

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

MILENE BECKE MIGUEL

MONÓXI: KIT DE ALERTA PARA VAZAMENTO DE MONÓXIDO DE CARBONO

Porto Alegre

2021

MILENE BECKE MIGUEL

MONÓXI: KIT DE ALERTA PARA VAZAMENTO DE MONÓXIDO DE CARBONO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de graduação Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura da UFRGS, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Design de Produto.

Orientador: Prof. Dr. Régio Pierre da Silva.

Porto Alegre

2021

MILENE BECKE MIGUEL

MONÓXI: KIT DE ALERTA PARA VAZAMENTO DE MONÓXIDO DE CARBONO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva
Orientador

Porto Alegre

2021

AGRADECIMENTOS

Toda a idealização do TCC não foi realizada inicialmente como esperado devido a COVID-19. Entretanto, em momentos de grande dificuldades como o atual foi possível ver, sentir e agradecer todo o apoio durante os meses de dificuldade e cansaço. Meu agradecimento ao meu professor orientador, Régio Pierre, por ter mantido um apoio constante e estar sempre aberto a tirar dúvidas e conversar sobre o projeto. Mais importante ainda foi a liberdade que o mesmo proporcionou durante todo o projeto.

Aos engenheiros que me ajudaram e não se importaram em receber mensagens aleatórias em momentos aleatórios, muito obrigada. Pedro Henrique e Jean, fico muito feliz que minhas amigas namorem caras tão legais como vocês.

As amigas que me acompanham desde os 5 anos, vocês sabem que têm meu coração. Amanda, Bruna e Laura, obrigada por se mostrarem interessadas sobre meu TCC mesmo quando eu falava sobre assuntos que vocês não tinham interesse. O rostinho de apoio incondicional de vocês permanece intacto nas minhas memórias.

Um grande e belíssimo obrigada à Maria Clara Chedid e Carolina Masuero. A faculdade inteira não teria sido a mesma sem vocês, e com certeza essa etapa final também não. Deixo aqui todo meu amor, agradecimento e felicidade de ter tido vocês duas nessa etapa, em ter uma amizade honesta e verdadeira, em ter duas pessoas com as quais foi possível desabafar sobre medos, ansiedade, incertezas e esperança. Mesmo o TCC tendo sido à distância, eu nunca senti vocês duas mais perto de mim. Em todas mensagens, chamadas de vídeo e lembranças diárias de “vamos conseguir, tá quase”. Fico muito agradecida por ter tido a companhia de vocês durante o TCC e durante a pandemia, e sei que essa amizade vai permanecer por muito tempo. *Obrigada.*

Por último, e mais importante, fica meu agradecimento à minha família. Pai, mãe, Tina e Thomas. Obrigada por estarem comigo em todas as etapas da faculdade, em todos momentos difíceis e todos momentos felizes. O amor e apoio de vocês é o que me permite correr por esse mundão. Obrigada por terem me proporcionado a possibilidade desse sonho e terem vivido ele comigo. Eu amo muito vocês.

RESUMO

Em 2018 ocorreu uma superação no número de idosos no mundo, resultando em mais pessoas acima de 65 anos do que crianças com menos de 5, comprovando que o envelhecimento populacional modificará a estrutura e a composição da população mundial economicamente ativa. Fatores essenciais para melhorar as condições e expectativas de vida dos idosos constam em aumentar o desempenho cognitivo e a autonomia, além de melhorar a segurança da casa de cada indivíduo. As quedas são consideradas a principal causa de lesões fatais em idosos, que também apresentam a maior taxa de incêndios domiciliares, resultando em casos de intoxicação acidental ou intencional. Este trabalho contempla o desenvolvimento de um kit de alerta para vazamento de monóxido de carbono para idosos que residem sozinhos ou com cônjuge. A metodologia é baseada nos três macro tópicos apresentados por Back *et al.* e também na *Human Centered Design*, toolkit da IDEO. O projeto apresenta a contextualização acerca da temática, fundamentação teórica, metodologia aplicada, as etapas de projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado, onde é apresentado a solução final dos dispositivos do kit de alerta, assim como informações técnicas, simulações de uso e apresentação da identidade visual da marca, assim como simulações de uso do aplicativo criado. O kit de alerta para monóxido de carbono contém um detector e uma luminária versátil, que também alerta o usuário sobre o vazamento de monóxido, além de um acessório complementar, o *wearable*.

Palavras-chave: Design de produto. Idosos. Monóxido de carbono.

ABSTRACT

In 2018, the number of elderly people in the world surpassed, resulting in more people over 65 than children under 5, proving that population aging will modify the structure and composition of the economically active world population. Essential factors to improve the conditions and life expectations of the elderly are to increase cognitive performance and autonomy, in addition to improving the security of each individual's home. Falls are considered the main cause of fatal injuries in the elderly, who also have the highest rate of home fires, resulting in cases of accidental or intentional intoxication. This work contemplates the development of a warning kit for leakage of carbon monoxide for elderly people who live alone or with a spouse. The methodology is based on the three macro topics presented by Back et al. and also in Human Centered Design, IDEO's toolkit. The project presents the contextualization about the theme, theoretical foundation, applied methodology, the stages of informational design, conceptual design, preliminary design and detailed design, where the final solution of the alert kit devices is presented, as well as technical information, simulations of use and presentation of the visual identity of the brand, as well as simulations of use of the created application. The carbon monoxide alert kit contains a detector and a versatile luminaire, which also alerts the user to the leak of monoxide, in addition to a complementary accessory, the wearable.

Keywords: Product design. Seniors. Carbon monoxide.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pirâmide etária brasileira nos anos de 2010, 2025 e 2050	8
Figura 2 - Macro Tópicos propostos.....	28
Figura 3 - União dos macro tópicos com a ferramenta HCD.....	29
Figura 4 - Mapa de <i>Stakeholders</i>	31
Figura 5 - Medidor de Monóxido de Carbono (CO) - CO77.....	38
Figura 6 - Detector Alarme Incêndio Monóxido De Carbono e Fumaça	39
Figura 7 - HISSCO Geonav.....	40
Figura 8 - Nest Protect	40
Figura 9 - Amazon Echo.....	41
Figura 10 - Mecanismo interno do Echo.....	42
Figura 11 - Amazfit Xiaomi	43
Figura 12 - Painel estilo de vida	50
Figura 13 - Painel de Expressão do Produto.....	51
Figura 14 - Painel de Tema Visual	52
Figura 15 - Desdobramento da função global	53
Figura 16 - Solução de IoT	54
Figura 17 - Mapa mental	57
Figura 18 - Alternativa A.....	58
Figura 19 - Alternativa B.....	59
Figura 20 - Alternativa C	60
Figura 21 - Alternativa A.....	61
Figura 22 - Alternativa B.....	62
Figura 23 - Alternativa C	62
Figura 24 - Alternativa A.....	63
Figura 25 - Alternativas de display do wearable.....	64
Figura 26 - Alternativas para a pulseira do wearable	64
Figura 27 - alternativa A.....	65
Figura 28 - Diagrama de hierarquia de informações	70
Figura 29 - Simulação dos componentes do dispositivo principal	74
Figura 30 - Simulação dos componentes do dispositivo secundário	74
Figura 31 - Simulação dos componentes do wearable.....	75
Figura 32 - Brainstorming.....	77
Figura 33 - testes com elementos da identidade visual.....	77

