi elaborado um modelo físico do produto utilizando papel (figura 31). A partir do modelo

físico, percebeu-se que o painel de alerta deveria ter um *display* que exibisse os ícones informativos ao usuário de forma individual.

Figura 37 - Modelo físico exploratório do painel de alerta



Fonte: da autora

Ao serem exibidos individualmente, os ícones ocupam uma dimensão maior no painel, sendo percebidos com maior facilidade pelo usuário. Também percebeu-se que as dimensões do produto deveriam ser alteradas para promover a utilização de um *display* de *LCD* de maiores dimensões, que possibilite a visualização dos ícones exibidos pelo *display* sem que o usuário precise estar próximo do produto.

Além do *display* de *LCD*, há outros componentes indispensáveis para o funcionamento do produto que interferem em seu *layout*. O quadro 19 apresenta uma listagem dos componentes internos necessários para o funcionamento do painel de alerta.

Quadro 19 - Componentes do painel de alerta e suas funções

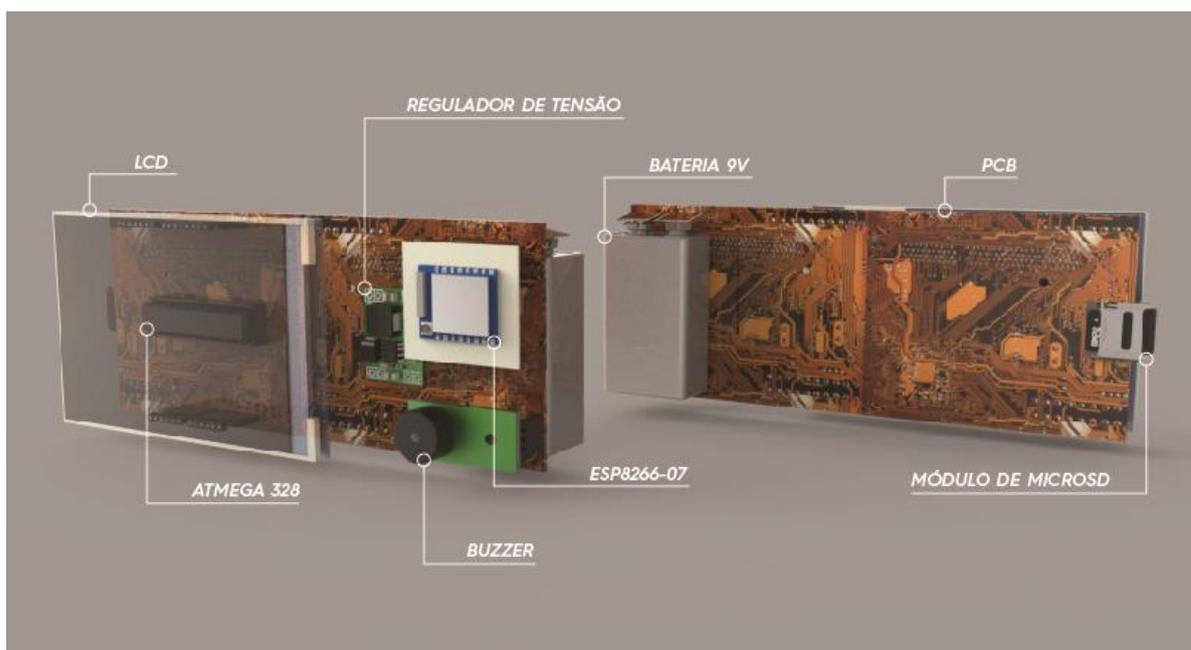
COMPONENTE	FUNÇÃO
<i>Display</i> de <i>LCD</i> 3.5"	Exibir ícones de alerta ao usuário;
<i>Buzzer</i>	Produzir sons de alerta;
Módulo <i>ESP8266 - 07</i>	Estabelecer conexão via <i>internet</i> sem fio;
Bateria 9V	Prover energia para o funcionamento do produto;
Microprocessador <i>ATMega 328</i>	Controlar as funções do produto;
Regulador de tensão	Regular a tensão de saída de um circuito elétrico;
Módulo de cartão <i>MicroSD</i>	Fornecer uma forma de entrada de dados da rede pessoal de <i>internet</i> (nome da rede e senha).

Fonte: da autora

Apesar de o módulo *ESP8266 – 07* ser um modelo de módulo *Wi-Fi* com a capacidade de armazenar códigos e controlar as funções de um produto, o painel de alerta faz uso do *ESP8266 – 07* em conjunto com o *ATMega* (microcontrolador utilizado nas placas de *Arduino*). Isto ocorre porque o módulo *ESP8266 – 07* não possui o número de pinos digitais suficiente para controlar todos os componentes do painel de alerta, sendo necessário a utilização do *ATMega*, o que faz com que o módulo *ESP8266 – 07* exerça a função exclusiva de módulo *Wi-Fi* no produto.

Sabendo que os componentes internos interferem diretamente no *layout* do produto, foi realizada uma modelagem tridimensional dos componentes listados no quadro 19 utilizando o *software Autodesk Inventor 2016*. A partir da modelagem tridimensional, os componentes internos do produto foram agrupados com o objetivo de conceber a configuração interna do painel de alerta (figura 38).

Figura 38 - Configuração dos componentes internos do painel de alerta



Fonte: da autora

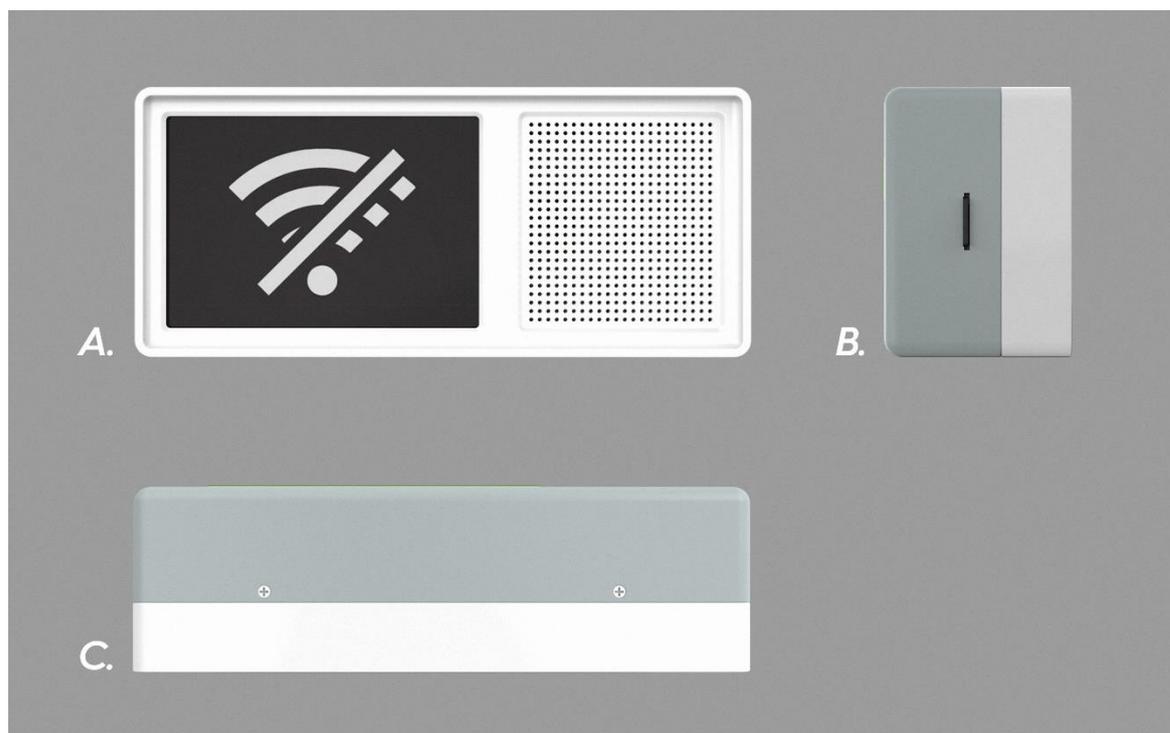
Utilizando como referência a configuração dos componentes internos e as representações bidimensionais realizadas durante a etapa conceitual do projeto, a carenagem do painel de alerta, figura 39, foi projetada utilizando o *software Autodesk Inventor 2016*. O material definido para a manufatura da carenagem do painel de alerta é o *ABS* (acrilonitrila butadieno estireno) por se tratar de um polímero facilmente

processável, de boa resistência ao impacto (LEFTERI, 2014), fatores que contribuem de forma positiva, para o custo de manufatura e prolongação da vida útil do produto.

A reconfiguração morfológica do produto resultou em uma área maior para a exibição dos ícones de alerta. Esta área está localizada no lado esquerdo da vista frontal do produto, onde o *display* de LCD é posicionado. Ao lado do *display* de LCD há orifícios que exercem a função de possibilitar a emissão sonora produzida pelo *buzzer* contido no produto.

Na vista superior é mostrado o sistema de fixação do painel, que é composto por dois parafusos no topo e na base da carenagem. É possível abrir o produto com o auxílio de uma chave de fenda para realizar pequenos consertos, como reparar componentes danificados. A utilização de *shields* para o posicionamento dos componentes internos do produto permite que seus componentes sejam substituídos com facilidade.

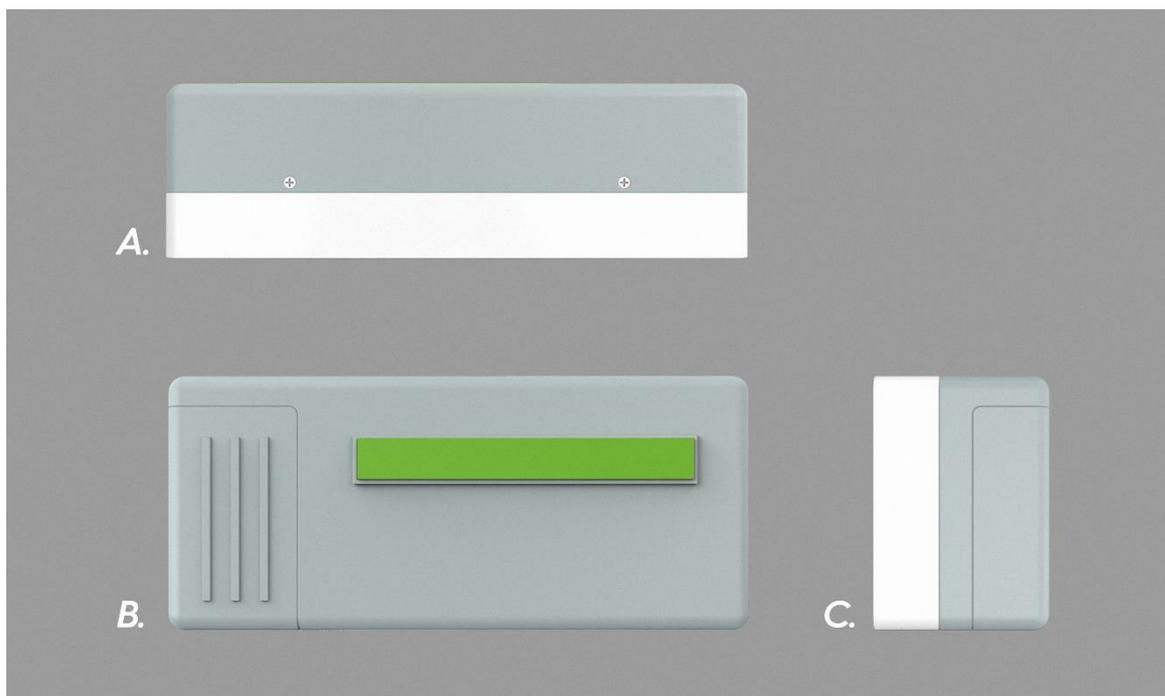
Figura 39 – Vistas frontal (a), lateral esquerda (b) e superior (c) da carenagem do painel de alerta



Fonte: da autora

Na vista posterior (figura 40) é exibido o sistema de fixação do produto na residência do usuário, que é feito por meio de uma fita adesiva que pode ser substituída quando esta perde sua aderência.

Figura 40 – Vistas posterior (b), lateral direita (c) e inferior (a) da carenagem do painel de alerta



Fonte: da autora

Na vista lateral esquerda do produto encontra-se o módulo de cartão *MicroSD* (figura 41), que deve ser utilizado pelo usuário para fornecer os dados de rede que conectam o produto com a rede de *internet* sem fio de sua residência.

Figura 41 – Inserção do cartão *MicroSD* no painel de alerta



Fonte: da autora

No lado esquerdo da vista posterior do produto, há uma tampa cuja superfície contém um *grip*. Esta tampa permite a abertura parcial do produto para a troca da bateria 9v quando esta atinge o fim de sua carga, como é mostrado na figura 42, que também exibe o produto sem fita adesiva.

Figura 42 – Abertura parcial do produto para a substituição da bateria



Fonte: da autora

Com relação às cores do produto, o painel de alerta é apresentado em duas versões. A primeira versão explora a utilização de cores neutras (branco e cinza), com o intuito de não interferir visualmente no ambiente onde será instalado. A segunda versão explora a utilização das cores primárias, resgatando a ludicidade por se tratar de um produto destinado ao público infantil.

Imagens do painel de alerta nas cores primárias podem ser vistas no APÊNDICE A e suas dimensões podem ser vistas no APÊNDICE B.

6.3 DESENVOLVIMENTO DO *LAYOUT* DO *WEARABLE* DE ALERTA

Utilizando como referência as funcionalidades e os componentes internos do painel de alerta, desenvolveu-se o *layout* do *wearable* de alerta, produto que é utilizado pela criança surda para receber alertas dentro de sua residência, checar as horas e despertar. Assim como na concepção do *layout* do painel de alerta, o processo de concepção do *wearable* de alerta iniciou-se por meio de uma listagem dos

componentes internos necessários para o seu funcionamento, que é apresentada no quadro 20.

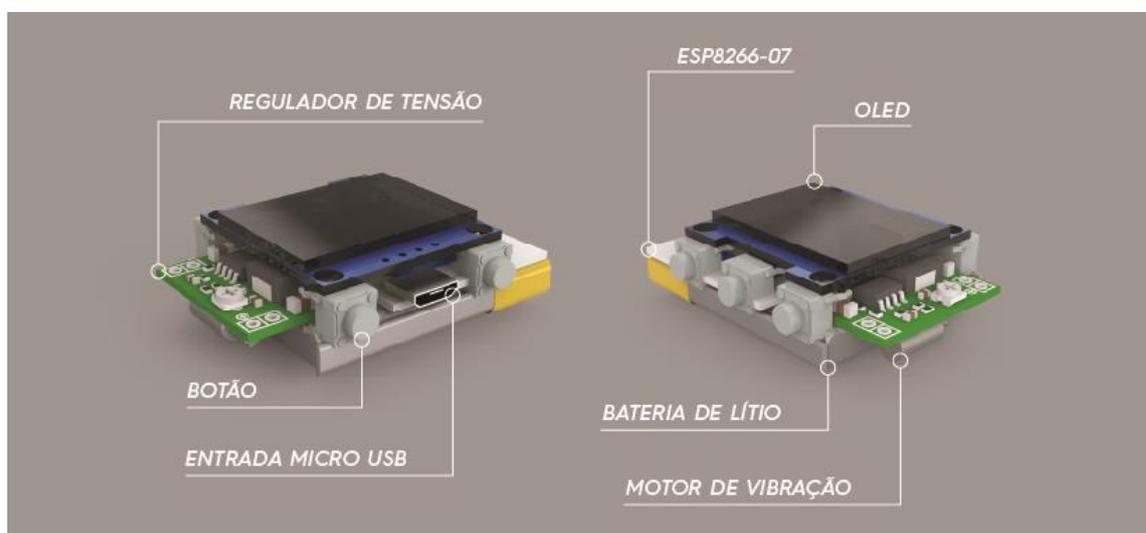
Quadro 20 - Componentes do painel de alerta e suas funções

COMPONENTE	FUNÇÃO
<i>Display OLED 0.96"</i>	Exibir ícones de alerta ao usuário;
Motor de vibração	Produzir alertas vibratórios;
Módulo <i>ESP8266 - 07</i>	Estabelecer conexão via <i>internet</i> sem fio e controlar as funções do produto;
Bateria de lítio	Prover energia para o funcionamento do produto;
Regulador de tensão	Regular a tensão de saída do circuito elétrico;
Botões	Permitir que o usuário utilize os recursos de relógio despertador e alarme;
Entrada <i>Micro USB</i>	Possibilitar a recarga da bateria de lítio e fornecer uma forma de entrada de dados da rede pessoal de <i>internet</i> (nome da rede e senha).

Fonte: da autora

A figura 43, elaborada utilizando o *software Autodesk Inventor 2016*, mostra a configuração e posicionamento dos componentes internos do produto.

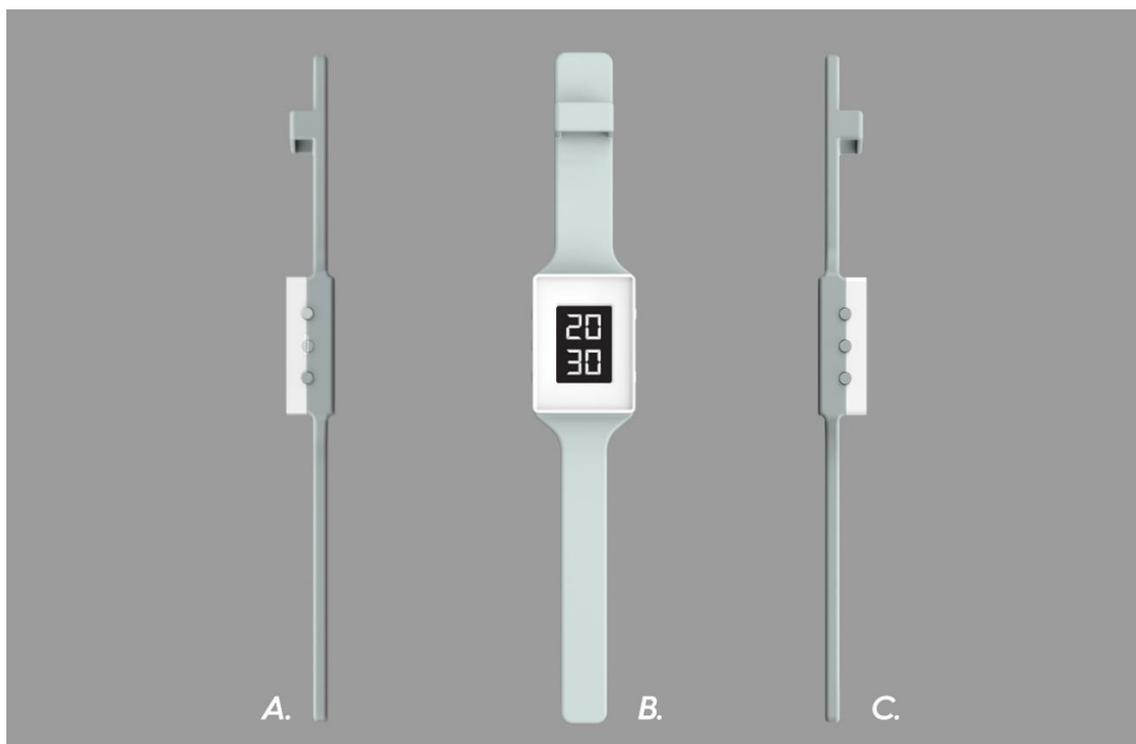
Figura 43 - Configuração dos componentes internos do *wearable* de alerta



Fonte: da autora

Utilizando como referência a configuração dos componentes internos e as representações bidimensionais realizadas durante a etapa conceitual do projeto, a carenagem do *wearable* de alerta (figura 44) foi projetada utilizando o *software Autodesk Inventor 2016*.

Figura 44 – Vista lateral direita (a), frontal (b) e lateral esquerda (c) da carenagem do *wearable* de alerta

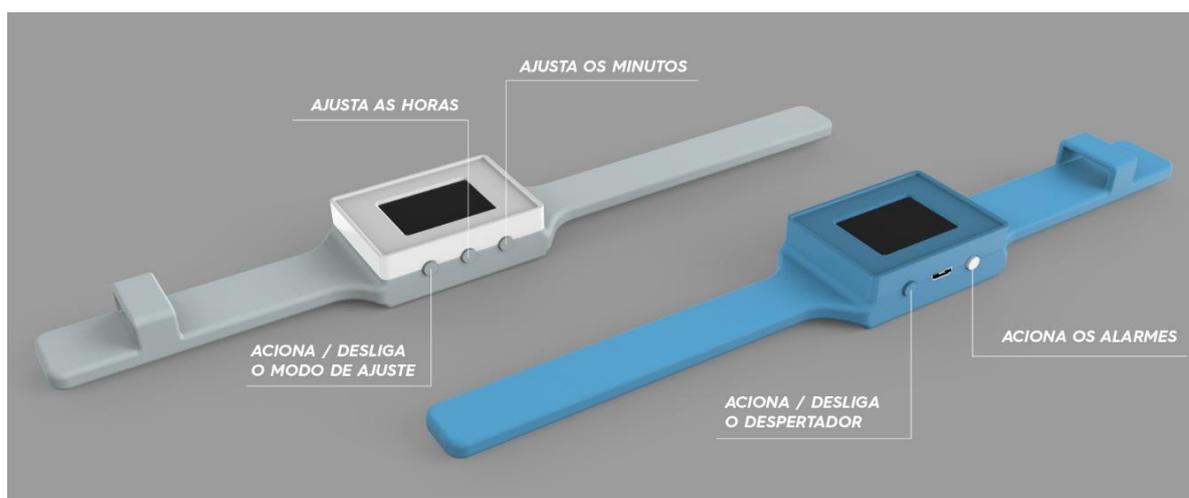


Fonte: da autora

A reconfiguração morfológica do *wearable* de alerta resultou em um alarme de pulso com um visor, cinco botões e uma entrada *Micro USB*. O visor, elemento central do *wearable* de alerta, exibe a hora e os ícones de alerta para o usuário.

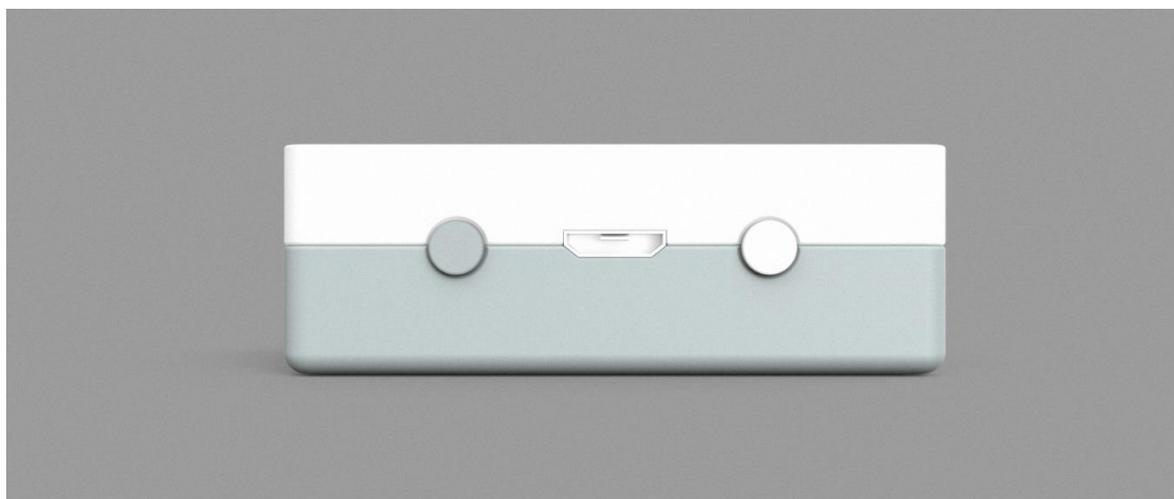
Os três botões posicionados na lateral esquerda do *wearable* de alerta têm a função de configurar o horário mostrado no produto. Os dois botões posicionados na lateral direita do produto têm a função de programar o despertador do *wearable* de alerta, acionar o alarme sonoro contido no painel de alerta, e acionar os alarmes sonoro e vibratório contidos no *wearable* de chamado, como é mostrado na figura 45.

O botão que aciona os alarmes é destacado dos demais botões do *wearable* de alerta por meio da cor. Os alarmes acionados pelo botão de alerta são desligados assim que o usuário aciona o botão novamente.

Figura 45 - Funções dos botões do *wearable* de alerta

Fonte: da autora

A entrada *Micro USB* (figura 46) permite que a bateria de lítio do *wearable* de alerta seja recarregada por meio de um carregador comum, além de permitir que os dados de rede que conectam o produto com a rede de *internet* sem fio sejam gravados por meio de um cabo *Micro USB*.

Figura 46 – Entrada *Micro USB* do *wearable* de alerta

Fonte: da autora

Os materiais definidos para a manufatura da carenagem do *wearable* de alerta são o *ABS* (acrilonitrila butadieno estireno) na região da moldura do *display OLED* e em seus botões. Na região da pulseira, componente do produto que fica em constante

contato físico com o usuário, utiliza-se o silicone por se tratar de um material de alta flexibilidade e inércia química (LEFTERI, 2014).

Imagens do *wearable* de alerta nas cores primárias podem ser vistas no APÊNDICE A e suas dimensões podem ser vistas no APÊNDICE B.

6.4 DESENVOLVIMENTO DO *LAYOUT* DO *WEARABLE* DE CHAMADO

A partir da configuração dos componentes internos utilizada no *wearable* de alerta, foi concebida a configuração dos componentes internos utilizados *wearable* de chamado. O quadro 21 apresenta uma lista dos componentes internos necessários para o funcionamento do produto.

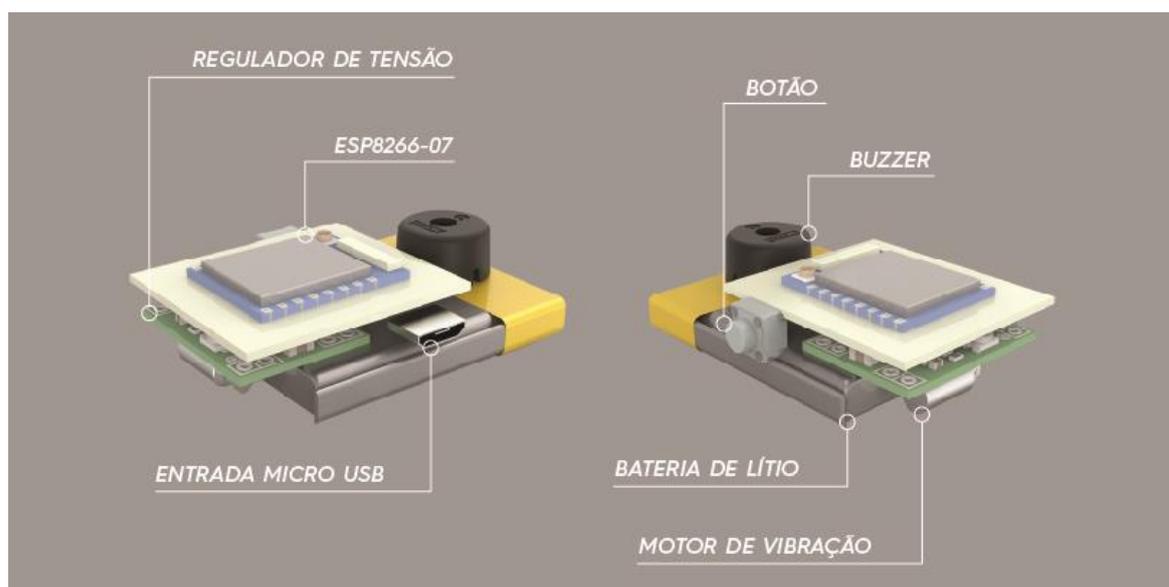
Quadro 21 - Componentes do *wearable* de chamado e suas funções (continua)

COMPONENTE	FUNÇÃO
<i>Buzzer</i>	Produzir sons de alerta;
Motor de vibração	Produzir alertas vibratórios;
Módulo <i>ESP8266 - 07</i>	Estabelecer conexão via <i>internet</i> sem fio e controlar as funções do produto;
Bateria de lítio	Prover energia para o funcionamento do produto;
Regulador de tensão	Regular a tensão de saída do circuito elétrico;
Botões	Permitir que o usuário utilize os recursos de relógio despertador e alarme;
Entrada <i>Micro USB</i>	Possibilitar a recarga da bateria de lítio e fornecer uma forma de entrada de dados da rede pessoal de <i>internet</i> (nome da rede e senha).

Fonte: da autora

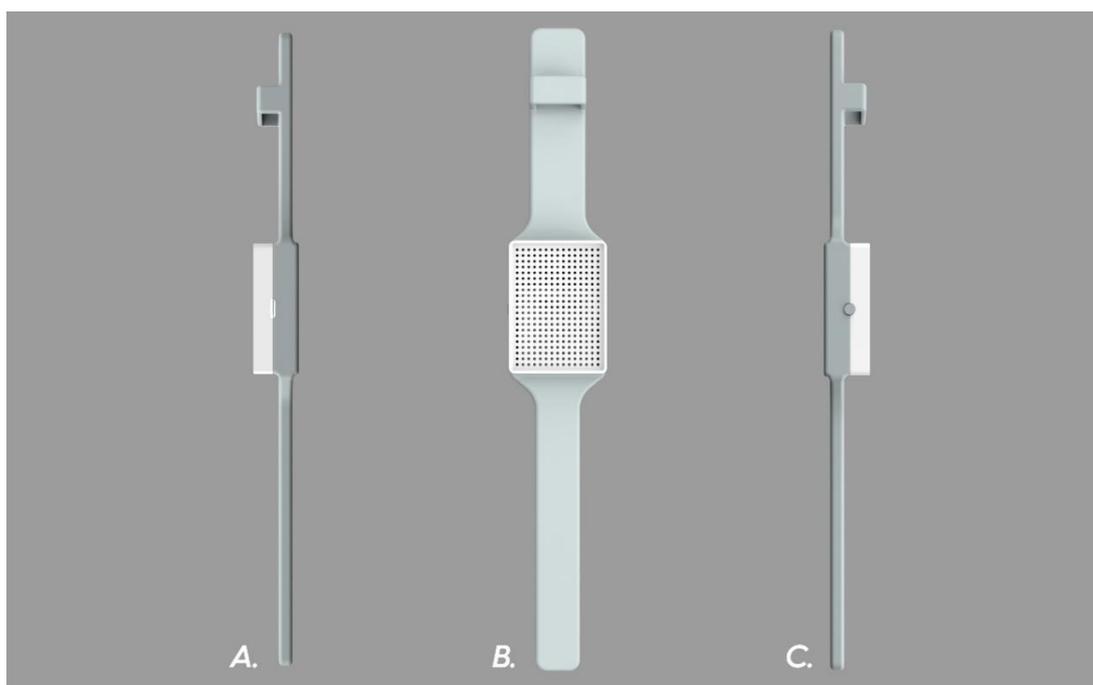
A partir da comparação entre os componentes internos apresentados nos quadros 20 e 21, percebe-se que o *wearable* de chamado difere-se do *wearable* de alerta apenas pela ausência do *display LCD* e pela presença de um *buzzer*.

A figura 47, elaborada utilizando o *software Autodesk Inventor 2016*, mostra a configuração e posicionamento dos componentes internos do produto.

Figura 47 - Configuração dos componentes internos do *wearable* de chamado

Fonte: da autora

Utilizando como referência a configuração dos componentes internos e as representações bidimensionais realizadas durante a etapa conceitual do projeto, a carenagem do alarme de chamado (figura 48) foi projetada utilizando o *software Autodesk Inventor 2016*.

Figura 48 - Vista lateral direita (a), frontal (b) e lateral esquerda (c) da carenagem do *wearable* de chamado

Fonte: da autora

A reconfiguração morfológica do *wearable* de chamado resultou em um alarme de pulso com um botão e uma entrada *Micro USB*. O botão, posicionado na lateral direita do *wearable* de chamado, tem a função de alarmar a criança surda quando seus pais querem contatá-la dentro de casa. Assim que o botão é acionado o painel de alerta exibe um ícone indicando à criança surda que seus pais estão à sua procura.

Em adição ao painel de alerta, o *wearable* de alerta também exibe o mesmo ícone e ativa o seu motor de vibração, indicando à criança surda, por meio da visão e do tato, que seus pais querem contatá-la.

Assim como no *wearable* de alerta, a entrada *Micro USB* permite que a bateria de lítio do *wearable* de chamado seja recarregada por meio de um carregador comum, além de permitir que os dados de rede que conectam o produto com a rede de *internet* sem fio sejam gravados por meio de um cabo *Micro USB*.

O *buzzer* e o motor de vibração, contidos no interior do alarme de chamado, emitem som e vibração para seu usuário sempre que a criança surda se encontra em alguma situação de emergência e ativa o botão de alarme contido em seu *wearable* de alerta. Com o intuito de facilitar a emissão sonora do *wearable* de chamado, sua superfície frontal possui orifícios que permitem que o som do *buzzer* seja propagado.

Como no *wearable* de chamado, os materiais definidos para a manufatura da carenagem do *wearable* de alerta são o *ABS* (acrilonitrila butadieno estireno) na região da moldura do *display OLED* e em seus botões. Na região da pulseira, componente do produto que fica em constante contato físico com o usuário, utiliza-se o silicone por se tratar de um material de alta flexibilidade e inércia química (LEFTERI, 2014).

Imagens do *wearable* de chamado nas cores primárias podem ser vistas no apêndice A e suas dimensões podem ser vistas no APÊNDICE B.

6.5 DESENVOLVIMENTO DO *LAYOUT* DO DETECTOR DE PRESENÇA

Com o objetivo de explorar a volumetria e o *layout* do detector de presença, foi elaborado um modelo físico do produto utilizando papel (figura 49). O modelo físico de papel explora um detector de presença de pequenas dimensões, visto que o produto não tem a função de exibir nenhum tipo de imagem ao usuário, apenas detectar a presença de pessoas em diferentes ambientes.

Figura 49 - Modelo físico exploratório do detector de presença



Fonte: da autora

Sabendo que os componentes do produto interferem em sua morfologia, o quadro 22 apresenta uma listagem dos componentes internos necessários para o funcionamento do detector de presença.

Quadro 22 - Componentes do detector de presença

COMPONENTE	FUNÇÃO
Sensor de movimento	Detectar a presença de pessoas;
LED RGB	Indicar quando a bateria do produto está no final;
Módulo <i>ESP8266 - 07</i>	Estabelecer conexão via <i>internet</i> sem fio;
Bateria 9V	Prover energia para o funcionamento do produto;
Módulo de cartão <i>MicroSD</i>	Fornecer uma forma de entrada de dados da rede pessoal de internet (nome da rede e senha);
Botão	Indicar se o produto está detectando a presença de pessoas na porta da casa ou do quarto do usuário;
Regulador de tensão	Regular a tensão de saída de um circuito elétrico.

Fonte: da autora

A partir do quadro 22, foi utilizado o *software Autodesk Inventor 2016* para elaborar um modelo tridimensional dos componentes internos do produto. A figura 50 mostra a configuração e posicionamento dos componentes.

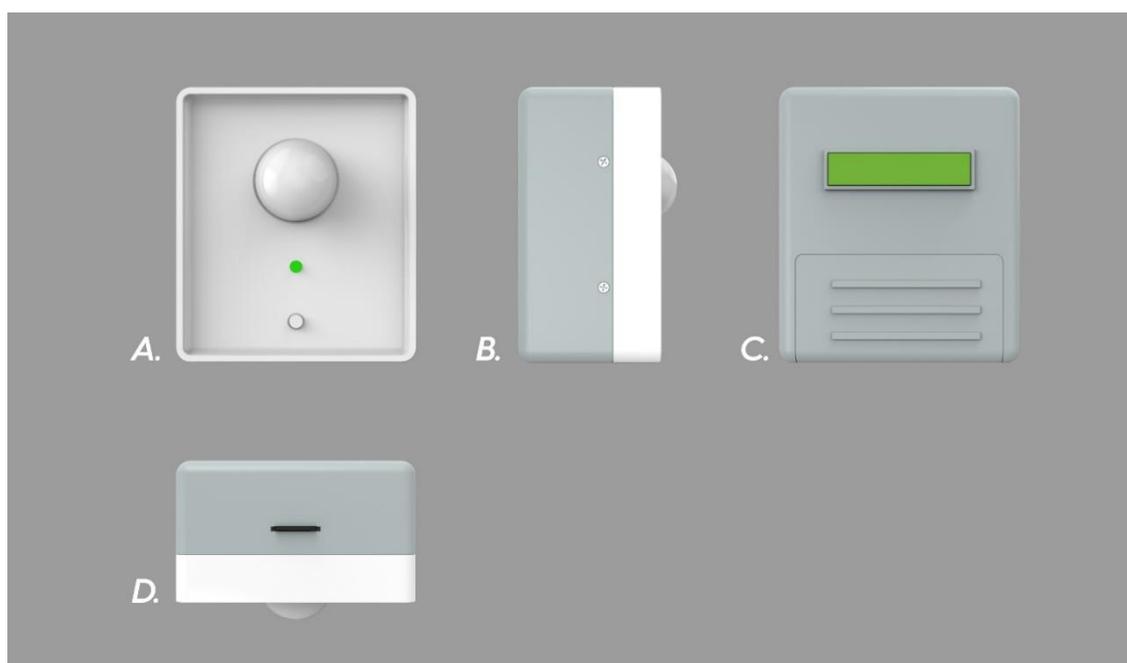
Figura 50 - Configuração dos componentes internos do detector de presença



Fonte: da autora

Utilizando como referência a configuração dos componentes internos e as representações bidimensionais realizadas durante a etapa conceitual do projeto, a carenagem do detector de presença (figura 51) foi projetada utilizando o *software Autodesk Inventor 2016*.

Figura 51 – Vista frontal (a), lateral esquerda (b), posterior (c) e superior (d) da carenagem do painel de alerta



Fonte: da autora

A reconfiguração morfológica do detector de presença resultou em um produto de dimensões compactas com um sensor de movimento, um *LED* RGB e um botão em sua vista frontal. O sensor de movimento detecta a presença de pessoas no ambiente onde está instalado e emite um sinal via *Wi-Fi* para o painel de alerta, que exibe um ícone indicando a presença de pessoas em um determinado ambiente. O mesmo sinal também é enviado para o *wearable* de alerta que vibra e também exibe o ícone.