Figura 34 - Identidade visual da marca	78
Figura 35 - Vista frontal, vista lateral esquerda e vista posterior	79
Figura 36 - simulação dos LEDs	79
Figura 37 - Simulação de detecção de monóxido de carbono	80
Figura 38 - simulação para desligar o detector	81
Figura 39 - Saídas de som na vista inferior	81
Figura 40 - Variações de cores do dispositivo principal	82
Figura 41 - detector com bateria fraca ao lado do detector com alarme de CO	82
Figura 42 - Vista frontal, vista lateral esquerda e vista posterior	83
Figura 43 - simulação da luminária em uso	83
Figura 44 - Simulação da luminária em alerta e acesa	84
Figura 45 - Variação de cor da luminária	84
Figura 46 - Vista frontal e vista lateral esquerda e do wearable	85
Figura 47 - Simulações de alerta visual do wearable	86
Figura 48 - <i>Wearable</i> fechado	86
Figura 49 - Ambientação do detector de monóxido de carbono	87
Figura 50 - Ambientação da luminária	88
Figura 51 - Dispositivos em ambiente residencial	88
Figura 52 - Dimensões gerais do detector de CO e luminária	89
Figura 53 - Vista explodida do detector	89
Figura 54 - Vista explodida da luminária	90
Figura 55 - ângulos de extração do detector	90
Figura 56 - ângulos de extração da luminária	91
Figura 57 - Simulação da tela inicial e tela principal do aplicativo	92
Figura 58 - Notificações do aplicativo na tela do usuário	93
Figura 59 - Dispositivos inseridos no painel de tema visual	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fatores de risco associados a quedas	10
Quadro 2 - Categorias de Tecnologia Assistiva	23
Quadro 3 - Necessidades dos usuários e justificativa	35
Quadro 4 - Necessidades e requisitos do usuário	36
Quadro 5 - Matriz PNI	44
Quadro 6 - Requisitos de projeto.....	45
Quadro 7 - Diagrama de Mudge.....	46
Quadro 8 - QFD.....	47
Quadro 9 - Priorização dos requisitos de projeto	48
Quadro 10 - Matriz Morfológica	56
Quadro 11 - Matriz de seleção do conceito de alternativa 1	66
Quadro 12 - Matriz de seleção do conceito de alternativa 2	67
Quadro 13 - Matriz de seleção do conceito de alternativa 3	68
Quadro 14 - Informações técnicas dos componentes internos.....	73
Quadro 15 - Verificação dos requisitos de projeto.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

ONU: Organização das Nações Unidas

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMS: Organização Mundial da Saúde

CO: Monóxido de Carbono

ECG: Eletrocardiograma

GLP: Gás Liquefeito de Petróleo

C₃H₈: Propano

C₃H₆: Propeno

C₄H₁₀: Isobuteno

C₄H₁₀: n-buteno

C₄H₈: Buteno

CINDS: Centro Integrado de Informações de Defesa Social

TA: Tecnologia Assistiva

SNRIPD: Secretariado Nacional para a Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência

HCD: Human Centered Design

PPM: Partes por milhão

DB: Decibéis

V: Volts

W: Watts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 PROCESSO DE ENVELHECIMENTO.....	9
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
1.3 PROBLEMA DE PROJETO	11
1.4 ESCOPO DO PRODUTO	12
1.5 OBJETIVOS.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 CLASSIFICAÇÃO DO ENVELHECIMENTO	13
2.2 ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL.....	14
2.3 INTOXICAÇÃO EXÓGENA.....	16
2.4 MONÓXIDO DE CARBONO	17
2.5 SENSORES PARA DETECTAR GÁS.....	21
2.6 TECNOLOGIA ASSISTIVA	22
2.7 ANTROPOMETRIA E USABILIDADE.....	26
3 METODOLOGIA DE PROJETO	28
4 PROJETO INFORMACIONAL	30
4.1 MAPA DE <i>STAKEHOLDERS</i>	30
4.2 COLETA DE DADOS	31
4.3 NECESSIDADE DOS USUÁRIOS.....	35
4.4 REQUISITOS DOS USUÁRIOS.....	36
4.5 ANÁLISE DE SIMILARES	37
4.6 REQUISITOS DE PROJETO	45
4.7 PRIORIZAÇÃO DOS REQUISITOS.....	45
5 PROJETO CONCEITUAL	50
5.1 PAINÉIS VISUAIS.....	50
5.2 CONCEITO DA PROPOSTA	52

5.3 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO GLOBAL.....	53
5.3.1 INTERNET DAS COISAS E <i>WEARABLES</i>	53
5.3.2 MATRIZ MORFOLÓGICA.....	55
5.4 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	56
1) Dispositivo e luminária.....	58
2) Dispositivo e carregador	60
3) Dispositivo e <i>Wearable</i>	62
5.5 SELEÇÃO DE ALTERNATIVA.....	65
6 PROJETO PRELIMINAR.....	70
6.1 HIERARQUIA DE INFORMAÇÕES	70
6.2 COMPONENTES INTERNOS.....	71
7. PROJETO DETALHADO.....	75
7.1 SELEÇÃO DE MATERIAIS.....	75
7.2 IDENTIDADE VISUAL.....	76
7.3 APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO	78
7.4 INFORMAÇÕES TÉCNICAS	89
7.5 PROPOSTA DE APLICATIVO	91
7.6 VALIDAÇÃO DE REQUISITOS.....	93
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE A – PROTOCOLO PARA QUESTIONÁRIO <i>ONLINE</i>.....	106
APÊNDICE B – PROTOCOLO PARA ENTREVISTAS COM PÚBLICO-ALVO	107
APÊNDICE C – VALIDAÇÃO DAS SOLUÇÕES FINAIS COM O PÚBLICO-ALVO	108
APÊNDICE D – DESENHO TÉCNICO DO DETECTORO.....	109
APÊNDICE E – DESENHO TÉCNICO DA LUMINÁRIA	110
APÊNDICE F – DESENHO TÉCNICO DO <i>WEARABLE</i>.....	111