O *LED* RGB, posicionado na vista frontal do detector, indica ao usuário quando a bateria do produto deve ser trocada: a emissão da luz verde indica que a bateria está carregada, já a emissão da luz vermelha indica que a carga da bateria está no final e deve ser trocada. O botão, também posicionado na vista frontal do detector, indica o local de instalação do detector de presença, que pode ser modificado quando ele é instalado dentro ou fora de casa. Essa configuração interfere no ícone que é exibido no painel e no *wearable* de alerta.

Para se conectar com a rede local, o detector de presença faz uso de um cartão *Micro SD* contendo os dados da rede pessoal de *internet* do usuário, que é inserido no topo do produto (figura 52).

Figura 52 - Inserção do cartão *MicroSD* no detector de presença



Fonte: da autora

Na parte posterior do produto (figura 53), há uma tampa cuja função é possibilitar a abertura parcial do produto para a troca da bateria 9v quando esta atinge o fim de sua vida útil.

Figura 53 – Abertura parcial do produto para a substituição da bateria



Fonte: da autora

Devido a possibilidade de ser utilizado em ambientes externos, o detector de presença não faz uso do *ABS*, visto que este material não possui resistência UV (LEFTERI, 2014). Logo a aplicação do *ABS* no detector de presença, produto que pode ser utilizado do lado externo da casa do usuário e submetido a intempéries, reduziria sua vida útil. Por este motivo, o material aplicado no detector de presença durante sua manufatura é o *PBT*, polímero que tem resistência a altas temperaturas e pode ser utilizado em ambientes externos quando recebe aditivos de proteção UV (LEFTERI, 2014).

Imagens do detector de presença nas cores primárias podem ser vistas no APÊNDICE A e suas dimensões podem ser vistas no APÊNDICE B.

6.6 DESENVOLVIMENTO DO *LAYOUT* DO DETECTOR SONORO

Assim como foi realizado na concepção do *layout* do painel de alerta e do detector de presença, foi elaborado um modelo físico do detector sonoro utilizando papel (figura 54) com o objetivo de explorar a volumetria do produto.

A partir do modelo físico de papel, percebe-se que o detector sonoro tem configuração formal similar à do detector de presença. Portanto, utilizou-se a configuração formal do detector sonoro como referência para conceber o *layout* do detector de presença.

Figura 54: Modelo físico exploratório do detector de presença



Fonte: da autora

A partir da configuração dos componentes internos utilizada no detector de presença, foi concebida a configuração dos componentes internos utilizados no detector sonoro. O quadro 23 apresenta uma lista dos componentes internos necessários para o funcionamento do produto.

Quadro 23 - Componentes do detector de presença

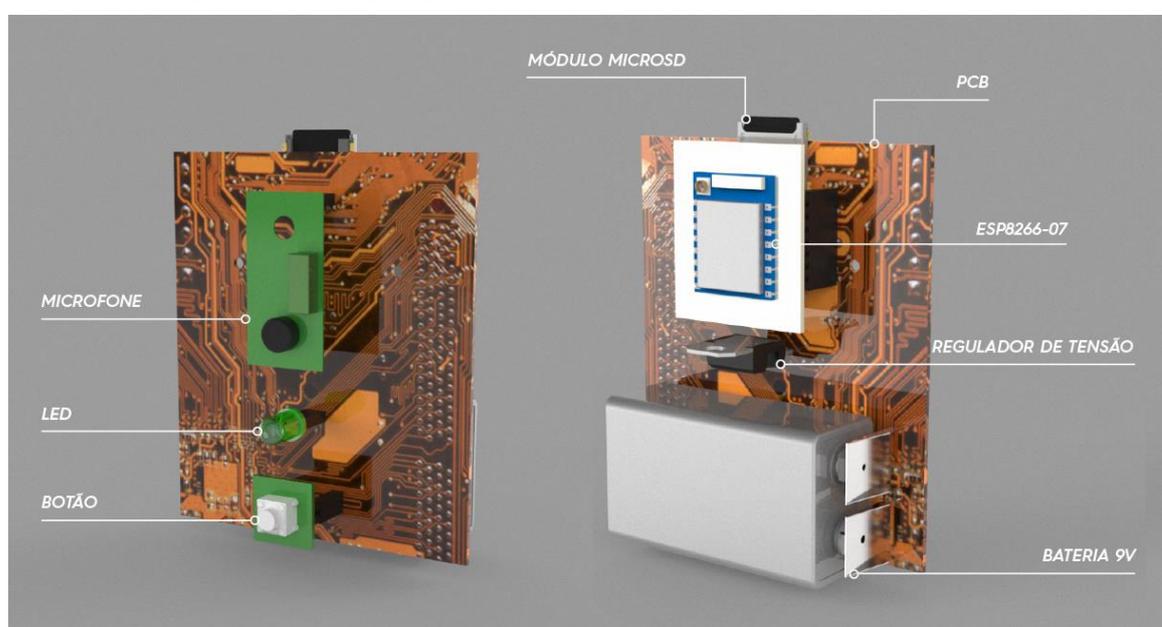
COMPONENTE	FUNÇÃO
Microfone	Detectar sons;
LED RGB	Indicar quando a bateria do produto está no final;
Módulo ESP8266 - 07	Estabelecer conexão via <i>internet</i> sem fio;
Bateria 9V	Prover energia para o funcionamento do produto;
Módulo de cartão <i>MicroSD</i>	Fornecer uma forma de entrada de dados da rede pessoal de internet (nome da rede e senha);
Botão	Indicar se o produto está detectando a presença de pessoas na porta da casa ou do quarto do usuário;
Regulador de tensão	Regular a tensão de saída de um circuito elétrico.

Fonte: da autora

A partir da comparação entre os componentes internos apresentados nos quadros 22 e 23, percebe-se que o detector de presença difere do detector sonoro apenas pela ausência de um sensor de presença e pela presença de um microfone.

A figura 55, elaborada utilizando o *software Autodesk Inventor 2016*, mostra a configuração e posicionamento dos componentes internos do produto. O material definido para a manufatura da carenagem do painel de alerta é o *ABS* (acrilonitrila butadieno estireno) por se tratar de um polímero facilmente processável, de boa resistência ao impacto (LEFTERI, 2014), fatores que contribuem de forma positiva, para o custo de manufatura e prolongação da vida útil do produto.

Figura 55 - Configuração dos componentes internos do detector sonoro



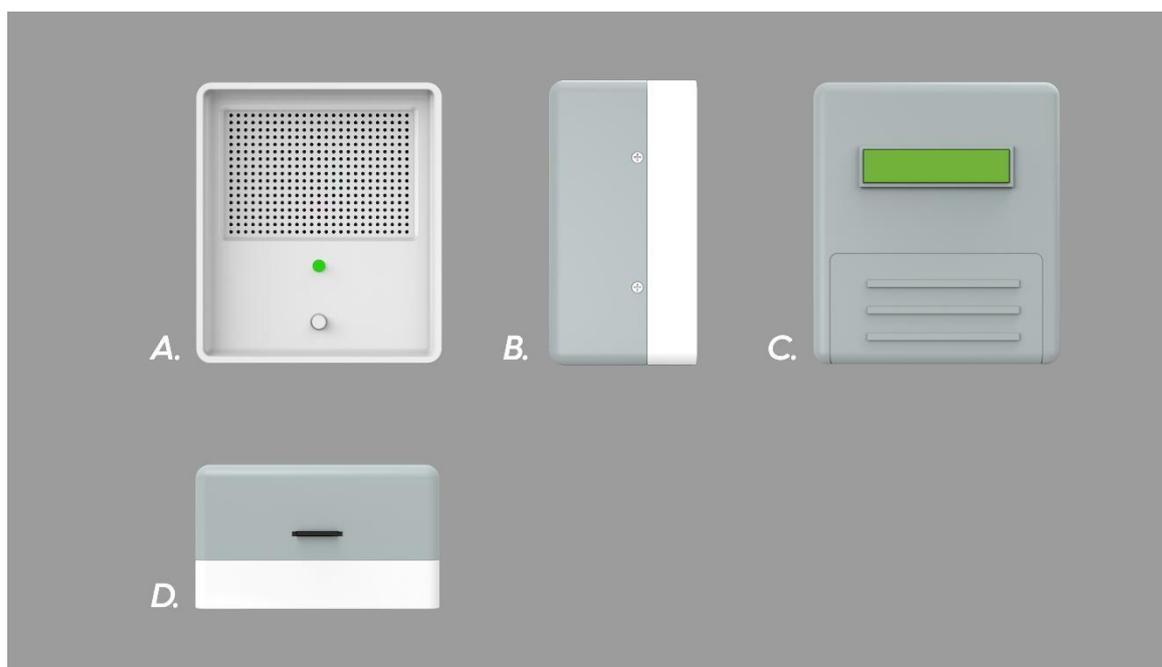
Fonte: da autora

Utilizando como referência a configuração dos componentes internos e as representações bidimensionais realizadas durante a etapa conceitual do projeto, a carenagem do detector sonoro (figura 56) foi projetada no *software Autodesk Inventor 2016*.

A reconfiguração morfológica do detector sonoro resultou em um produto de dimensões compactas. Consta no projeto um microfone, um *LED* RGB e um botão em sua vista frontal. O microfone detecta sons de alarmes no ambiente onde está instalado, mas para que isso aconteça, ele precisa ser instalado o mais próximo possível da fonte de som. Assim que o som do alarme é detectado, o detector sonoro

emite um sinal via *Wi-Fi* para o painel de alerta, que exibe um ícone indicando que algum alarme sonoro da casa foi acionado. O mesmo sinal também é enviado para o *wearable* de alerta, que vibra e também exibe um ícone.

Figura 56 - Vista frontal (a), lateral esquerda (b), posterior (c) e superior (d) da carenagem do detector sonoro



Fonte: da autora

O *LED RGB* indica ao usuário quando a bateria do produto deve ser trocada: a emissão da luz verde significa que a bateria está carregada, já a emissão da luz vermelha indica que a carga da bateria está no final e deve ser trocada. O botão configura o tipo de alarme sonoro o qual o detector sonoro está próximo, diferenciando apenas o alarme de incêndio dos demais. Essa configuração interfere no ícone que é exibido no painel e no *wearable* de alerta.

Exatamente como no detector de presença, para se conectar com a rede local, o detector sonoro faz uso de um cartão *Micro SD*, que é inserido no topo do produto, contendo os dados da rede pessoal de *internet* do usuário.

A tampa, cuja função é possibilitar a abertura parcial do produto para a troca da bateria 9v quando esta atinge o fim de sua vida útil, encontra-se na parte posterior do produto.

Imagens do detector sonoro nas cores primárias podem ser vistas no APÊNDICE A e suas dimensões podem ser vistas no APÊNDICE B.

6.7 COMUNICAÇÃO ENTRE OS PRODUTOS

Com a finalidade de resumir as funcionalidades e conexões entre os produtos desenvolvidos de forma clara e direta, foi elaborado o quadro 24, que apresenta as funções dos produtos e as comunicações que eles estabelecem uns com os outros.

Quadro 24 – Funções e comunicação entre os produtos (continua)

PRODUTO	FUNÇÕES	COMUNICA-SE COM
Painel de alerta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exibir ícones de alerta por meio de um <i>display</i> de <i>LCD</i> quando acionado. Os ícones representam: chamado dos pais, detecção de incêndio, detecção de algum alarme sonoro, detecção de pessoa na porta da rua, detecção de pessoa dentro de casa, bateria fraca e ausência de conexão <i>Wi-Fi</i>; 2. Emitir alarme sonoro quando o seu <i>buzzer</i> é acionado. 	<p><i>Wearable</i> de alerta <i>Wearable</i> de chamado Detector de presença Detector sonoro</p>
<i>Wearable</i> de alerta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exibir ícones de alerta por meio de um <i>display</i> de <i>LCD</i> e vibrar quando estes ícones são exibidos. Os ícones representam: chamado dos pais, detecção de incêndio, detecção de algum alarme sonoro, detecção de pessoa na porta da rua, detecção de pessoa dentro de casa, bateria fraca e ausência de conexão <i>Wi-Fi</i>; 2. Mostrar as horas; 3. Despertar por meio de um alarme vibratório em um horário determinado; 4. Acionar o <i>buzzer</i> do painel de alerta e do <i>wearable</i> de chamado por meio de um botão emergencial. 	<p>Painel de alerta <i>Wearable</i> de chamado Detector de presença Detector sonoro</p>
<i>Wearable</i> de chamado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vibrar e emitir sons quando o seu <i>buzzer</i> é acionado; 2. Acionar o <i>display</i> de <i>LCD</i> do painel de alerta e o <i>OLED display</i> e motor vibratório do <i>wearable</i> de alerta, exibindo uma imagem que representa o chamado dos pais. 	<p>Painel de alerta <i>Wearable</i> de chamado</p>
Detector de presença	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acionar o <i>display</i> de <i>LCD</i> do painel de alerta e o <i>OLED display</i> e motor vibratório do <i>wearable</i> de alerta, quando detecta a presença de pessoas, exibindo uma imagem que representa detecção de pessoa na porta da rua (quando o produto é instalado e configurado para ser utilizado na porta da rua), ou a detecção de pessoa dentro de casa (quando o produto é instalado e configurado para ser utilizado na porta da rua). 	<p>Painel de alerta <i>Wearable</i> de chamado</p>

Quadro 24 - Funções e comunicação entre os produtos (conclusão)

Detector sonoro	1. Acionar o <i>display</i> de <i>LCD</i> do painel de alerta e o <i>OLED display</i> e motor vibratório do <i>wearable</i> de alerta, quando detecta o som de um alarme, exibindo uma imagem que representa princípio de incêndio (quando o produto é instalado o mais próximo possível do detector de incêndio e configurado para ser utilizado como um detector sonoro do alarme de incêndio), ou a detecção do som de outro alarme qualquer (quando o produto é instalado e configurado para ser utilizado próximo de um alarme sonoro predeterminado).	Painel de alerta <i>Wearable</i> de chamado
-----------------	---	--

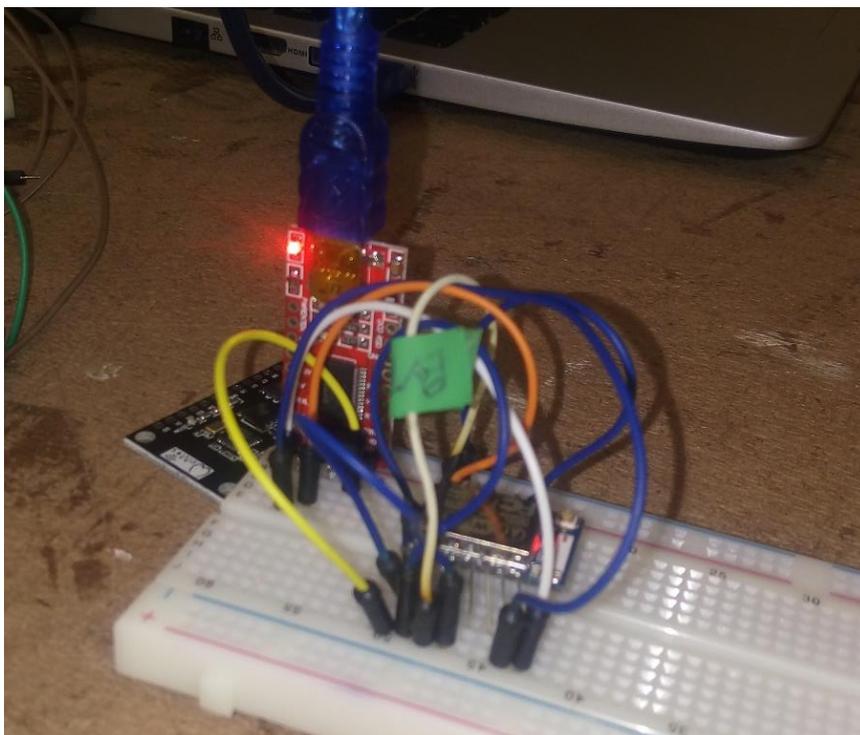
Fonte: da autora

A partir da análise do quadro 24, percebe-se que os produtos desenvolvidos compõem uma rede de automação residencial modular e interligada, onde o painel e o *wearable* de alerta são os produtos centrais, voltados para o uso da criança surda, que se comunicam com todos os demais produtos. Além disso é possível afirmar que, com os produtos desenvolvidos, o usuário pode personalizar a sua própria rede de automação residencial, adquirindo os produtos de acordo com a sua necessidade.

Embora a rede de automação residencial desenvolvida possa ser considerada personalizável por permitir que o usuário adquira apenas aqueles produtos os quais necessita, a posse do painel de alerta ou do *wearable* de alerta faz-se obrigatória para que o usuário receba as informações transmitidas pelos produtos de detecção e chamado que compõem a rede de automação residencial.

6.8 PROTOTIPAGEM

Posteriormente ao desenvolvimento dos produtos constituintes da linha de automação residencial para crianças surdas, houve a necessidade de prototipá-los para verificar a sua funcionalidade. Para tanto, foram realizados testes utilizando o módulo *ESP8266-07*, componente essencial na comunicação entre os produtos. Um dos testes realizados consistia em acender uma luz de *LED* por meio de *internet* sem fio (figura 57) utilizando como componentes: uma *protoboard*, um *USB serial*, um módulo *ESP8266-07*, *jumpers*, um cabo *USB* e um computador com a *IDE* do *Arduino* instalada.

Figura 57 – Teste utilizando o módulo *ESP8266-07*

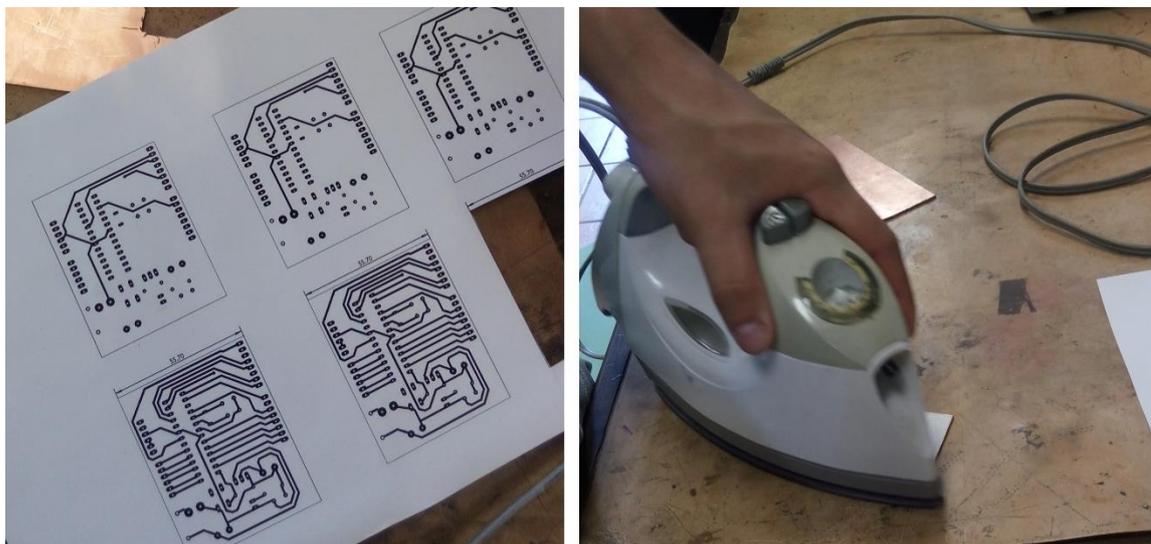
Fonte: da autora

O teste tinha como objetivo acionar um *LED* por meio de *internet* sem fio e compreender o funcionamento do módulo *ESP8266-07*. Ao compreender o funcionamento do módulo *ESP82266-07*, foram realizados testes posteriores com o intuito de fazer um sensor de movimento, componente constituinte do detector de presença, se comunicar com um display de *LED*, componente constituinte do painel de alerta. Houve dificuldade em fazer dois módulos *ESP8266 - 07* se comunicarem, o que resultou no não funcionamento do protótipo.