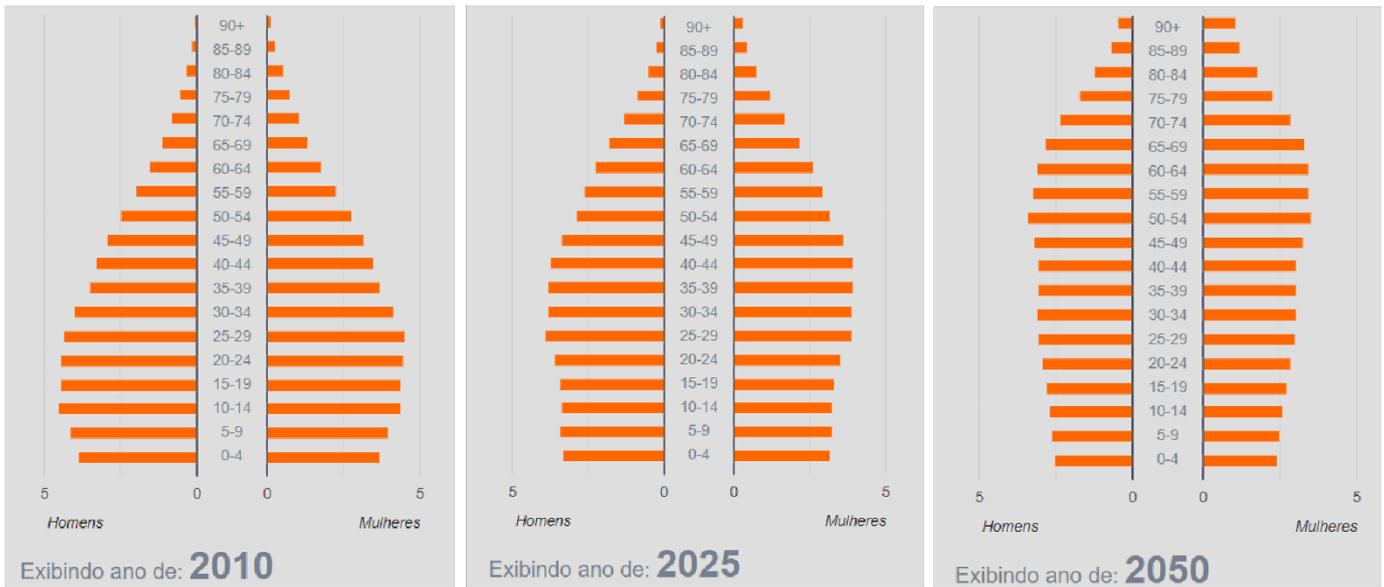
1 INTRODUÇÃO

Segundo o relatório de Perspectivas Mundiais da População 2019, publicado pela Divisão de População do Departamento da Organização das Nações Unidas (ONU, 2019) de Assuntos Econômicos e Sociais, a população mundial em 2019 era de 7,7 bilhões de indivíduos, podendo chegar a 9,7 bilhões nos próximos 30 anos.

A ONU (2019) estimou que em 2019 uma a cada 11 pessoas no mundo tinha mais de 65 anos, e que essa proporção aumentará em 2050, contabilizando uma a cada 6 pessoas. Considera-se que a população mundial está ficando mais velha, de acordo com o ritmo desse crescimento. A estimativa apresenta que o número de pessoas com 80 anos ou mais aumente em três vezes, passando de 143 milhões em 2019, e atingindo uma média de 426 milhões em 2050. Em 2018 ocorreu, pela primeira vez, uma superação numérica no número de idosos no mundo. Esse aumento representou que na escala global haviam mais pessoas acima de 65 anos do que crianças com menos de 5. Essa superação indica a mudança na pirâmide etária, que informa a distribuição da população por idade.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020) a população brasileira é de 211.265.650 indivíduos. Através da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – Características dos Moradores e Domicílios (2018), estima-se que mais de 30 milhões de pessoas já tenham ultrapassado a faixa etária de 60 anos em 2018, um aumento de 4,8 milhões em comparação com os 25,4 milhões de idosos registrados em pesquisa de 2012. Desses 30 milhões, considera-se que 16,9 milhões são representados por mulheres, contabilizando 56% desse grupo, e 13,3 milhões por homens, representando 44% do grupo etário. Segundo outra pesquisa realizada pelo IBGE em 2018, um quarto da população deverá ter mais de 60 anos em 2043, enquanto a proporção de jovens até 14 anos será de apenas 16,3%. É possível observar, como mostra a Figura 1, uma comparação da estimativa da pirâmide etária brasileira entre os anos de 2010, 2025 e 2050, visualizando a inversão da mesma.

Figura 1 - Pirâmide etária brasileira nos anos de 2010, 2025 e 2050



Fonte: Adaptado do IBGE (2020)

De acordo com o IBGE (2020), a relação que existe entre a porcentagem de idosos e jovens é nomeada de “índice de envelhecimento”, e estudos afirmam que esse índice deve aumentar de 43,19% em 2018, para 173,47% em 2060. É possível indicar que o envelhecimento populacional modificará a estrutura e a composição da população mundial economicamente ativa, sendo necessário estudar as consequências apresentadas pela modificação na pirâmide etária e analisar as formas dessa mudança de modo que as habilidades das pessoas idosas sejam incluídas na sociedade, tornando-os ativos como corpo social e alterando o paradigma de que idosos deixam de contribuir social e profissionalmente após certa idade.

Com a concepção de que as pessoas idosas permanecem contribuindo para a sociedade, tornou-se necessário defender seus direitos de segurança econômica e social. Em 1982 houve a primeira Assembleia Mundial sobre o Envelhecimento, convocado pela Assembleia Geral, produzindo o Plano de Ação Internacional de Viena sobre o Envelhecimento (ONU BRASIL, 2019). Nele foram vistos assuntos de nutrição, saúde, bem-estar social, habitação e meio ambiente, segurança de renda, emprego, educação, proteção de consumidores idosos e coleta e análise de dados de pesquisa.

Uma sociedade para todas as idades inclui o objetivo de que os idosos tenham a oportunidade de continuar contribuindo para a sociedade. Para trabalhar para a consecução desse objetivo, é necessário eliminar todos os fatores que excluem ou discriminam essas pessoas. (ONU, 2002)

O público-alvo deste trabalho é delimitado por idosos, acima de 60 anos, que residem sozinhos, com cônjuge, ou com outros idosos que vivem na mesma residência, mas sem a companhia dos filhos. A melhoria das condições de vida dos idosos implica em uma conquista social onde um dos focos é diminuir a desigualdade social do processo de envelhecimento, um fenômeno biológico, dinâmico e progressivo.

1.1 PROCESSO DE ENVELHECIMENTO

De acordo com Lima (2007), a perda da capacidade funcional atinge grande parte dos idosos, desde movimentos diários como levantar da cama durante o período da manhã, até tarefas mais exigentes, como dirigir. Reduzir a perda de autonomia e aumentar o desempenho cognitivo são fatores essenciais para melhorar as condições e expectativa de vida. De acordo com pesquisa feita por Frasnão (2017, *apud* Costa Lima, MF *et.al*) apontada pelo Ministério da Saúde, 69,9% dos idosos são independentes para autocuidado e 30,1% apresentam certa dificuldade nas atividades diárias, como deslocar-se, cozinhar, limpar e se vestir.