Sem o funcionamento do módulo *ESP8266-07*, optou-se por prototipar o *display* do painel de alerta, sem estabelecer comunicação por meio de *internet* sem fio com os demais produtos. Para a realização do protótipo foi necessário projetar um circuito impresso.

Com o auxílio de estudantes de engenharia elétrica, foi desenhado um circuito (APÊNDICE C) contendo todos os componentes necessários para o funcionamento do *display* do painel de alerta. O circuito projetado foi impresso em papel *couche* e transferido para uma placa de fenolite revestida em cobre por meio do calor de um ferro de passar roupas (figura 58).

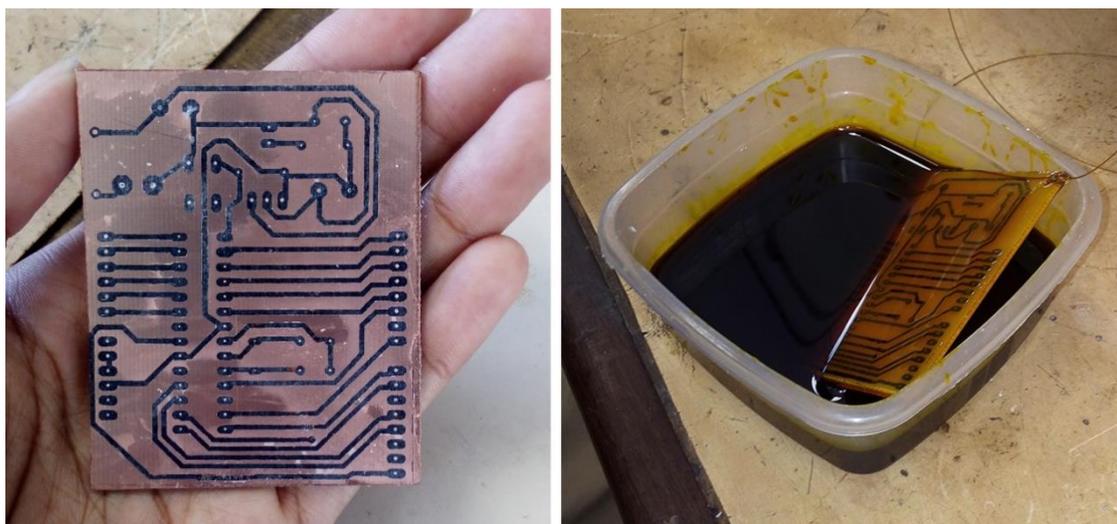
Figura 58 – Circuito sendo transferido para uma placa de fenolite por meio de calor



Fonte: da autora

Com a imagem do circuito transferida para a placa de fenolite (figura 59), foi utilizado percloroeto de ferro, substância química que tem como função corroer metais, para corroer o cobre que reveste a placa de fenolite, deixando apenas a imagem do circuito que foi transferida, com o objetivo de proteger a placa contra a corrosão.

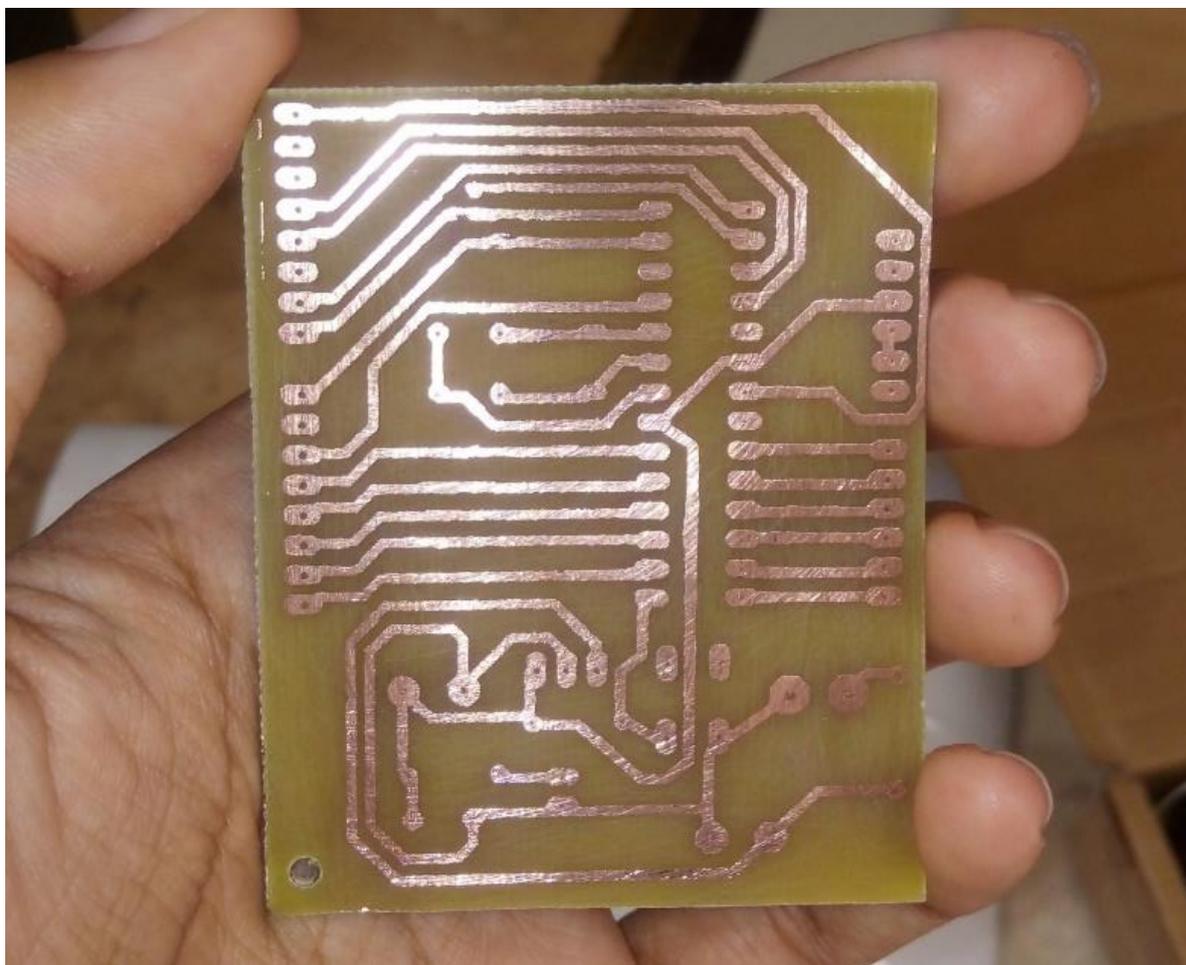
Figura 59 – Placa de fenolite com circuito impresso (à esquerda) sendo corroída pelo percloroeto de ferro (à direita)



Fonte: da autora

Após a corrosão, a placa de fenolite foi lavada em água corrente e lixada com o objetivo de revelar o circuito em cobre (figura 60).

Figura 60 – Placa de fenolite com circuito impresso em cobre



Fonte: da autora

Após a corrosão da placa de fenolite, os componentes necessários para o funcionamento do protótipo foram soldados: um diodo 1N4004, um capacitor de 100uF e 10uF, um soquete para *ATMega 328*, barras de pinos, um cristal de 16 Mhz, um *pushbutton*, 2 capacitores de 22 pF, um regulador de tensão, um *ATMega 328*, resistores de 10 mil ohms e 470 ohms e um capacitor de 10nF.

A figura 61 exibe 3 placas de circuito impresso que foram confeccionadas para serem utilizadas no projeto, onde apenas a terceira placa é funcional.

Figura 61 – Placas de circuito impresso



Fonte: da autora

Em conjunto com a placa de circuito impresso, as carenagens dos produtos projetados para automatizar a casa de crianças surdas foram prototipadas por meio de impressão tridimensional, como mostrado na figura 62.

Figura 62 – Impressão em *PLA* da carenagem frontal do alarme sonoro

Fonte: da autora

As carenagens impressas passaram por um processo de acabamento (figura 63), onde receberam revestimento em massa acrílica e foram lixadas com o objetivo

de remover as marcas superficiais das carenagens resultantes da impressão tridimensional.

Figura 63 – Processo de acabamento das carenagens



Fonte: da autora

Após o acabamento, as carenagens dos produtos foram coloridas por meio de tinta *spray* brilhosa e montadas utilizando peças adicionais, como pulseira de *EVA* nos *wearables*, sensor de movimento no detector de presença, e a placa de circuito impresso em conjunto com um *display* de *LCD* no painel de alerta, como pode ser visto na figura 64.

Figura 64 – Carenagens pintadas e montadas



Fonte: da autora

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Projetar produtos de automação residencial para a casa de crianças surdas foi uma tarefa complexa e extensa. Identificar as dificuldades enfrentadas pela comunidade surda, que muitas vezes é invisível em uma sociedade que considera as pessoas ouvintes como padrão, e tentar resolver uma parte destas dificuldades, exigiu conhecimentos de diversas áreas de atuação, fazendo com que este trabalho não resultasse apenas no desenvolvimento de um produto, mas também no aprendizado de novas culturas e novas formas de projetar.

A partir das pesquisas realizadas durante o desenvolvimento do projeto, pode-se perceber que há uma demanda por soluções que se enquadrem no conceito de *design* universal no Brasil, pode-se afirmar que o desenvolvimento de um projeto de automação residencial para crianças surdas é algo inovador dentro do contexto brasileiro. O projeto desenvolvido dentro deste contexto teve como principais dificuldades o estabelecimento de um contato com a comunidade surda e, conseqüentemente, a construção das funcionalidades dos produtos a serem projetados para esta população. Apesar disso, muitos objetivos foram alcançados durante a concepção do projeto, como o desenvolvimento de um sistema de automação residencial modular e flexível que pode ser montado e instalado pelo seu próprio usuário, promovendo a sua independência.

O projeto, que teve a sua finalização no projeto preliminar tem como próximos passos a realização do projeto detalhado, que consiste na prototipagem e desenvolvimento de elementos de auxílio como, identidade visual, embalagem e manual de instruções. Outra atividade importante que deve ser realizada para aprimorar o funcionamento do produto, é a realização de testes de validação com a comunidade surda.

Mesmo não finalizado, o projeto apresenta uma solução de alta viabilidade de produção, apesar de sua complexidade, com grande potencial de aplicação na vida cotidiana de pessoas surdas dentro de suas casas.

REFERÊNCIAS

ACTION ON HEARING LOSS. **B1431 Bellman Telephone Transmitter**. Disponível em: <<https://www.actiononhearingloss.org.uk/shop/bellman-telephone-transmitter-product-b1431.aspx>>. Acesso em: 20 Agosto 2017.

ACTION ON HEARING LOSS. **B1491 Bellman Baby Cry Transmitter**. Disponível em: <<https://www.actiononhearingloss.org.uk/shop/bellman-baby-cry-transmitter-product-be1491.aspx>>. Acesso em: 20 Agosto 2017.

AMAZON. **Bellman & Symfon Alarm Clock Pro (BE1370)**. Disponível em: <<https://www.amazon.com/Bellman-Symfon-Alarm-Clock-BE1370/dp/B00819OGF2>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

AMAZON. **Bellman & Symfon Visit Cell Phone Sensor**. Disponível em: <<https://www.amazon.com/Bellman-Symfon-Visit-Phone-Sensor/dp/B00FS7XI9K>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

AMAZON. **Bellman & Symfon Visit Flash Receiver**. Disponível em: <https://www.amazon.com/Bellman-Symfon-Visit-Flash-Receiver/dp/B003TM3DLE/ref=sr_1_1?s=electronics&ie=UTF8&qid=1499013829&sr=1-1&keywords=flash+receiver+bellman+%26+symfon>. Acesso em: 24 Junho 2017.

AMAZON. **Bellman & Symfon Visit Vibrating Pager Receiver (BE1470)**. Disponível em: <https://www.amazon.com/Bellman-Symfon-Vibrating-Receiver-BE1470/dp/B003I7HMDU/ref=sr_1_cc_2_a_it?s=aps&ie=UTF8&qid=1499014078&sr=1-2-catcorr&keywords=pager+receiver+bellman+%26+symfon>. Acesso em: 24 Junho 2017.

ANGEL, P. M.; FRAIGI, L. B. **Introducción a la Domótica**. Córdoba: Embalse, 1993. 172 p.

ARDUINO. **Arduino Uno REV3**. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>. Acesso em: 29 Junho 2017.

ARDUINO. **Arduino Ethernet REV 3 with POE**. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-ethernet-rev3-with-poe>>. Acesso em: 29 Junho 2017.

ARDUINO. **Introduction: What is Arduino.** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 19 Junho 2017.

AUDIUM. **Causas e tipos de perda auditiva.** Disponível em: <<https://www.audiumbrasil.com.br/pt/perda-auditiva/causas-e-tipos-de-perda-auditiva/>>. Acesso em: 20 Abril 2017.

AURESIDE. **A automação residencial alavanca a demanda por eficiência.** Disponível em: <<http://www.areside.org.br/noticias/a-automacao-residencial-alavanca-a-demanda-por-eficiencia>>. Acesso em: 19 Maio 2017.

BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem.** Barueri: Manole, 2008. 601 p.

BANZI, M. **Getting Started with Arduino.** Sebastopol: Make:, 2011. 117 p.

BELLMAN & SYMFON. **Alarm Clock Visit.** Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/visit-receivers/alarm-clock-visit/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Baby Monitor.** Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/visit-transmitters-for-europe/baby-monitor/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Bellman & Symfon - Commitment.** Disponível em: <<http://bellman.com/en/about-us/commitment/>>. Acesso em: 01 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Bellman & Symfon - Visit Smart Home.** Disponível em: <<http://bellman.com/en/our-solutions/visit-smart-home/>>. Acesso em: 01 Julho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Door Transmitter.** Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/visit-transmitters-for-europe/door-transmitter1/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Flash Receiver.** Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/visit-receivers/flash-receiver/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Mobile Phone Sensor**. Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/accessories/mobile-phone-sensor/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Pager Receiver**. Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/visit-receivers/pager-receiver/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Smoke Alarm Optothermal**. Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/visit-transmitters-for-europe/smoke-alarm-transmitter/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Telephone Transmitter**. Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/visit-transmitters-for-europe/telephone-transmitter1/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BELLMAN & SYMFON. **Wrist Receiver**. Disponível em: <<http://bellman.com/en/for-professionals/product-support/visit-notification-system/visit-receivers/wrist-receiver/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

BOLZANI, C. A. M. **Residências Inteligentes**. São Paulo: Livraria da Física, 2004. 332 p.

BOLZANI, C. A. M. **Residências Inteligentes**. São Paulo: Livraria da Física, 2004. 332 p.

BRAG, D. et al. **A Personalizable Mobile Sound Detector App Design for Deaf and Hard-of-Hearing Users**. University of Washington, Seattle. 11 p. 2016.

BRASIL. Lei Nº 10.436, de 24 de abril de 2002 - Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 de abril de 2002.

BRASIL. Decreto Nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 25 de de agosto de 2009.

CAMBIAGHI, S. **Desenho Universal**: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas. São Paulo: Senac, 2007. 269 p.

COSTA, M. S. O. O benefícios da informática na educação dos surdos. **Momento**, Rio Grande, v. 1, n. 20, p. 101-122, 2011.

DREYFUSS, H. **The Measure of Man and Woman**. New York: John Wiley, 2001. 104p.

EBRAHIM, F. Comparing creative thinking abilities and reasoning ability of deaf and hearing children. **Roeper Review**, [S.l.], 140-147, Janeiro 2010.

FERNANDES, E. **Problemas linguísticos e cognitivos do surdo**. Rio de Janeiro: AGIR, 1989. 162 p.

FILHO, D. O. B. **Shields para Arduino**. Disponível em: <http://www.robotizando.com.br/shields_index.php>. Acesso em: 11 Novembro 2017.

FILIPEFLOP. **Módulo WiFi ESP8266 NodeMcu ESP-12**. Disponível em: <http://www.filipeflop.com/pd-2c140d-modulo-wifi-esp8266-nodemcu-esp-12e.html#_ga=2.131847884.255100005.1498159873-1211115567.1498159873>. Acesso em: 22 Junho 2017.

FILIPEFLOP. **Qual módulo ESP8266 comprar?** Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/qual-modulo-esp8266-comprar/>>. Acesso em: 11 Novembro 2017.

GUARINELLO, A. C. et al. Reflexões sobre as interações linguística entre familiares ouvintes - filhos surdos. **Tuiuti: Ciência e cultura**, Curitiba, v. 46, p. 151-168, 2013. Disponível em: <http://www.utp.br/tuiuticienciaecultura/ciclo_4/tcc_46_programas/pdf_46/art10_reflexoes.pdf>

GUARINELLO, A. C.; LACERDA, C. B. F. D. O grupo de familiares de surdos como espaço de reflexão e de possibilidades de mudança: **Abordagens grupais em fonoaudiologia: contextos e aplicações**. São Paulo: Plexus. 2007. v. 1 p. 105-120.

HEALTH AND CARE UK. **Bellman Visit Door Transmitter**. Disponível em: <<http://www.healthandcare.co.uk/bellman-symfon/bellman-visit-door-transmitter.html>>. Acesso em: 20 Abril 2017.

HEALTH AND CARE UK. **Bellman Visit 868 Wrist Receiver**. Disponível em: <<http://www.healthandcare.co.uk/bellman-symfon/bellman-868-wrist-receiver.html>>. Acesso em: 20 Abril 2017.

HEAR FOR LESS. **Bellman & Symfon Visit Smoke Alarm Deaf Hard of Hearing**. Disponível em: <<https://www.hearforless.com.au/product/bellman-symfon-visit-smoke-alarm-deaf-hard-of-hearing/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

HEARING LOSS ASSOCIATION OF AMERICA. **Cochlear Implants**. Disponível em: <<http://www.hearingloss.org/content/cochlear-implants>>. Acesso em: 11 Maio 2017.

KOLLIN, A. **Responding to a Need**. Disponível em: <<https://www.sonicalert.com/About-Us-s/1817.htm>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

LEÃO, F. G. **Retrofit**. Disponível em: <<https://designculture.com.br/retrofit>>. Acesso em: 20 Agosto 2017.

LEFTERI, C. **Materials for Design**. London: Laurence King Publishing, 2014. 256 p.

LEFTERI, C. **Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos**. São Paulo: Blucher, 2009. 240 p.

LESS, H. F. **Bellman & Symfon Visit Smoke Alarm Deaf Hard of Hearing with 10 Year Lithium Battery**. Disponível em: <<https://www.hearforless.com.au/product/bellman-symfon-visit-smoke-alarm-deaf-hard-of-hearing-with-10-year-lithium-battery/>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

LUPTON, E. **Beautiful users: Designing for people**. New York: Princeton Architectural Press, 2014. 141 p.

MAKE: MAGAZINE. **The Maker Movement**. Disponível em: <<http://makerfaire.com/maker-movement/>>. Acesso em: 20 Maio 2017.

MARTIN, B. **Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions**. Beverly: Rockport Publishers, 2012. 207 p.