Apesar do grande número de instituições de longa permanência para idosos no Brasil, um estudo realizado por Negrini *et al.* (2018) relata que 15,3% dos brasileiros com 60 anos ou mais moram sozinhos. Residir em domicílios unipessoais consta como um dos fatores que podem estar relacionados a dificuldades na funcionalidade física, além de condições de saúde e comportamento social. Além do distanciamento social que residir sozinho pode causar, os autores apontam os riscos mais comuns à saúde que acompanham os idosos, como quedas.

Segundo o Brasil (2020), contabiliza-se que acima dos 65 anos, um indivíduo a cada três sofre quedas, e que um a cada vinte desses indivíduos que sofreram queda tem fraturas mais sérias, onde é necessário atendimento médico urgente, incluindo internações. Estima-se também que 40% dos idosos acima de 80 anos

sofram quedas anuais. O Ministério da Saúde apresenta uma lista dos principais fatores de risco que mais se associam as quedas, como visto no Quadro 1.

Quadro 1 - Fatores de risco associados a quedas

- Idade avançada (80 anos ou mais);
- Histórico prévio de quedas;
- Imobilidade;
- Baixa aptidão física;
- Fraqueza muscular de membros inferiores;
- Fraqueza do aperto de mão;
- Desequilíbrio;
- Marcha lenta com passos curtos;
- Danos cognitivos;
- Doença de Parkinson;
- Sedativos;
- Hipnóticos;
- Ansiolíticos;
- Polifarmácia;
- Ambientes irregulares.

Fonte: Adaptado do Ministério da Saúde (2020)

Além dos problemas de saúde que as quedas ocasionam, é inevitável não relacioná-las a outros fatores como custo econômico, social e psicológico. É necessário que as residências dos moradores apresentem segurança para cada indivíduo, que a adaptabilidade do ambiente seja decorrente da escolha de vida de cada um. Segundo Eliopoulos (2018), as quedas são a causa principal de lesões fatais e não fatais, e a maior taxa de incêndios domiciliares é encontrada entre os idosos do que em qualquer outra faixa etária, resultando em casos de intoxicação exógena¹.

Com o contínuo desenvolvimento mundial da tecnologia é importante ressaltar que muitos idosos adaptaram suas capacidades para incluir inovações em suas rotinas diárias, entendendo a tecnologia como um auxílio cotidiano, seja nas tarefas mais simples ou mais críticas, usufruindo de seu uso como uma solução para muitos dos seus problemas.

¹ Conjunto de efeitos nocivos representados por manifestações clínicas ou laboratoriais que revelam o desequilíbrio orgânico produzido pela interação de um ou mais agentes tóxicos com o sistema biológico.

1.2 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista as principais preocupações decorrente da escolha de idosos residirem sozinhos, como quedas e perda de memória, tornou-se necessário alertá-los sobre pequenos esquecimentos do dia a dia que podem facilmente ser passados despercebidos, como eletrodomésticos ligados que possam liberar gases tóxicos prejudiciais à saúde e agravando problemas no sistema imunológico.

Segundo Neto (2018), Médico Assistente da Disciplina de Emergências Clínicas do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, uma das ocorrências mais comuns em departamentos de emergência de hospitais é a intoxicação por monóxido de carbono, sendo intencional ou acidental, é uma das mais importantes causas fatais de intoxicação no mundo.

Casos graves de intoxicação por monóxido de carbono podem resultar em incêndios residenciais ou até mesmo em óbito. Uma vez que grande parte dos casos de intoxicação por monóxido de carbono ocorrem durante o inverno, considerando que o uso de aquecedores é mais frequente, o risco de intoxicação também é maior. Porém, grande parte dos casos podem ser leves e sem diagnóstico direto, uma vez que os sintomas podem ser facilmente confundidos com mal estar.

Considerando o público-alvo abordado neste trabalho e a fácil confusão de sintomas, que também podem ser consequentes de outros problemas, torna-se necessário criar estratégias para alertar sobre a exposição a gases tóxicos em ambientes fechados, como residências particulares, e o esclarecimento da causa desses sintomas por intoxicação. Tais estratégias têm a capacidade de melhorar as condições de vida de idosos que residem sozinhos, além de prevenir uma exposição a gases tóxicos que pode ser fatal.

1.3 PROBLEMA DE PROJETO

Como alertar idosos sobre o vazamento de monóxido de carbono em ambientes residenciais?

1.4 ESCOPO DO PRODUTO

O produto consiste em um dispositivo de alerta para vazamento de monóxido de carbono em ambientes residenciais, voltado para pessoas idosas que moram sozinhas ou com cônjuge e/ou parceiro, promovendo a segurança de sua residência.

1.5 OBJETIVOS

Desenvolver um dispositivo que alerte idosos sobre a exposição de monóxido de carbono no ambiente residencial.

Os objetivos específicos que compreendem este trabalho estão divididos em duas etapas, TCC 1 e TCC 2, e são:

TCC 1:

- Analisar o processo de envelhecimento da população;
- Identificar as dificuldades encontradas do público-alvo em residir em domicílios unipessoais ou com cônjuge, assim como suas necessidades e vulnerabilidades;
- Analisar a ocorrência do esquecimento de eletrodomésticos ligados;
- Coletar dados sobre os danos causados por intoxicação exógena;
- Estudar recursos de aviso de vazamento de monóxido de carbono;
- Pesquisar como o público-alvo identifica sintomas de intoxicação;

TCC 2:

- Propor alternativas de produtos ou serviços que auxiliem o público-alvo a identificar e interromper os vazamentos;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta etapa tem como objetivo apresentar conhecimentos teóricos consolidados sobre a temática em projeto. Bem como apresentar dados, informações e estudos relevantes relacionados a este trabalho.

Os temas a serem abordados nessa pesquisa são: tipos de envelhecimento, o que pode ser considerado envelhecimento saudável, intoxicação exógena, intoxicação por monóxido de carbono, Tecnologia Assistiva, antropometria e usabilidade.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DO ENVELHECIMENTO

De acordo com o Estatuto do Idoso (BRASIL, 2003) e para a relevância deste trabalho, é considerado idoso pessoas com idade igual ou superior a 60 anos. A constituição prevê a defesa dos direitos do idoso no Brasil.

O idoso goza de todos os direitos fundamentais inerentes à pessoa humana, sem prejuízo da proteção integral de que trata esta Lei, assegurando-se-lhe, por lei ou por outros meios, todas as oportunidades e facilidades, para preservação de sua saúde física e mental e seu aperfeiçoamento moral, intelectual, espiritual e social, em condições de liberdade e dignidade. (BRASIL, 2003, Lei Nº 10.741, Art. 2)

Segundo Papalia *et al* (2006), o envelhecimento pode ser dividido em três grupos: os idosos jovens, os idosos velhos e os idosos mais velhos. As autoras classificam os idosos jovens como pessoas entre 65 a 74 anos, devido a percepção de que costumam estar mais cheios de vida e ativos. Os idosos velhos, grupo de pessoas entre 75 e 84 anos, consistem em um meio termo, e já os idosos mais velhos, de 85 ou mais, são classificados como o grupo com maior tendência a fraquezas e enfermidades, e pode apresentar dificuldades para desempenhar certas atividades relacionadas ao cotidiano.

Embora essa categorização seja usual, é necessário observar que a idade cronológica pode não condizer com o psicológico e a saúde do idoso, e que o envelhecimento cronológico não necessariamente estipula a forma como alguém se mostra à sociedade. “Uma pessoa de 90 anos que está com boa saúde pode ser funcionalmente mais jovem do que uma de 65” (PAPALIA *et al.*, 2006). Segundo as mesmas autoras, outra classificação também usada é por idade funcional, tendo como foco a forma como uma pessoa funciona em um ambiente, seja de forma física ou social, comparado com outras pessoas da mesma idade cronológica.

Segundo Schneider e Irigay (2008) diferentes aspectos devem ser levados em consideração quando interpretada a idade de alguém, sendo estes: biológico,

cronológico, psicológico e social, tendo em vista que o envelhecimento deve ser considerado, além da idade cronológica, uma consequência de experiências passadas que estão relacionadas com o contexto cultural e social em que o idoso vive.

2.2 ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL

De acordo com Freitas *et al* (2010), o ato de envelhecer é um processo fisiológico intransmissível que ocorre em todos os seres humanos. É necessário, entretanto, observar que apesar das consequências universais que são atreladas a este acontecimento, indivíduos possuem personalidades e características físicas diferentes que podem ocasionar em diferentes resultados, além de contar com fatores genéticos e ambientais.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015) define o envelhecimento saudável como “o processo de desenvolvimento e manutenção da capacidade funcional que permite o bem-estar em idade avançada”. É ainda necessário apontar a diferença entre alterações fisiológicas naturais do envelhecimento e alterações comuns ao envelhecimento. Segundo Souza e Melo (2017), chefe da Clínica de Geriatria Policlínica Naval Nossa Senhora da Glória, a senescência é um processo natural do envelhecimento. As alterações fisiológicas encontradas, como leve perda de visão, leve perda auditiva, alteração na memória, aparecimento de cabelos brancos e perda de flexibilidade da pele são consequências de um processo natural aos seres humanos, que não necessariamente configuram doenças. “É o resultado da danificação de moléculas, células e tecidos, os quais gradativamente perdem a capacidade de se adaptar ou de reparar um dano” (NOCELLI, 2002, *apud* GAVA; ZANONI, 2005).

De acordo com Lima (2007), apesar dessas perdas serem comuns ao longo da vida, elas podem comprometer a comunicação do idosos com os outros e a forma como ele se relaciona, aumentando o isolamento social. É possível observar que a visão, a partir dos 60 anos, já começa a apresentar deterioração. A autora ainda afirma que:

A córnea vai perdendo, progressivamente, a transparência, e o cristalino, uma lente intra-ocular, que é normalmente transparente na infância, vai amarelecendo. A deterioração da visão acarreta, ainda:

presbiopia – capacidade de acomodação “longe-perto” mais lenta, diminuição da acuidade visual, particularmente, à noite. (LIMA,2007).

Essa sensibilidade adquirida faz com que uma pessoa de 60 anos precise de quatro vezes mais luminosidade durante as tarefas do que uma pessoa de 20 anos.

Buss *et al.* (2010) informa que a perda de audição é um dos sentidos que mais afetam os idosos, sendo ele uma das principais formas de comunicação com os outros. A audição e a comunicação englobam mecanismos de compreensão, elaboração de resposta a partir de estímulo e processamento de informação, e que tais características vão perdendo o funcionamento com a idade. A Desordem de Processamento Auditivo Central (DPAC) é a quebra em uma ou mais etapas do processamento auditivo, gerando um distúrbio de audição, em que há um impedimento na habilidade de analisar ou interpretar padrões sonoros (BUSS *et al.*, 2010).

Já a senilidade, de acordo com Souza e Melo (2017), representa certos processos patológicos que são comumente relacionados ao envelhecimento, como doenças cardíacas, diferentes tipos de câncer e doenças neurodegenerativas, como Alzheimer. Conforme Lacerda (2018), essas alterações podem ser decorrentes de doenças crônicas, interferências ambientais e até mesmo do constante uso de medicamentos que possuem a capacidade de comprometer a funcionalidade do organismo e também a qualidade de vida do indivíduo. Apesar de relacionadas com o envelhecimento, essas alterações não são exclusivamente consequentes da idade cronológica de alguém, e não acomete todos os idosos.

Conforme Baltes e Baltes (1990), a ideia do envelhecimento saudável está diretamente atrelada ao fato do indivíduo manter suas capacidades de desenvolvimento ao longo do tempo, permitindo expandir seu potencial. Uma dessas novas aquisições do desenvolvimento está relacionado a propensão de novos aprendizados. Baltes (1987) afirma que o processo de desenvolvimento não é uma linha linear em direção a maior eficácia das capacidades, mas sim o contrário, que o desenvolvimento consiste na ocorrência conjunta de ganhos (crescimentos) e perdas (declínios) ao longo do tempo. Baltes (1987) também observa que nenhum progresso no desenvolvimento pode ser atingido apenas por ganhos, e que apesar desses crescimentos e declínios atingirem diferentes proporções ao longo da vida, os declínios são predominantes na velhice. Ao envelhecer, as capacidades cognitivas

são reduzidas em função da perda do funcionamento neurológico, sensorial e psicomotor, o que reflete na qualidade de vida do indivíduo e suas adaptações.

Segundo Falsarella *et al.* (2014), as quedas constituem uma das grandes síndromes geriátricas e é considerado um dos maiores problemas de saúde pública. Por consequência da queda de idosos, outras restrições podem ser relacionadas a esse fator, como fraturas, depressão, restrição de mobilidade, perda de independência e autonomia e declínio da qualidade de vida. “Em âmbito mundial, as quedas são responsáveis por 87% das fraturas e 50% das internações nos idosos” (FALSARELLA *et al.*, 2014). Os autores apontam que mais de 30% dos idosos ao sofrerem quedas passam a ter declínio em sua funcionalidade, o que minimiza a independência do indivíduo e sua autonomia.

As quedas associam-se ainda a 12% das mortes no mundo entre os idosos, representando 40% dos óbitos por lesões nesta faixa etária, sendo a quinta causa de morte na velhice e a primeira por causa externa. (FALSARELLA *et al.*, 2014)

2.3 INTOXICAÇÃO EXÓGENA

O Guia de Vigilância em Saúde, publicado pelo Ministério da Saúde (2019), descreve intoxicação exógena como “o conjunto de efeitos nocivos representados por manifestações clínicas ou laboratoriais que revelam o desequilíbrio orgânico produzido pela interação de um ou mais agentes tóxicos com o sistema biológico”. Conforme este mesmo Guia de Vigilância em Saúde, um agente tóxico é uma substância química com a capacidade de alterar uma ou mais funções do sistema biológico. A intensidade da consequência causada pela exposição desse agente no organismo varia de acordo com a exposição e a concentração, mas pode levar a óbito.