MARTIN, L. The Promise of The Maker Movement for Education. **Journal of Pre-College Engineering Education Research**, [S.l.], v. 5, p. 30-39, 2015.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2015. 506 p.

MITCHELL, T.; QUITTNER, A. Multimethod study of attention and behavior problems in hearing-impaired children. **Journal of Clinical Child Psychology**, [S.l.], 83-96, Junho 2010.

MZUSAKI, L. E. P. **Comparação de mecanismos de comunicação para a casa inteligente**. 2009. 120 p. Tese (Diplomação em Engenharia da Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

MORAES, A. D. **Conformação da interface homem-máquina: usuários extremos versus home brasileiro**. Rio de Janeiro: ABERGO, 1994. 33-45 p.

MOURA, M. C. D. **O surdo: caminhos para uma nova identidade**. Rio de Janeiro: Revinter Ltda., 2000. 151 p.

NDCS. **The impact that technology can have on the lives of deaf children - an NDCS study**. Nacional Deaf Children's Society. London, 2012, p. 12.

OPEN SOURCE. **What is a Raspberry Pi**. Disponível em: <<https://opensource.com/resources/raspberry-pi>>. Acesso em: 16 Novembro 2017.

PAPALIA, D. **Desenvolvimento humano**. Porto Alegre: ARTMED, 2006. 868 p.

PAZMINO, A. V. **Como se cria: 40 métodos para design de produtos**. São Paulo: Blucher, 2015. 279 p.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990. 115 p.

PLATCHECK, E. R. **Design Industrial: metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Atlas S. A., 2012. 127 p.

POTTER, L.; KORTE, J.; NIELSEN, S. **Design With the Deaf: Do Deaf Children Need Their Own Approach when Designing Technology?** Griffith University. Nathan, 2014.p. 5.

PRUDENTE, F. **Automação predial e residencial: uma introdução**. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2011. 211 p.

REZENDE, P. L. F. **Implante coclear na constituição dos sujeitos surdos**. 2010. 164 p. Dissertação (Pós-Graduação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

RICHARDS, S.; TAYLOR, R.; SMILEY, L. **Exceptional Students: Preparing Teachers for the 21st Century**. New York: McGraw-Hill Education, 2008. 672 p.

ROBOCORE. **Módulo WiFi – ESP8266**. Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/produtos/modulo-wifi-esp8266.html>>. Acesso em: 11 Novembro 2017.

RODRIGUES, P.; ALVES, L. **Tecnologia Assistiva: uma revisão do tema**. Holos, Rio Grande do Norte, v. 6, p. 170-180, 2013.

ROGERS, Y. **Design de Interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 585 p.

SANTOS, J. E.; **Qual é o objetivo da internet das coisas?** 2017. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/internet-das-coisas/qual-e-o-objetivo-da-internet-das-coisas-99982/>>. Acesso em: 22 Janeiro 2018.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. **Tecnologia Assistiva**. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 11 Abril 2017.

SECRETARIA ESPECIAL DOS DIREITOS HUMANOS. **Tecnologia Assistiva**. Brasília, 2009. 140 p.

SILVA, C. M. F. D. **Esc(r)utar arquitectura: conscientização auditiva so espaço arquitectónico**. 2009. 133 p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Coimbra, 2009.

SISTEMA DE CONSELHO FEDERAL E REGIONAIS DE FONOAUDIOLOGIA. **Manual de procedimentos em audiometria tonal limiar, logaudiometria e medidas de imitância acústica**. Conselho Federal de Fonoaudiologia. [S.l.], 2013, 27 p.

SKLIAR, C. **A surdez: um olhar sobre as diferenças**. 2ª Edição. ed. Porto Alegre: Mediação, 2001. 192 p.

SONIC ALERT. **HomeAware™ Deluxe Receiver - HA360RK**. Disponível em: <<http://www.sonicalert.com/HomeAware-Deluxe-Receive-p/ha360rk.htm>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

SONIC ALERT. **HomeAware™ Doorbell - HA360DB**. Disponível em: <<http://www.sonicalert.com/HomeAware-Doorbell-p/ha360db.htm>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

SONIC ALERT. **HomeAware™ Remote Phone Transmitter - HA360VPT**. Disponível em: <<http://www.sonicalert.com/HomeAware-Remote-Phone-Transmitter-p/ha360vpt.htm>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

SONIC ALERT. **HomeAware™ Smoke / CO Sound Transmitter - HA360SSSCK**. Disponível em: <<http://www.sonicalert.com/HomeAware-Smoke-and-CO-Sound-Transmitter-p/ha360sssck.htm>>. Acesso em: 24 Junho 2017.

TECH TARGET. **Printed Circuit Board**. Disponível em: <<http://whatis.techtarget.com/definition/printed-circuit-board-PCB>> . Acesso em: 11 Novembro 2017.

TSUJI, R. K. **Graus de perda auditiva - Portal da otorrinolaringologia**. Disponível em: <<http://portalotorrinolaringologia.com.br/SURDEZ-graus.php>>. Acesso em: 09 Abril 2017.

VIEBRANTZ, A. **Automação de baixo custo com Raspberry Pi**. Disponível em: <<https://medium.com/iot-bootcamp/automa%C3%A7%C3%A3o-de-baixo-custo-com-raspberry-pi-6a5b6fccadec>>. Acesso em: 16 Novembro 2017.

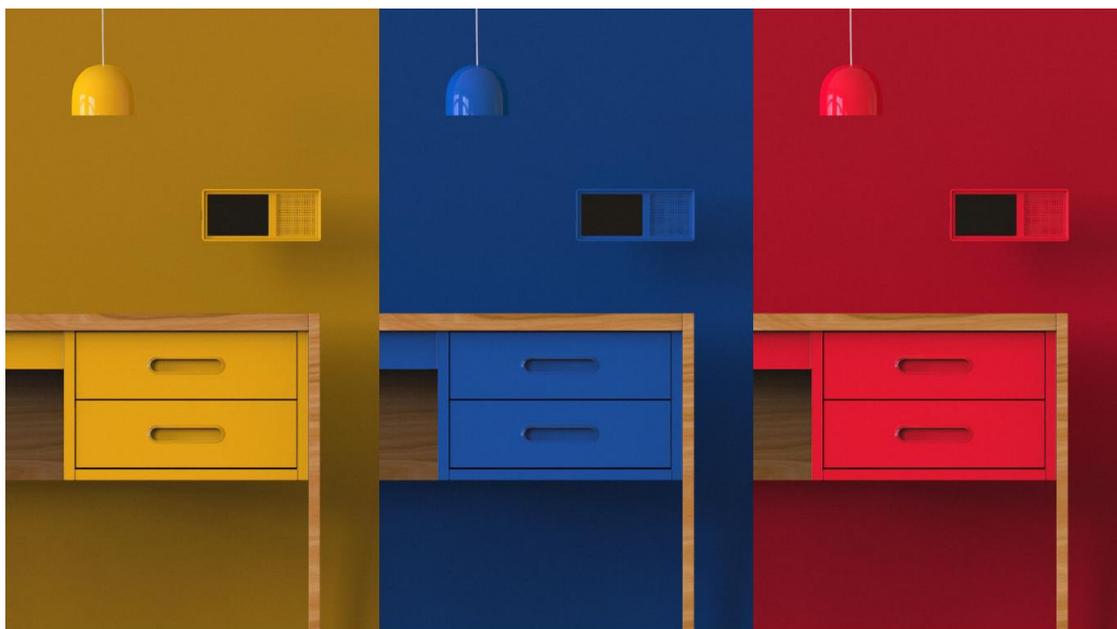
WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Disability and rehabilitation**. Disponível em: <<http://www.who.int/disabilities/infographic/en/>>. Acesso em: 02 maio 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World report on disability**. World Health Organization. Switzerland, 2011, p. 350.

APÊNDICE A – REPRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS NAS CORES PRIMÁRIAS

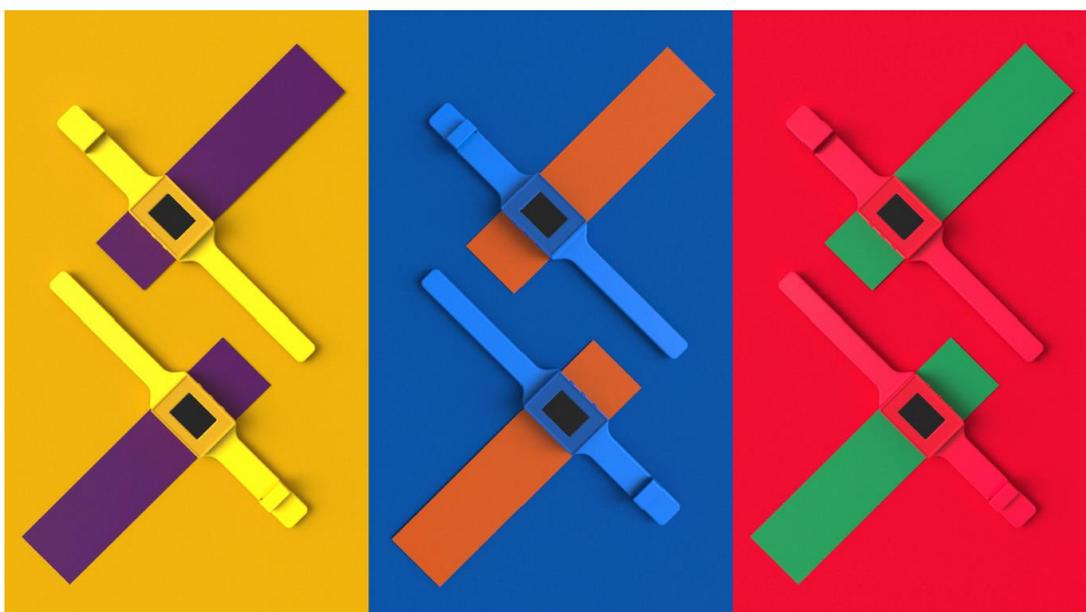
A seguir são apresentados os produtos constituintes da linha de automação residencial ambientados utilizando as cores primárias.

Figura 65 – Painel de alerta ambientado com cores primárias aplicadas.



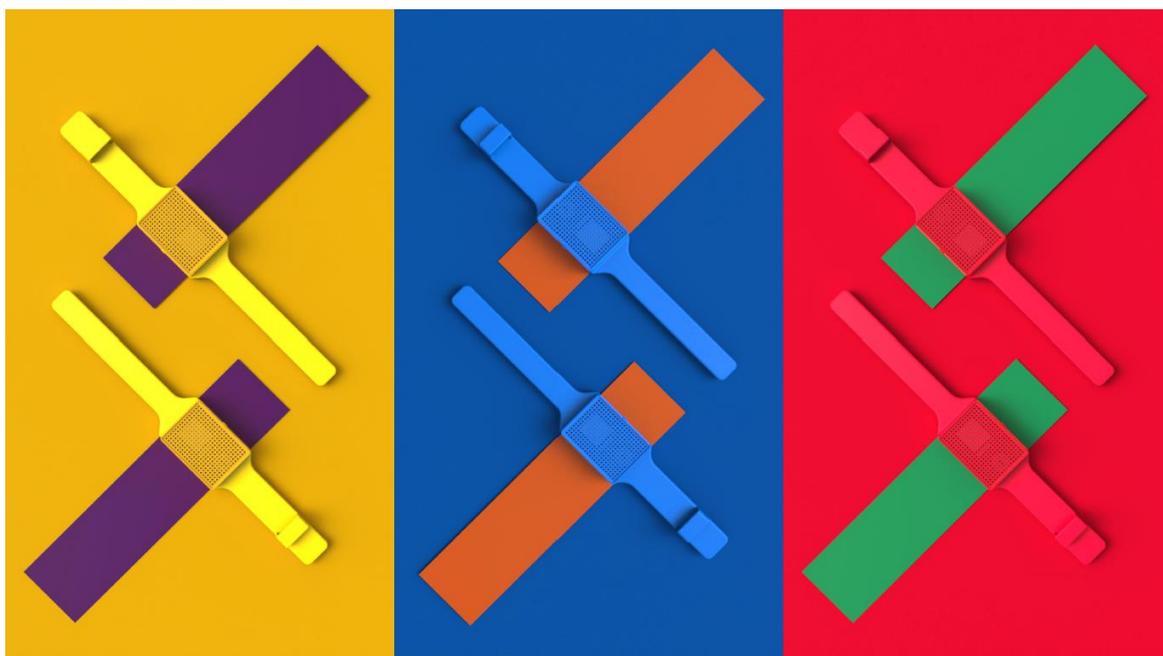
Fonte: da autora

Figura 66 – *Wearable* de alerta nas cores primárias.



Fonte: da autora

Figura 67 – *Wearable* de chamado nas cores primárias.



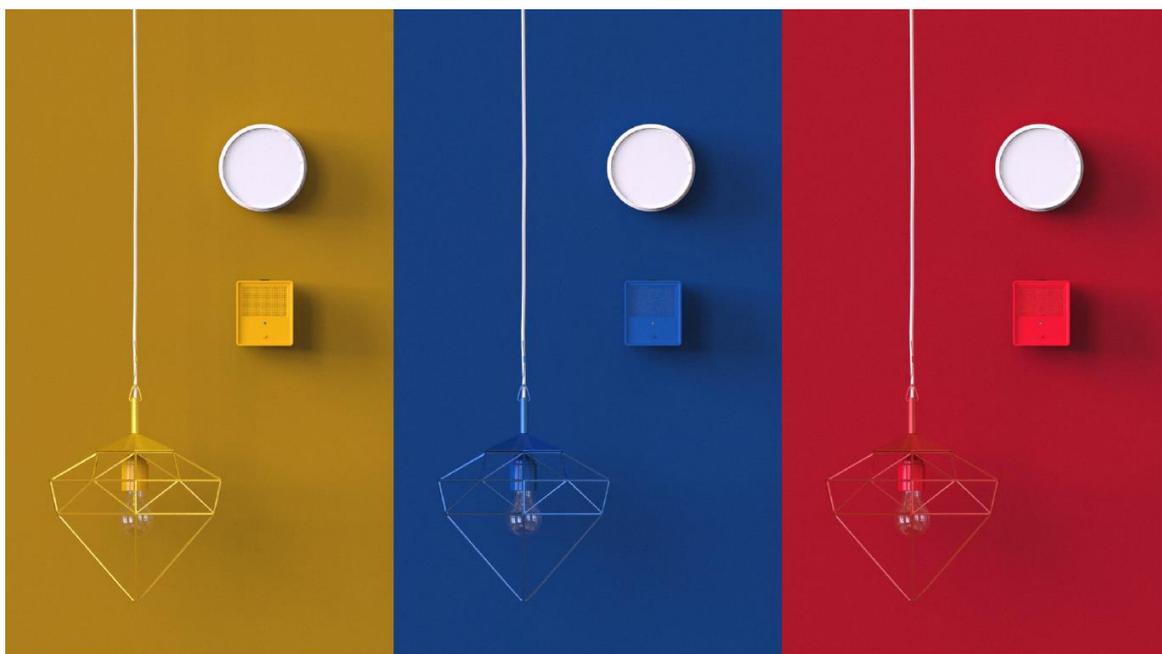
Fonte: da autora

Figura 68 – Detector de presença ambientado com cores primárias aplicadas.



Fonte: da autora

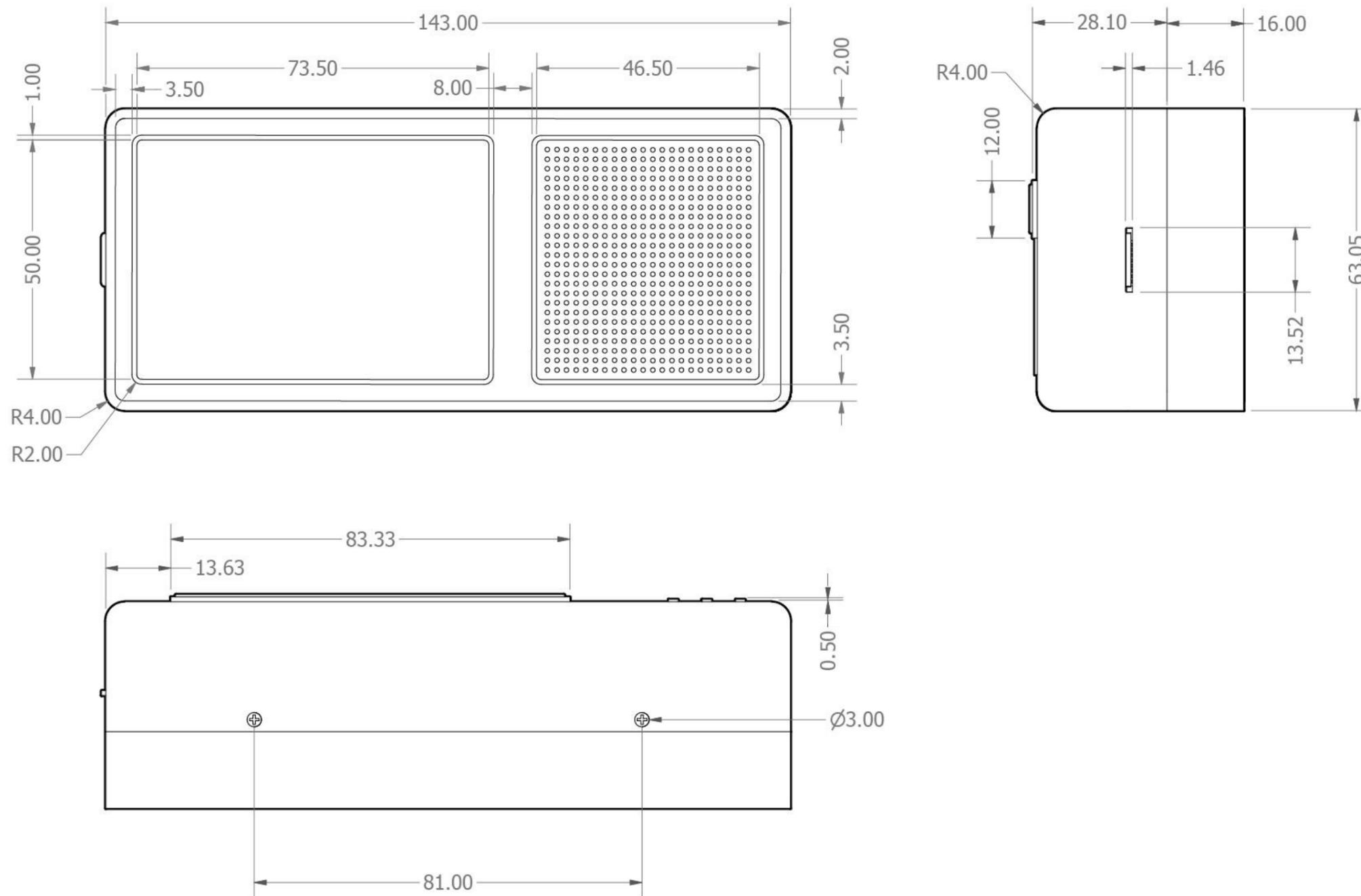
Figura 69 – Detector sonoro ambientado com cores primárias aplicadas.



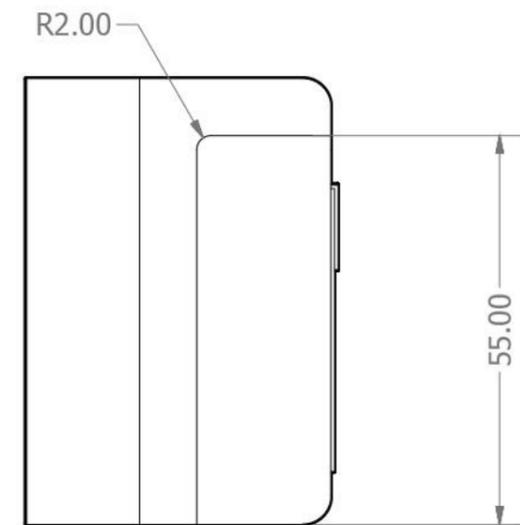
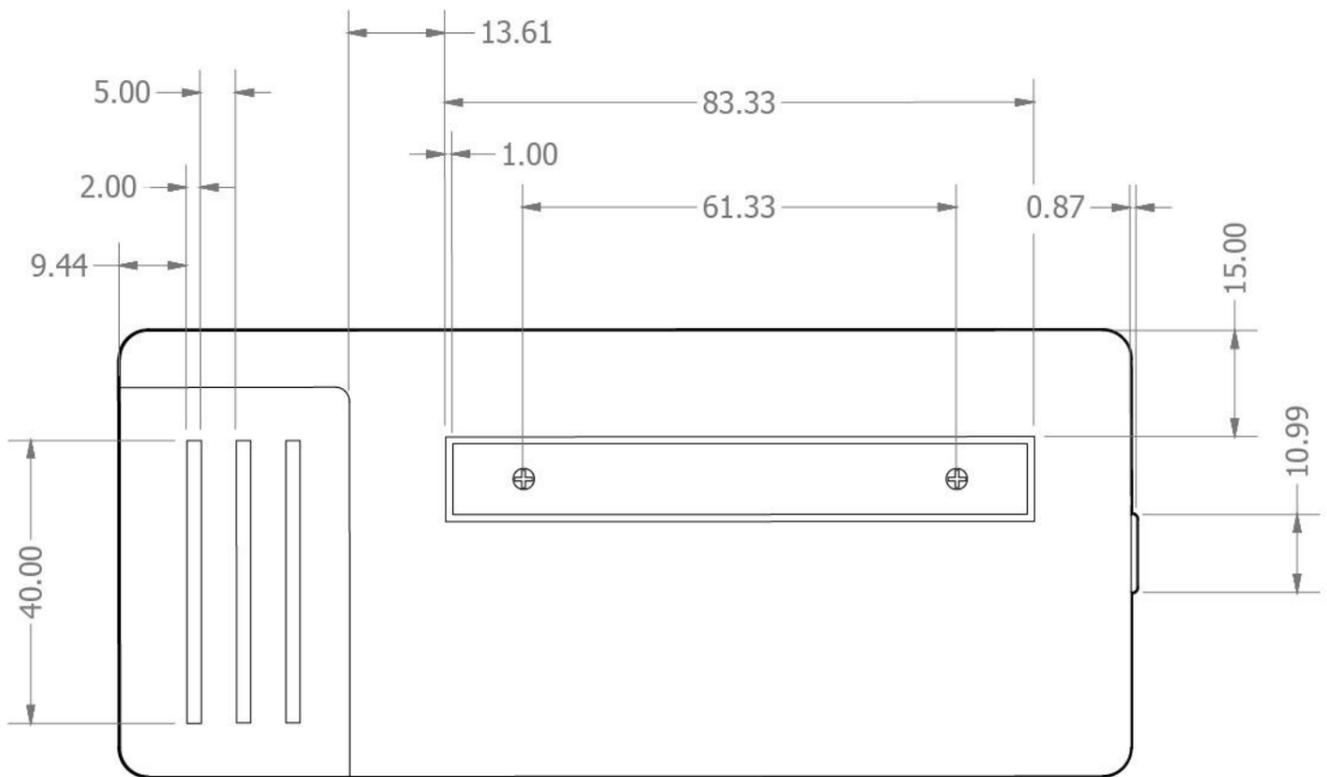
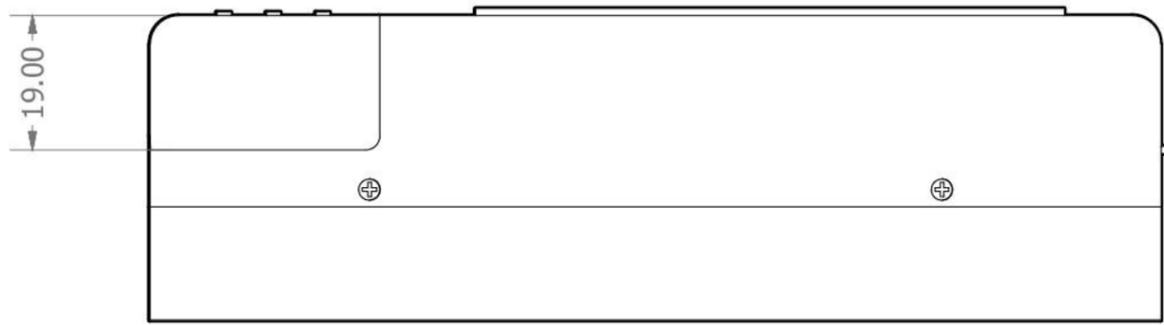
Fonte: da autora

APÊNDICE B – DESENHO TÉCNICO DOS PRODUTOS E SEUS COMPONENTES

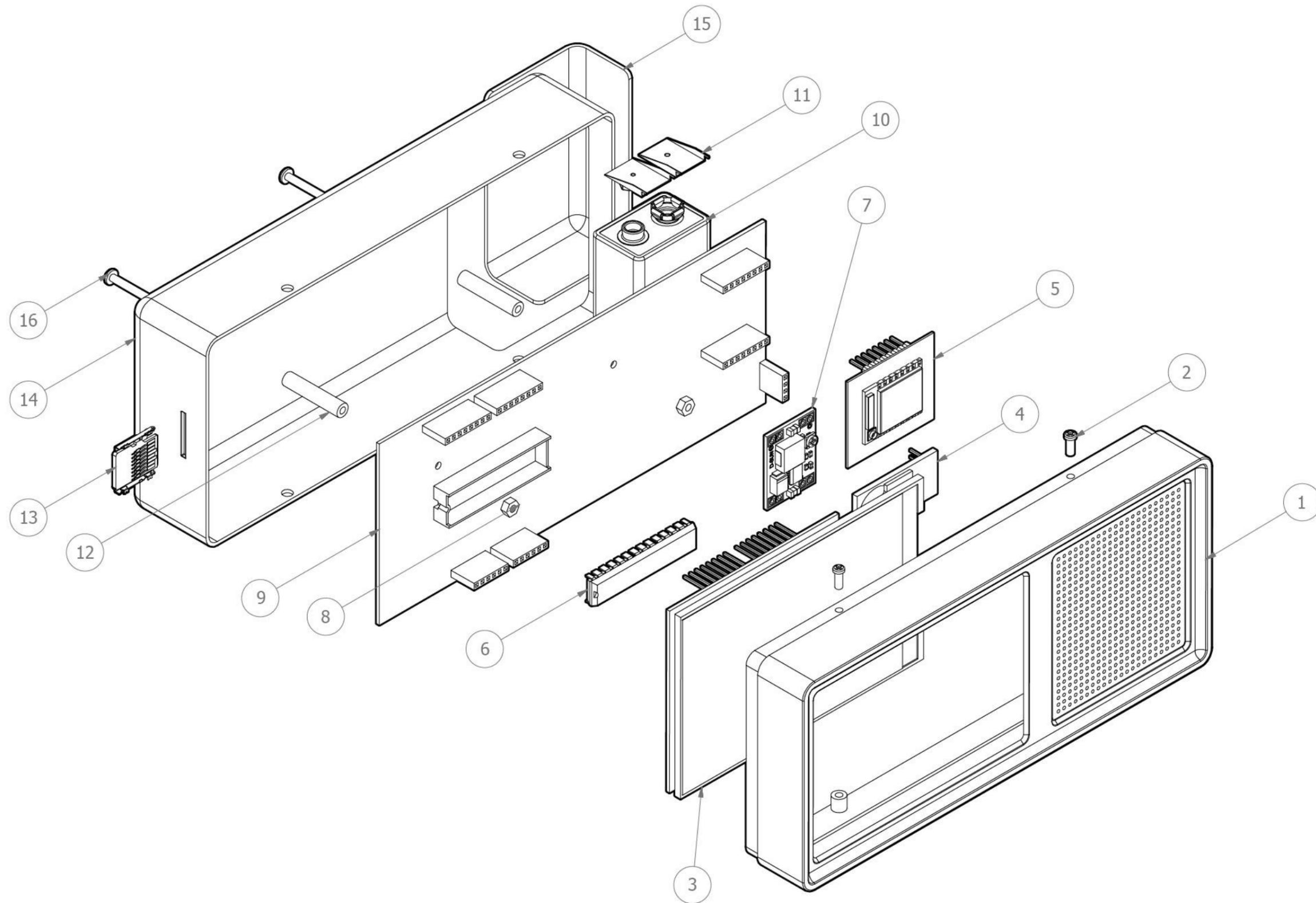
A seguir são apresentados os desenhos técnicos dos produtos desenvolvidos e seus componentes.



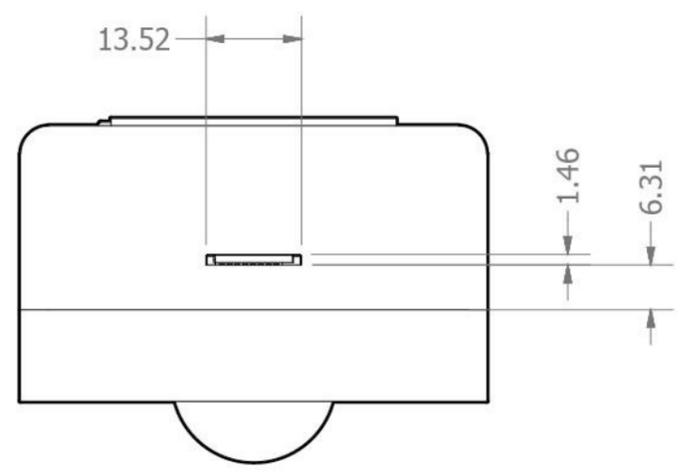
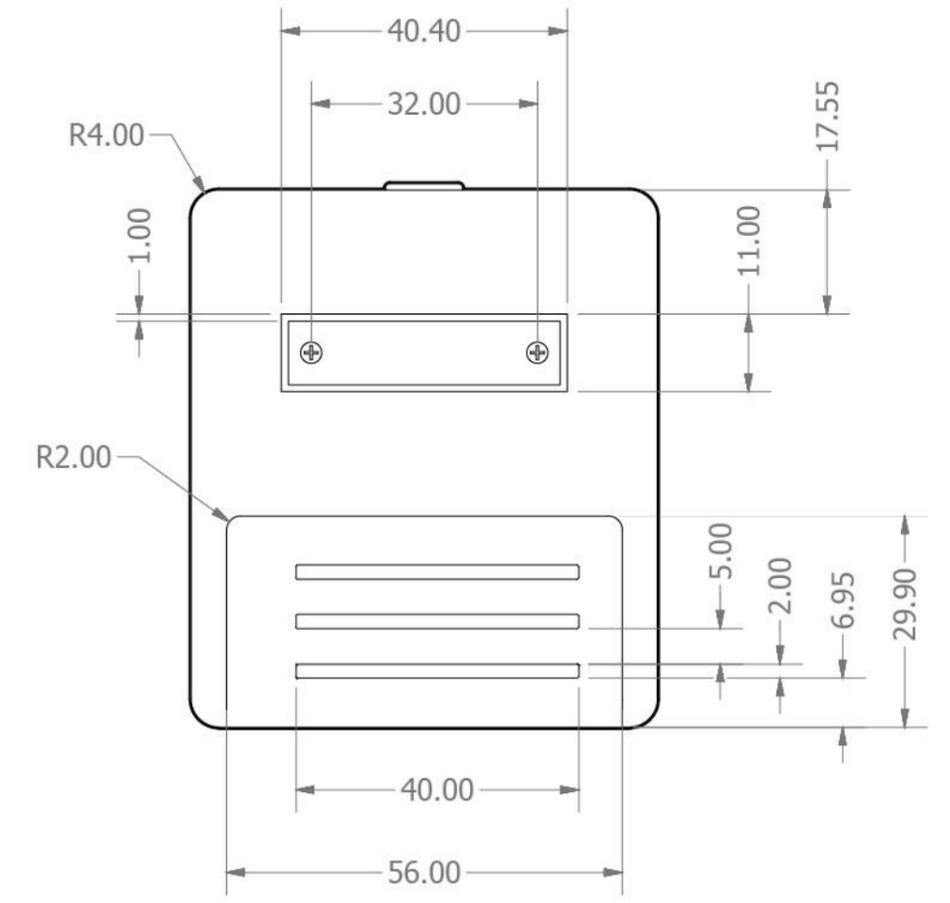
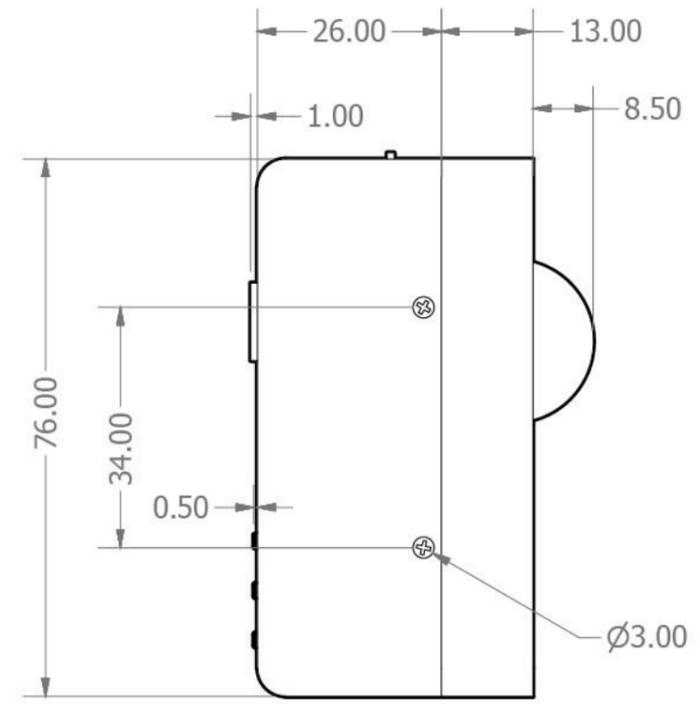
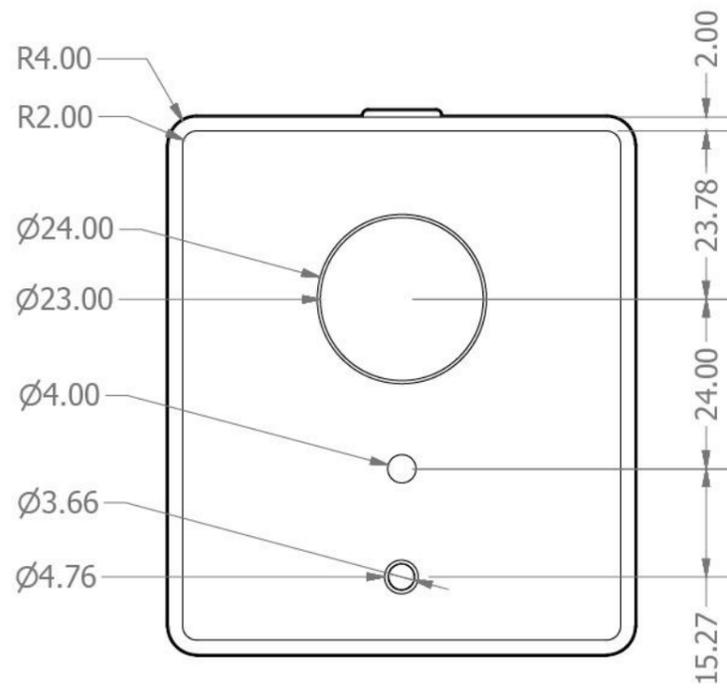
UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		
Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto		
Jéssica do Canto Pureza		
Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas		
Display de alerta		PRANCHA
Unidade: mm	Escala: 1:1	1/11



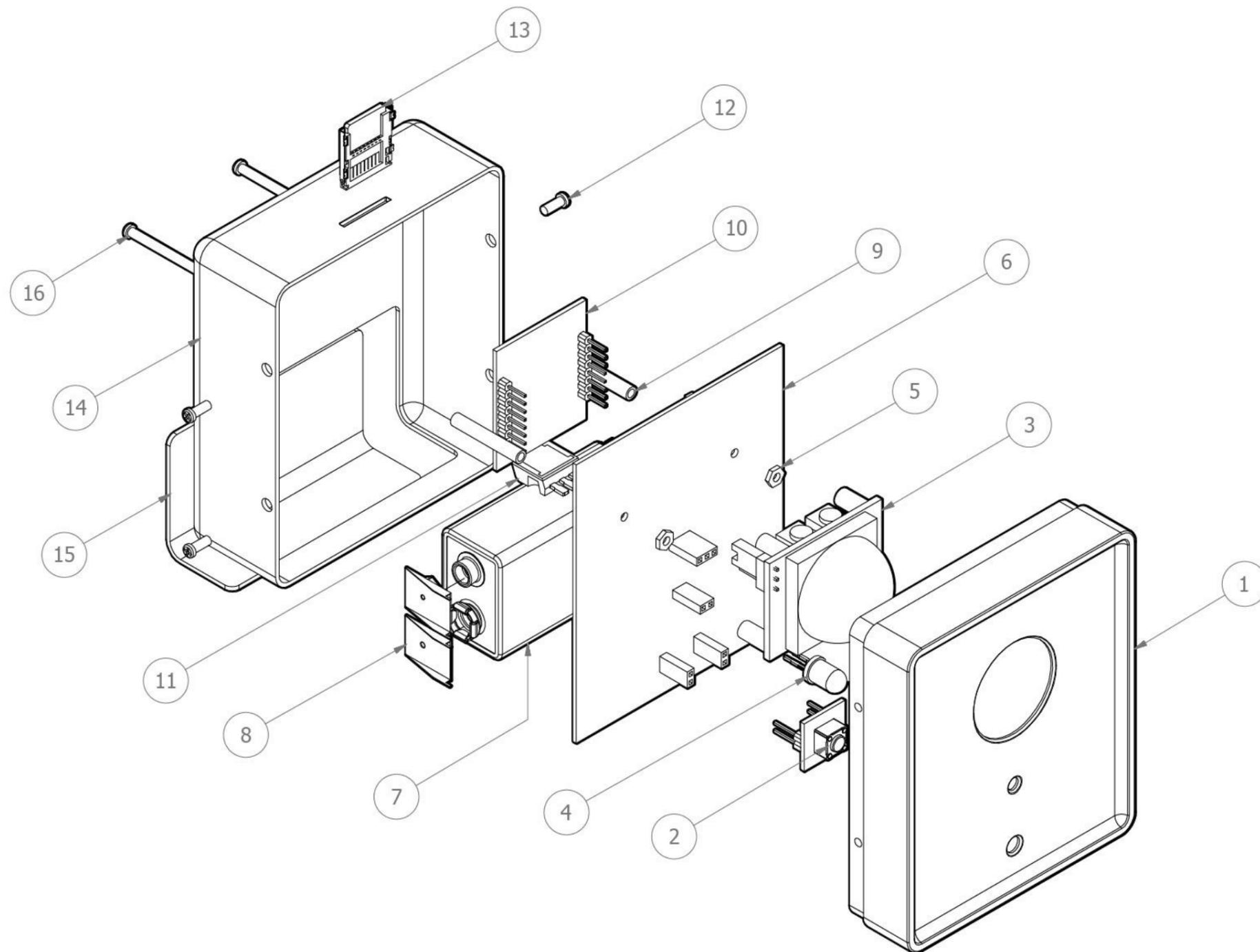
UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		
Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto		
Jéssica do Canto Pureza		
Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas		
Display de alerta		PRANCHA
Unidade: mm	Escala: 1:1	2/11