Conforme a OMS (2012), intoxicação é um problema que assume estatística global. Em 2012 foi estimado que 193.460 pessoas faleceram mundialmente em decorrência de intoxicação acidental. Segundo o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (2017), o Brasil registrou 76.115 casos anuais de intoxicação, sendo que 200 desses casos foram levados a óbito, cuja faixa etária predominante de 13% se refere a idosos. De acordo com Zambolim *et al.* (2018), 90% dos casos de exposição ocorre por via oral, e 70% das intoxicações ocorrem em menos de 24 horas, classificando-as como agudas.

O Ministério da Saúde (2019) descreve dois tipos de intoxicação: aguda e crônica. A intoxicação aguda ocorre a partir de uma única exposição ou sucessivas exposições a agentes tóxicos, contanto que permaneçam dentro do decorrer de 24 horas. Os sintomas podem ocorrer depois de minutos ou horas à exposição excessiva, podendo causar efeitos imediatos à saúde da pessoa. Já a intoxicação crônica se apresenta depois de repetidas exposições aos agentes tóxicos, ocorrendo por longos períodos de tempo. Com a exposição prolongada, a intoxicação pode manifestar doenças e ocasionar diferentes problemas neurológicos, imunológicos, endocrinológicos, hematológicos, dermatológicos, hepáticos, renais, malformações congênitas e tumores.

Conforme Müller e Desel (2013) as causas mais comuns de intoxicação ocorrem por ingestão, uso ou exposição de medicamentos, animais peçonhentos, gases tóxicos, álcool, plantas e alimentos.

2.4 MONÓXIDO DE CARBONO

De acordo com O'Malley e O'Malley (2019), o monóxido de carbono (CO) é um gás inodoro, inflamável e incolor. Apesar de não prejudicial quando inalado em pequenas quantidades, pode causar intoxicação quando sua concentração no sangue se torna muito elevada. Sua inalação pode ocorrer de forma acidental ou como tentativa de suicídio. "O monóxido de carbono está presente no ar em concentrações de 0,001% ou menos. Um nível de exposição considerado admissível de monóxido de carbono é de até 0,05. A toxicidade, em geral, começa em níveis de 0,1%" (NETO, 2018). Segundo Evans (1999), professor do Departamento de Química da Universidade de Southampton, o monóxido de carbono é uma matéria prima importante na indústria química, uma vez que produz importantes compostos orgânicos. Porém, quando a combustão é incompleta, ou seja, quando não há oxigênio suficiente para todo o monóxido de carbono, pode causar envenenamento.

A causa da produção de monóxido de carbono é a quantidade limitada de oxigênio disponível para a combustão do combustível que contém carbono. Em vez da produção de dióxido de carbono, CO₂, existe oxigênio suficiente somente para a geração de moléculas de monóxido de carbono, CO — um processo conhecido como combustão incompleta. (JOHN EVANS, 1999)

Conforme Lacerda *et al* (2005), a combustão incompleta de materiais carbonáceos orgânicos, como o carbono, madeira, gasolina, óleo, papel, entre outros, resulta em aproximadamente 60% do monóxido de carbono encontrado na troposfera. O'Malley e O'Malley (2019) afirmam que a intoxicação pelo monóxido de carbono (CO) pode ser causada por motores de carro em funcionamento em ambientes fechados, ventilação indevida de grelhas, aquecedores a gás, a querosene ou elétricos.

Neto (2018) declara que a intoxicação por monóxido de carbono é uma das exposições tóxicas mais comuns em departamentos de emergência, sendo considerada uma das causas fatais por envenenamento mais importante. Existe dificuldade, entretanto, de determinar a estatística exata de intoxicação devido a dados epidemiológicos incompletos. “Existem, provavelmente, muitos casos de intoxicação que são leves e podem não ser diagnosticados.” (NETO, 2018). O autor observa que os casos mais frequentes de intoxicação não intencional ocorrem no inverno, quando o uso de aquecedores a gás e fornos a lenha aumenta, ocasionando também o aumento do risco a exposição ao monóxido de carbono.

Conforme Evans (1999), a função principal da hemoglobina, encontrada dentro das hemácias, é se combinar com a molécula de oxigênio e transportá-la pelo corpo, permitindo a respiração dos tecidos. Porém, quando o monóxido de carbono é inalado e chega aos pulmões ele se combina com a hemoglobina com cerca de 300 vezes mais afinidade que o oxigênio. Essa combinação impede que as células vermelhas do sangue, as hemácias, transportem oxigênio e conseqüentemente, a respiração dos tecidos. Se o monóxido de carbono impede a maior parte da hemoglobina de transportar oxigênio, o resultado pode ser a morte. Níveis mais baixos de CO ligados à hemoglobina também causam danos, como palpitações cardíacas, sendo capaz de gerar conseqüências mais graves para pessoas com problemas cardíacos. Neto (2018) afirma que a morbidade tardia devido a intoxicações por monóxido de carbono pode ser significativa. Sequelas neurocognitivas podem se manifestar em até 40% das intoxicações severas por CO.

Neto (2018) declara que dependendo da proximidade com a fonte de monóxido de carbono, da idade do indivíduo e de outras doenças associadas, o diagnóstico por intoxicação pode ser de difícil identificação. De forma leve ou moderada, os quadros de sintomas podem apresentar cefaleia, mal-estar, tontura e náuseas, resultando em um diagnóstico ambíguo quando não se sabe a causa da internação, com os sintomas facilmente confundidos com quadros virais. “Em idosos, as manifestações podem ser

limitadas a episódio de síncope ou alterações isquêmicas no eletrocardiograma (ECG), o que torna difícil o diagnóstico” (NETO, 2018). O mesmo autor observa que os danos neurológicos podem ser tardios, com sintomas de 3 a 240 dias após a exposição, e ocorrem em até 40% dos casos. Essas manifestações podem incluir alterações de personalidade, déficits cognitivos, déficits motores focais e alterações de movimento, que podem persistir por mais de 1 ano.

Os idosos, particularmente aqueles com graves comorbidades, também apresentam maior risco de intoxicação por monóxido de carbono. Em pacientes com doença arterial coronariana conhecida, baixos níveis de carbo-hemoglobina (4 a 6%) podem causar alterações de ECG e isquemia miocárdica. (NETO, 2018)

De acordo com O'Malley e O'Malley (2019), há duas classificações para intoxicação por monóxido de carbono: intoxicação leve ou grave. A intoxicação leve pode causar “dor de cabeça, enjoos, tontura, dificuldade de concentração, vômitos, sonolência e falta de coordenação (O'MALLEY; O'MALLEY, 2019). A maioria dos indivíduos que sofre desse tipo de intoxicação recupera-se rapidamente, uma vez que se expõe ao ar fresco, considerando que o monóxido de carbono desaparece do sangue em questão de algumas horas e o tratamento para este caso inclui ar fresco e altas concentrações de oxigênio.

Já a intoxicação grave causa “falta de discernimento, confusão, inconsciência, convulsões, dor no peito, falta de ar, pressão arterial baixa e coma. Sob este efeito, a maior parte das vítimas não é capaz de se mover e deve ser socorrida” (O'MALLEY; O'MALLEY, 2019). Tendo em vista que um dos sintomas é sonolência, o indivíduo pode ficar cansado e dormir no ambiente, expondo-se por horas ao monóxido de carbono sem ter reconhecido o sintoma da intoxicação, até que ocorra um envenenamento grave.

Segundo os mesmos autores, com o conhecimento do envenenamento por monóxido de carbono e com sintomas graves, os indivíduos devem se dirigir ao hospital. O diagnóstico é realizado através do exame de sangue, uma vez que é a alta concentração de monóxido de carbono no sangue que evidencia o envenenamento. Para prevenir uma intoxicação, os autores aconselham ventilação adequada, como janelas abertas, para limitar o acúmulo de monóxido de carbono. Existem também

detectores químicos domésticos, capazes de identificar o CO no ar, além de alarmes sonoros que são ativados na presença do composto químico.

Se existir suspeita de monóxido de carbono em uma casa, as janelas devem ser abertas e a casa deve ser evacuada e a origem do monóxido de carbono deve ser detectada. A vigilância constante com detectores pode permitir, portanto, detectar o monóxido antes que ocorra uma intoxicação. Como ocorre com detectores de fumaça, recomenda-se detectores de monóxido de carbono em todas as casas. (O'MALLEY; O'MALLEY, 2019)

Outra forma de intoxicação também ocorre por Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), conforme a Petrobrás (2019), popularmente conhecido como “gás de cozinha”, produto altamente inflamável e asfíxiante, gerando grande risco de incêndio “Os principais constituintes do GLP são: propano (C₃H₈); propeno (C₃H₆); isobutano (C₄H₁₀); n-butano (C₄H₁₀); e buteno (C₄H₈)” (PETROBRÁS, 2019). Segundo a Petrobrás, o GLP é um gás incolor e inodoro, porém, para evitar eventuais casos de vazamento é adicionado uma pequena quantidade de composto a base de enxofre, conferindo ao GLP um odor facilmente identificável. Utilizado como fonte de energia para o cozimento de alimentos e aquecimento de água, o GLP é armazenado em botijões, cuja capacidade varia de 2 a 90kg. Segundo Triider (2018), é possível detectar vazamento de gás através do cheiro, de detectores eletrônicos, como modelos que ficam agregados em alarme de incêndio, ou aos modelos remotos, onde é necessário aproximar o detector da tubulação. Se encontrar uma maior concentração de gás, o aparelho irá sinalizar com uma luz e ruído.

Segundo Beato (2019), a queima incompleta do GLP resulta em resíduos de monóxido de carbono, e a fumaça proveniente de queima de materiais inflamáveis também libera o composto químico.

De acordo com Gomes de Almeida (2019) *apud* Ezequiel (2019), Tenente do 11º Batalhão do Corpo de Bombeiros, de Ipatinga, a principal causa de incêndios urbanos está relacionada ao uso de fogão doméstico, quando as pessoas esquecem que estão com panelas no fogão e ocorre o superaquecimento das mesmas. “De acordo com o relatório estatístico mensal do Centro Integrado de Informações de Defesa Social (Cinds), de janeiro a julho de 2019 foram registrados 5.819 casos de incêndios urbanos em todo Estado” (EZEQUIEL, 2019). Gomes de Almeida (2019) ainda aponta os eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos ligados na tomada por muito

tempo, como ferro, computador, torradeiras, e outros, como a segunda principal causa de incêndios urbanos.

No combate a incêndios causados pela combustão do GLP, deve-se empregar extintores de água em neblina, pó químico ou CO₂, não sendo recomendável a extinção do fogo sem antes estancar o vazamento, devendo-se manter o recipiente resfriado com água após esta extinção. O vazamento do GLP pode provocar tonturas e irritações no sistema respiratório, olhos e queimaduras na pele. (PETROBRAS, 2019)

Uma pesquisa realizada por Eliopoulos (2018), nos Estados Unidos, levantou dados relacionados a idosos residindo em comunidades, sozinhos ou com familiares e sua interação com alarmes para fumaça e alarmes de monóxido de carbono. O levantamento foi realizado em residências selecionadas e com participação voluntária. Os dados extraídos apontaram que nas residências onde idosos moram sozinhos, 36,14% tinham alarme contra fumaça, em comparação com os 18,52% em que o responsável pela residência não era um idoso. Somente 22% das residências com idosos apresentavam alarme de monóxido de carbono, apesar da maior parte dos voluntários da pesquisa reconhecerem a importância de alarmes contra fumaça e alarmes de monóxido de carbono. Apesar de conscientes em relação a esses equipamentos, grande parte dos moradores desconhecia informações vitais de segurança para a própria proteção, como os sinais mais comuns de envenenamento por monóxido de carbono, ou como reagir em uma situação de intoxicação, além das causas de incêndios domésticos.

2.5 SENSORES PARA DETECTAR GÁS

De acordo com Instrutemp (2019), os detectores de monóxido de carbono funcionam através da medição da concentração de monóxido de carbono no ambiente, em partes por milhão (ppm). O dispositivo opera através de um circuito integrado, possuindo um sensor eletrônico de CO. A identificação do acúmulo do monóxido de carbono ocorre através de uma reação eletroquímica, que transforma energia química em energia elétrica. Essa energia elétrica aumenta a corrente do circuito, que por consequência diminui a resistência. É essa diferença na resistência elétrica na presença de CO que aciona um alarme ou semicondutor, avisando o usuário sobre a detecção do gás.

Conect (2019) afirma que os sensores eletroquímicos são destinados a análise e prevenção de intoxicação para áreas como fábricas industriais, com a capacidade de captar mais de 30 gases diferentes. Já os semicondutores costumam ser utilizados na detecção de gases tóxicos, e são presentes principalmente na fabricação de detectores domésticos, por apresentarem grande sensibilidade a baixas concentrações de gases. “Seu funcionamento é por um filme que tem sensibilidade a gases, feito de estanho ou óxido de tungstênio. Quando o filme reage aos gases, o dispositivo é disparado caso haja a concentração de alguma toxicidade” (CONNECT, 2019).

2.6 TECNOLOGIA ASSISTIVA

O Estatuto da Pessoa com Deficiência define Tecnologia Assistiva (TA) da seguinte forma:

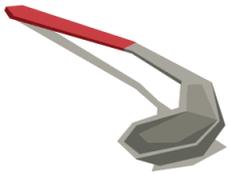
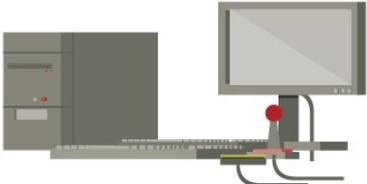
Tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2015, LEI Nº 13.146)

Segundo Bersch (2017), a Tecnologia Assistiva é um auxílio que tem o intuito de ampliar habilidades funcionais deficientes ou possibilitar a um indivíduo exercer uma atividade antes impedida, seja por motivos de deficiência ou envelhecimento. Já o Secretariado Nacional para a Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência (SNRIPD) de Portugal, apresenta a seguinte definição sobre ajuda técnica: “entende-se por ajudas técnicas qualquer produto, instrumento, estratégia, serviço e prática utilizada por pessoas com deficiência e pessoas idosas [...] disponível para prevenir, compensar, aliviar ou neutralizar uma deficiência, incapacidade ou desvantagem (PORTUGAL, 2007, *apud* BERSCH, 2017). De acordo com Paschoarelli e Medola (2018) as deficiências podem ser de ordem motora, visual, auditiva e mental.