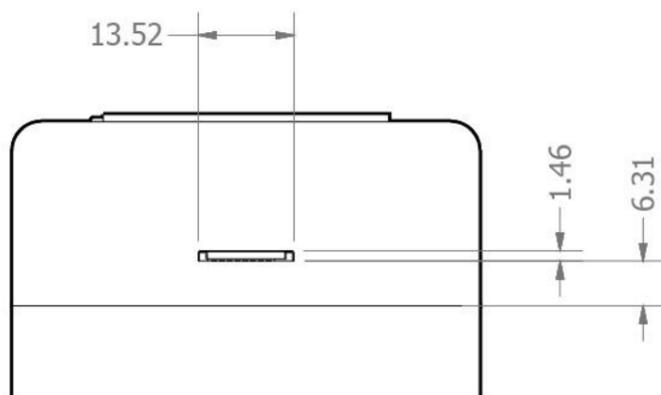
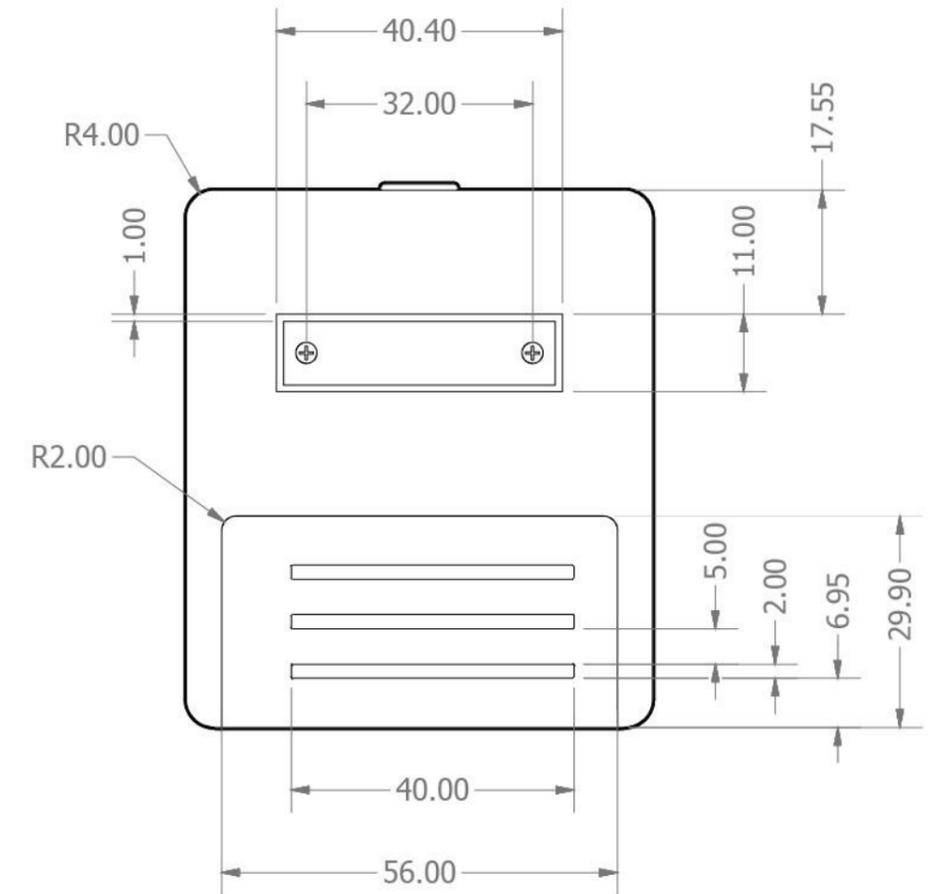
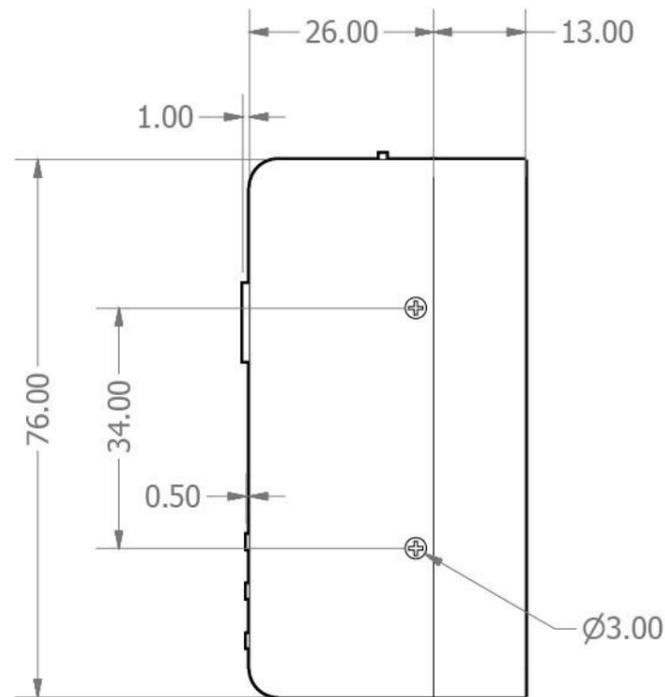
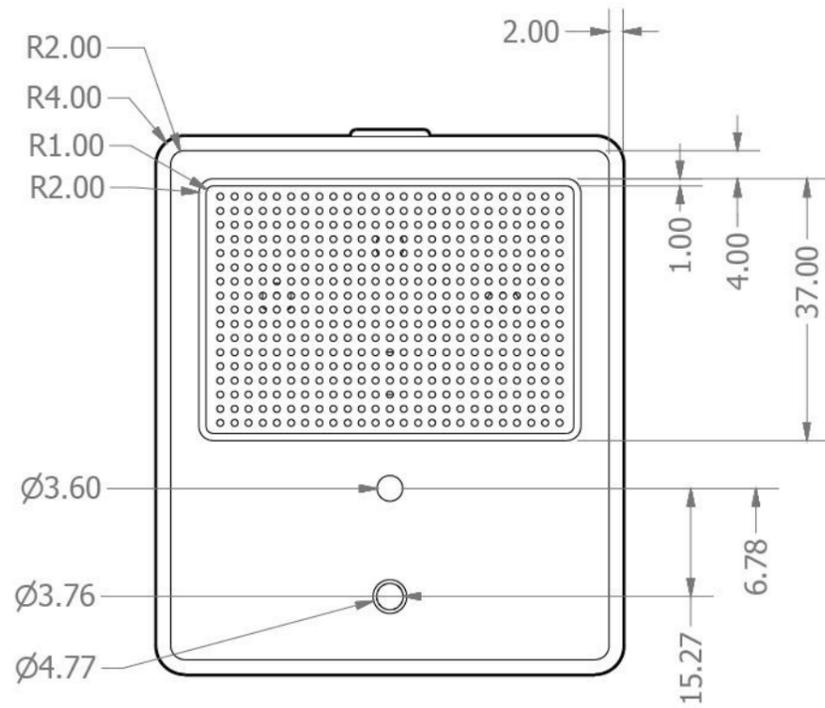
1	Carenagem frontal	7	Regulador de tensão	13	Módulo de cartão MicroSD	UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
2	Parafuso	8	Porca	14	Carenagem posterior	Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto	
3	Display de LCD 3.5"	9	PCB	15	Tampa	Jéssica do Canto Pureza	
4	Buzzer	10	Bateria 9v	16	Parafuso	Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas	
5	Módulo ESP8266 - 7	11	Plug de bateria 9v	-	-	Display de alerta	PRANCHA 3/11
6	Microprocessador ATmega 328	12	Espaçador	-	-	Unidade: mm	



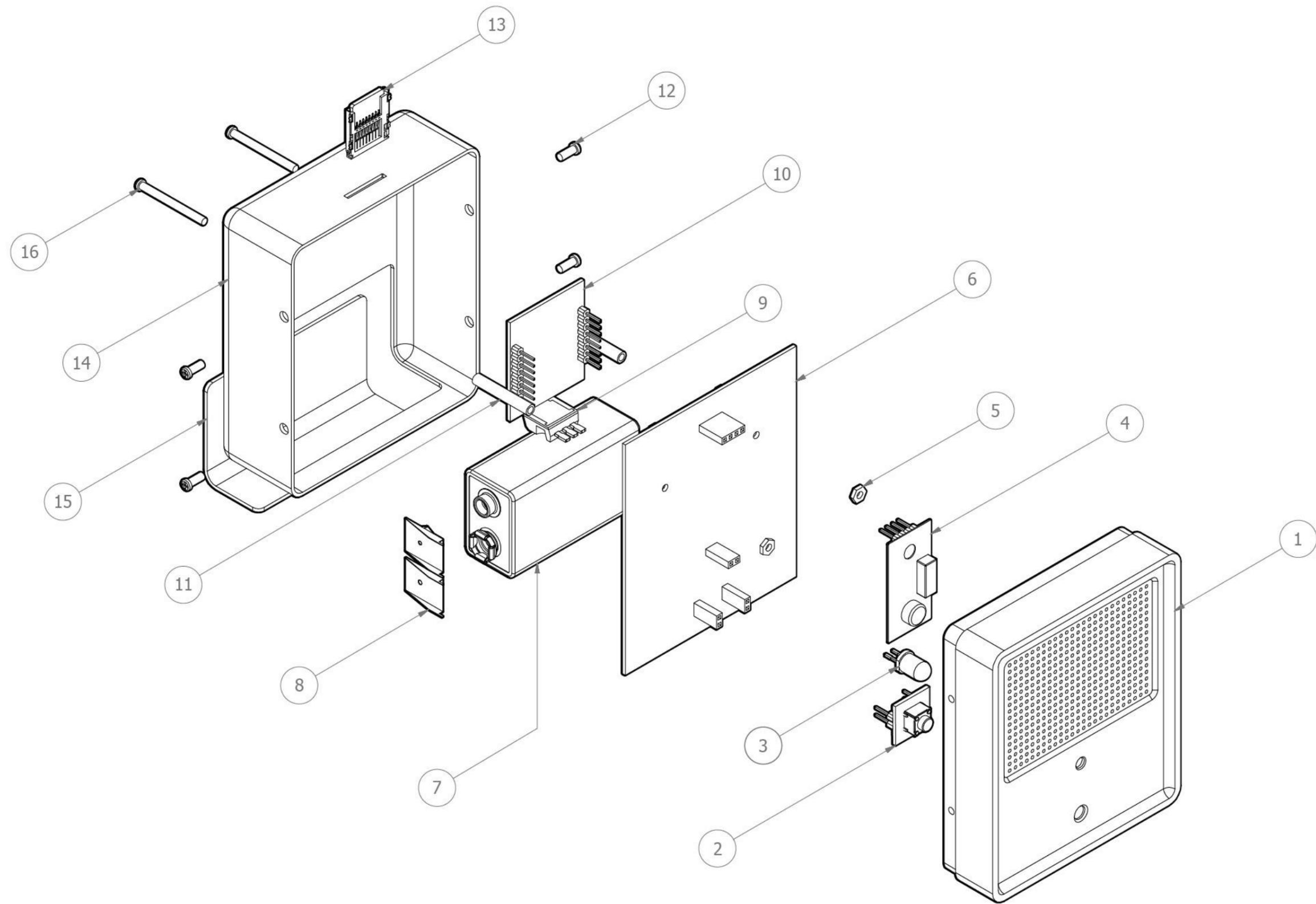
UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		
Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto		
Jéssica do Canto Pureza		
Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas		
Detector de presença		PRANCHA
Unidade: mm	Escala: 1:1	4/11



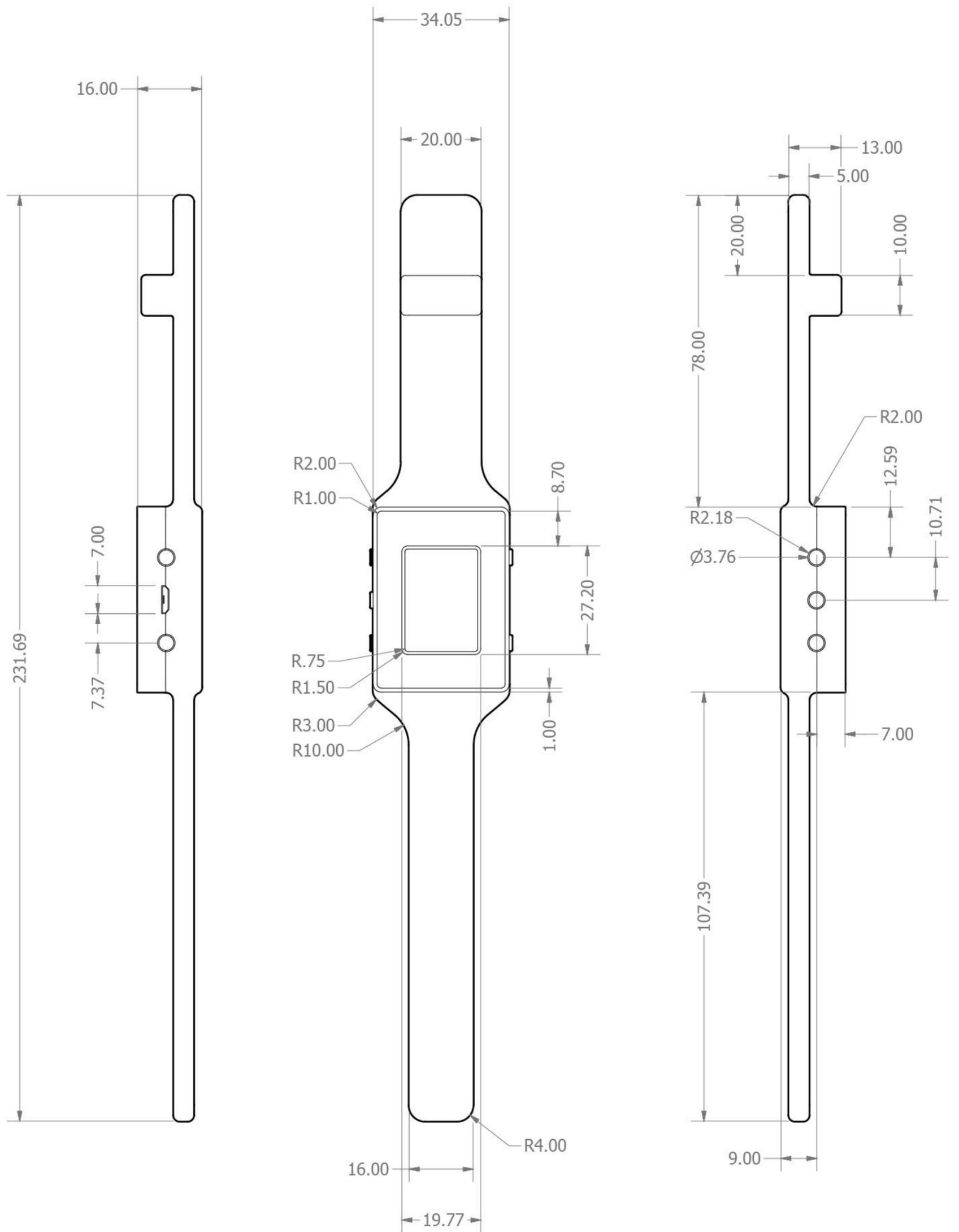
1	Carenagem frontal	7	Bateria 9v	13	Módulo de cartão MicroSD	UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
2	Botão	8	Plug de bateria 9v	14	Carenagem posterior	Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto	
3	Sensor de movimento	9	Espaçador	15	Tampa	Jéssica do Canto Pureza	
4	LED	10	Modulo ESP8266 - 07	16	Parafuso	Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas	
5	Porca	11	Regulador de tensão	-	-	Detector de presença	
6	PCB	12	Parafuso	-	-	Unidade: mm	Escala: 1:1
							PRANCHA
							5/11



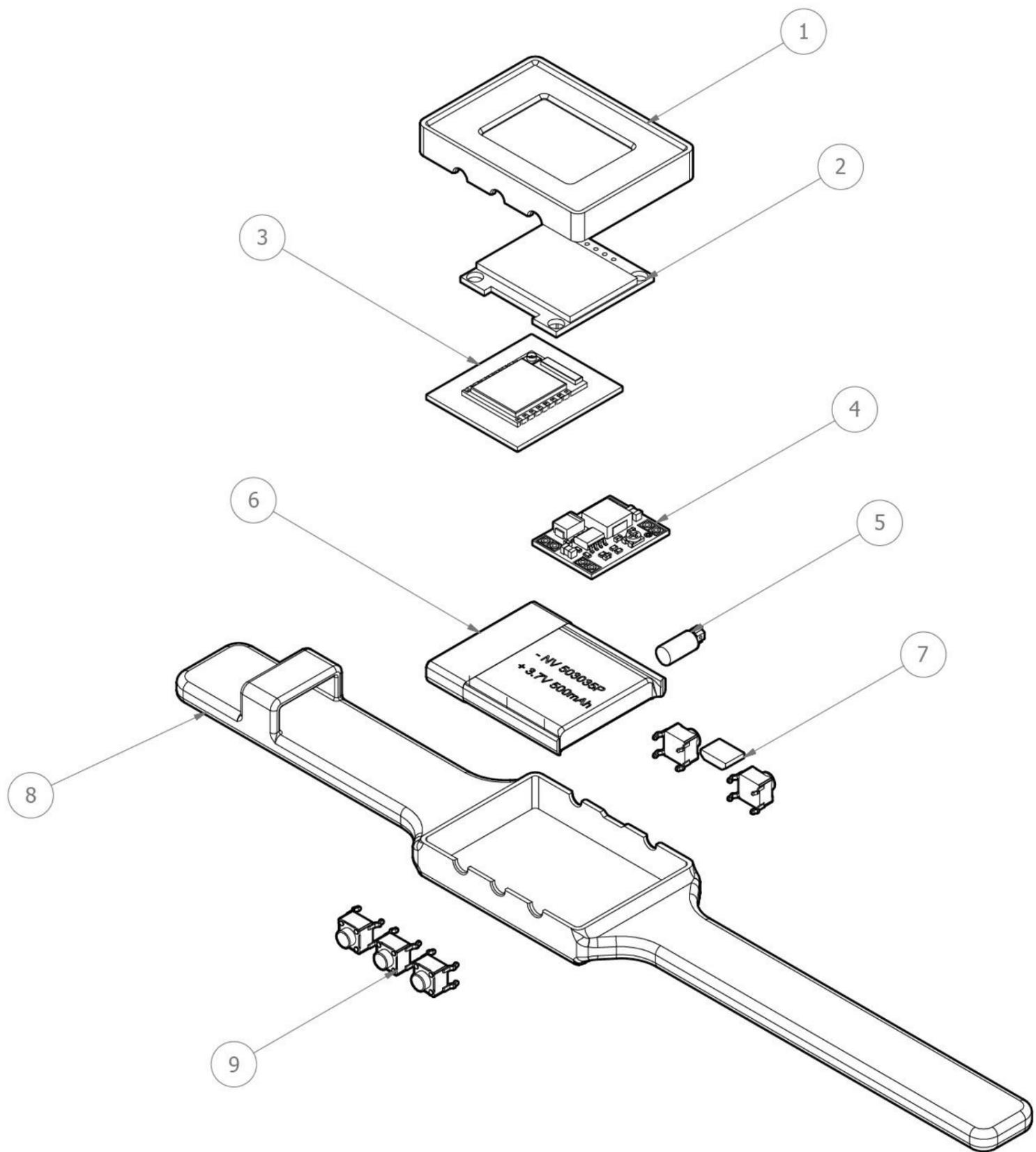
UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto	
Jéssica do Canto Pureza	
Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas	
Detector sonoro	PRANCHA
Unidade: mm	Escala: 1:1
6/11	



1	Carenagem frontal	7	Bateria 9v	13	Módulo de cartão MicroSD	UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
2	Botão	8	Porca	14	Carenagem posterior	Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto	
3	LED	9	Plug de bateria 9v	15	Tampa	Jéssica do Canto Pureza	
4	Buzzer	10	Módulo ESP8266 - 07	16	Parafuso	Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas	
5	Porca	11	Espaçador	-	-	Detector sonoro	PRANCHA 7/11
6	PCB	12	Parafuso	-	-	Unidade: mm	



UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		PRANCHA 8/11
Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto		
Jéssica do Canto Pureza		
Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas		
Wearable de alerta		PRANCHA 8/11
Unidade: mm	Escala: 1:1	



1	Carenagem frontal	6	Bateria de lítio
2	Display OLED 0.96"	7	Entrada Micro USB
3	Módulo ESP8266 - 7	8	Pulseira
4	Regulador de tensão	9	Botões
5	Motor de vibração	-	-

UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto

Jéssica do Canto Pureza

Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas

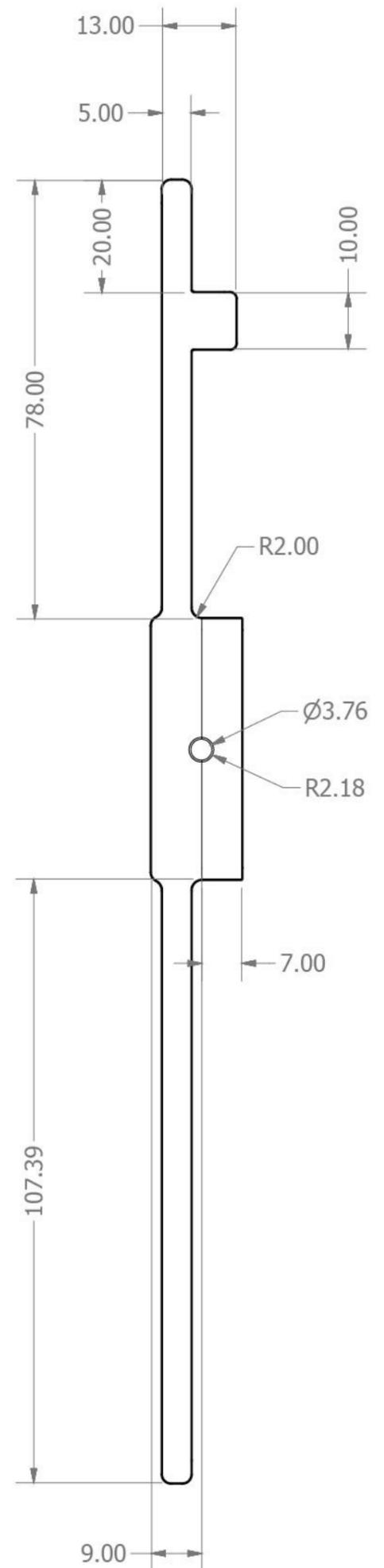
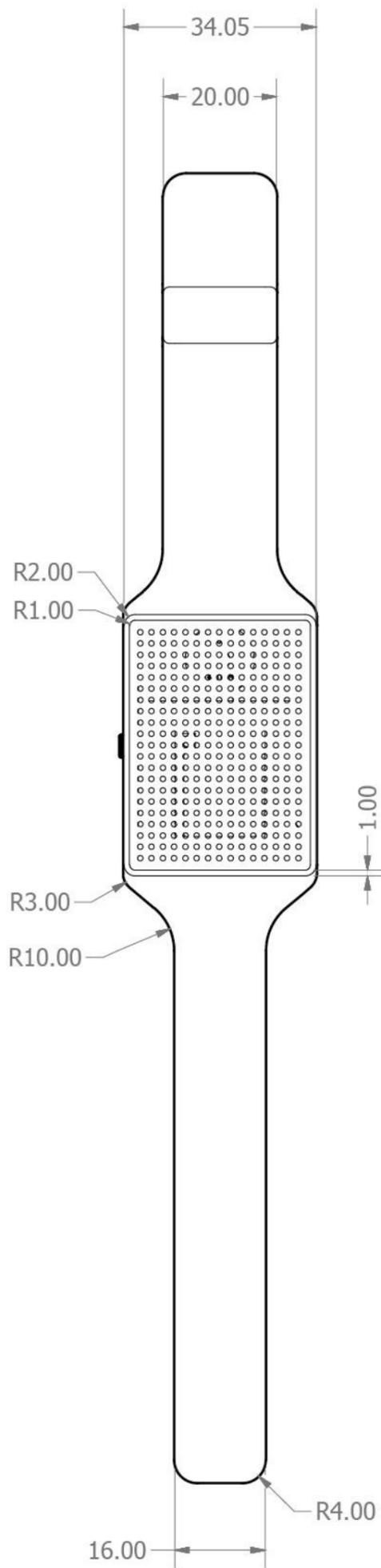
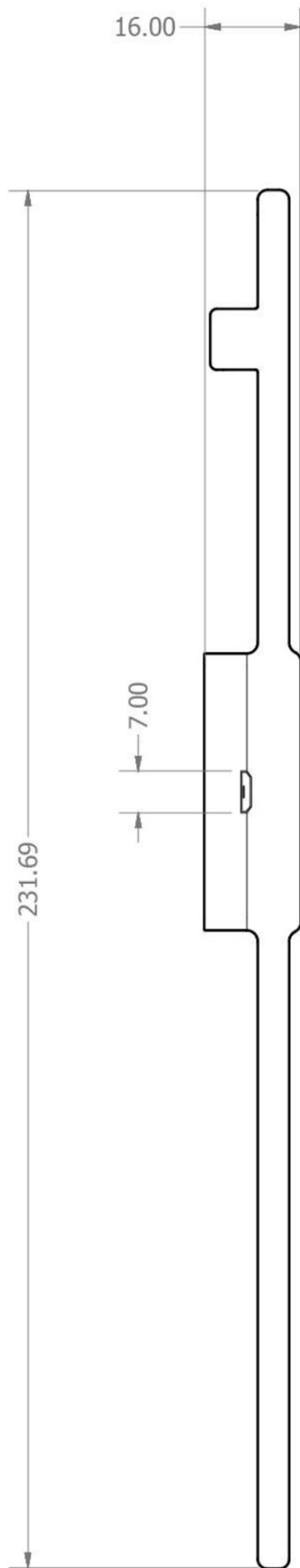
Wearable de alerta

Unidade: mm

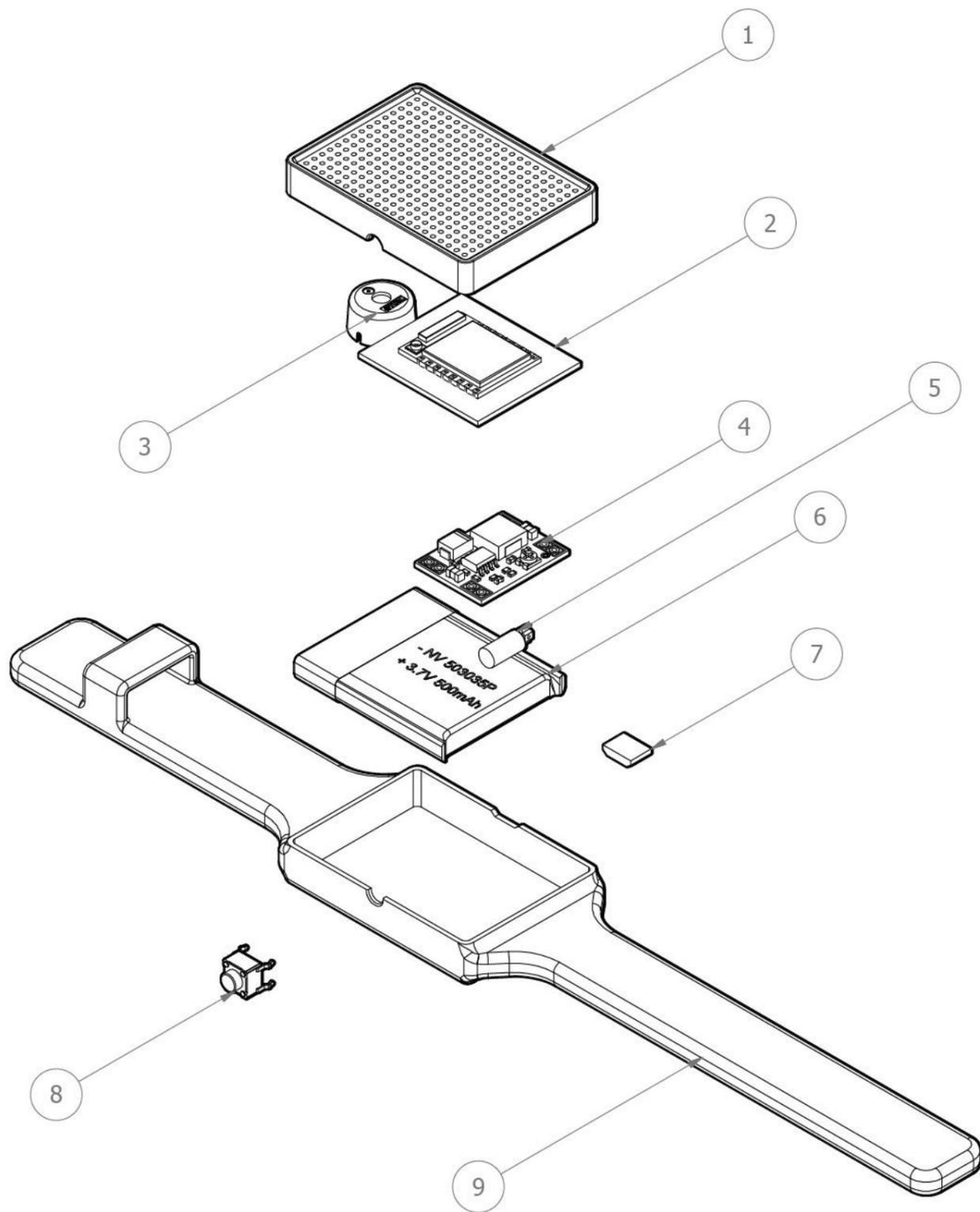
Escala: 1:1

PRANCHA

9/11



UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		
Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto		
Jéssica do Canto Pureza		
Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas		
Wearable de chamado		PRANCHA
Unidade: mm	Escala: 1:1	10/11

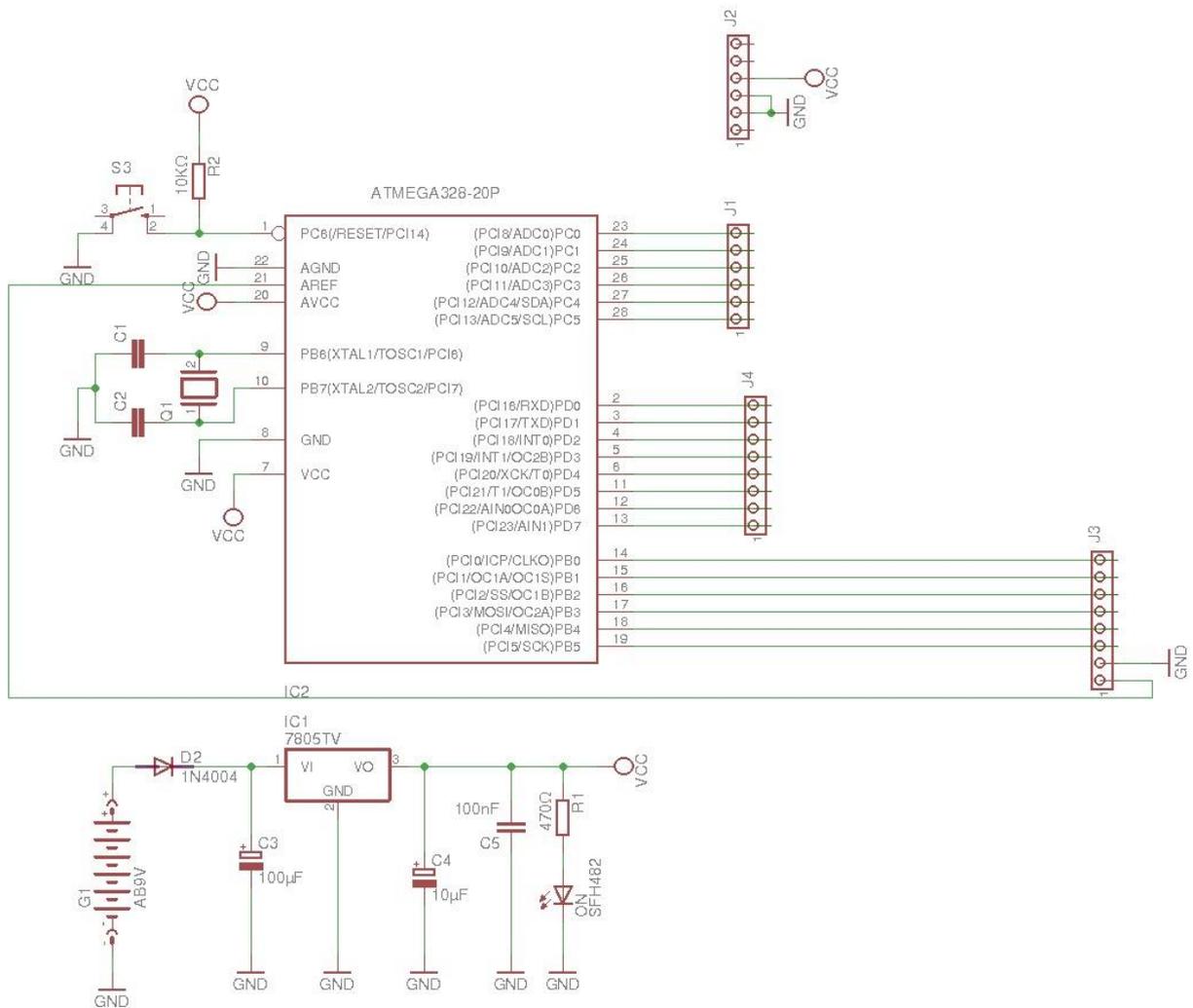


1	Carenagem frontal	6	Bateria de lítio
2	Módulo ESP8266 - 7	7	Entrada Micro USB
3	Buzzer	8	Botão
4	Regulador de tensão	9	Pulseira
5	Motor de vibração	-	-
UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL			
Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto			
Jéssica do Canto Pureza			
Desenvolvimento de dispositivos para automação residencial - alertas para crianças surdas			
Display de alerta			PRANCHA
Unidade: mm		Escala: 1:1	11/11

APÊNDICE C – CIRCUITO DO PAINEL DE ALERTA

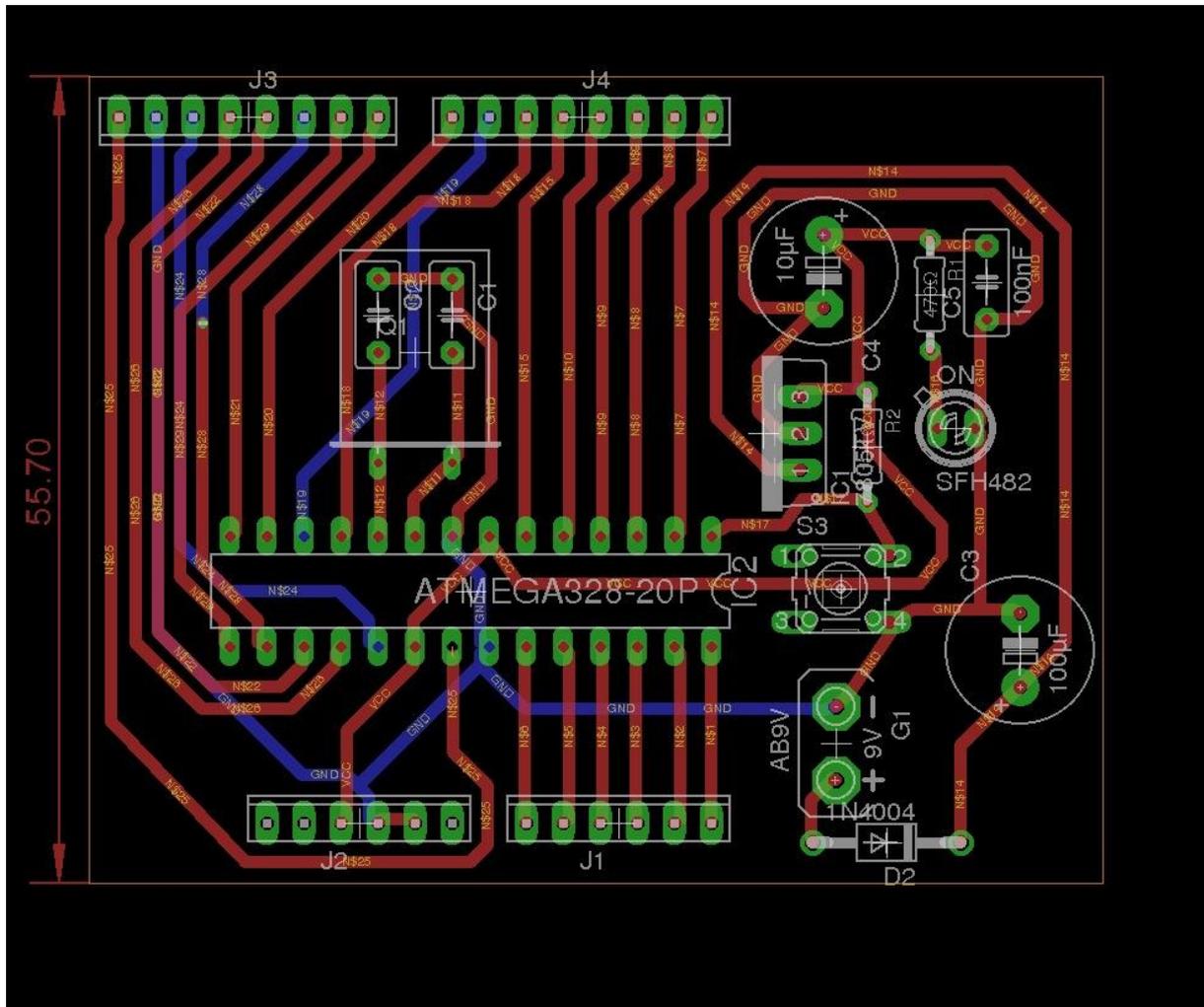
A seguir são apresentadas as imagens do circuito do painel de alerta.

Figura 70 – Componentes do circuito



Fonte: da autora

Figura 71 – Circuito do painel de alerta



Fonte: da autora