Segundo Bersch (2017), existe uma classificação na categoria de Tecnologia Assistiva, como visto no Quadro 2.

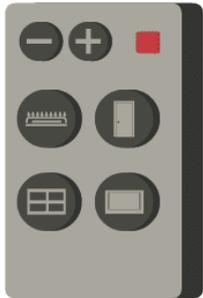
Quadro 2 - Categorias de Tecnologia Assistiva

(continua)

<p>Auxílios para a vida diária</p>	<p>Materiais e produtos para auxílio em tarefas rotineiras tais como comer, cozinhar, vestir-se, tomar banho e executar necessidades pessoais, manutenção da casa etc.</p>	
<p>CAA (CSA) Comunicação aumentativa (suplementar) alternativa</p>	<p>Recursos, eletrônicos ou não, que permitem a comunicação expressiva e receptiva das pessoas sem a fala ou com limitações da mesma. São muito utilizadas as pranchas de comunicação com os símbolos PCS ou Bliss além de vocalizadores e softwares dedicados para este fim.</p>	
<p>Recursos de acesso ao computador</p>	<p>Equipamentos de entrada e saída (síntese de voz, Braille), auxílios alternativos de acesso (ponteiras de cabeça, de luz), teclados modificados ou alternativos, acionadores, softwares especiais (de reconhecimento de voz, etc.), que permitem as pessoas com deficiência a usarem o computador.</p>	

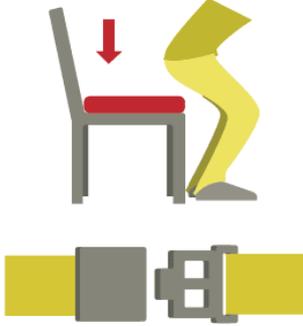
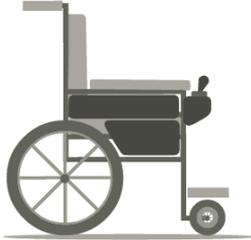
Quadro 2 - Categorias de Tecnologia Assistiva

(continua)

<p>Sistemas de controle de ambiente</p>	<p>Sistemas eletrônicos que permitem as pessoas com limitações motolocomotoras, controlar remotamente aparelhos eletro-eletrônicos, sistemas de segurança, entre outros, localizados em seu quarto, sala, escritório, casa e arredores.</p>	
<p>Projetos arquitetônicos para acessibilidade</p>	<p>Adaptações estruturais e reformas na casa e/ou ambiente de trabalho, através de rampas, elevadores, adaptações em banheiros entre outras, que retiram ou reduzem as barreiras físicas, facilitando a locomoção da pessoa com deficiência.</p>	
<p>Órteses e próteses</p>	<p>Troca ou ajuste de partes do corpo, faltantes ou de funcionamento comprometido, por membros artificiais ou outros recurso ortopédicos (talas, apoios etc.). Inclui-se os protéticos para auxiliar nos déficits ou limitações cognitivas, como os gravadores de fita magnética ou digital que funcionam como lembretes instantâneos.</p>	

Quadro 2 - Categorias de Tecnologia Assistiva

(continua)

<p>Adequação Postural</p>	<p>Adaptações para cadeira de rodas ou outro sistema de sentar visando o conforto e distribuição adequada da pressão na superfície da pele (almofadas especiais, assentos e encostos anatômicos), bem como posicionadores e contentores que propiciam maior estabilidade e postura adequada do corpo através do suporte e posicionamento de tronco/cabeça/membros.</p>	
<p>Auxílios de mobilidade</p>	<p>Cadeiras de rodas manuais e motorizadas, bases móveis, andadores, <i>scooters</i> de 3 rodas e qualquer outro veículo utilizado na melhoria da mobilidade pessoal.</p>	
<p>Auxílios para cegos ou com visão subnormal</p>	<p>Auxílios para grupos específicos que inclui lupas e lentes, Braille para equipamentos com síntese de voz, grandes telas de impressão, sistema de TV com aumento para leitura de documentos, publicações etc.</p>	

Quadro 2 - Categorias de Tecnologia Assistiva

(conclusão)

<p>Auxílios para surdos ou com déficit auditivo</p>	<p>Auxílios que inclui vários equipamentos (infravermelho, FM), aparelhos para surdez, telefones com teclado — teletipo (TTY), sistemas com alerta táctil-visual, entre outros.</p>	
<p>Adaptações em veículos</p>	<p>Acessórios e adaptações que possibilitam a condução do veículo, elevadores para cadeiras de rodas, camionetas modificadas e outros veículos automotores usados no transporte pessoal.</p>	

Fonte: Bersch e Sartoretto (2020), BRASIL (2020)

Para fins deste trabalho, as categorias de Tecnologia Assistiva estudadas serão as dos Auxílios para a vida diária, Auxílios para surdos ou com déficit auditivo, e Sistema de controle de ambiente, uma vez que o dispositivo servirá como um mecanismo de segurança usado no dia a dia para avisar sobre vazamento de monóxido de carbono, levando em consideração perda de audição e dificuldade de locomoção, características relacionadas à senescência.

2.7 ANTROPOMETRIA E USABILIDADE

Dois critérios projetuais que sempre devem ser estudados quando relacionados ao Design é a antropometria e usabilidade. Segundo Pheasant (1998) *apud*

Rodriguez-Añez (2001), a antropometria consiste em um ramo das ciências humanas que estuda a forma e o tamanho do corpo humano.

De acordo com Panero e Zelnik (2008), a dimensão corporal é dependente de diversos fatores como idade, etnia, sexo e grupo ocupacional. Além disso, “após a maturidade, a dimensão corporal para ambos os sexos diminui com a idade” (PANERO; ZELNIK; 2008). Os autores observam, a partir de dados analisados, que é encontrada uma diferença grande na medida de alcance vertical em relação a idosos e pessoas mais jovens, por consequência de problemas de saúde, como artrite e outras limitações dos movimentos articulares. Existe também a consideração a ser feita em relação a idosos que necessitam do uso constante de muletas, andadores e bengalas, uma vez que o ritmo e velocidade dos usuários são alteradas pelo modo de andar.

É necessário considerar aqueles que utilizam muletas, andadores, bengalas e aqueles que vão acompanhados de cachorros. Todos esses equipamentos de auxílio tornam-se, em essência, uma parte funcional do corpo do indivíduo. Logo, em qualquer circunstância, tanto o equipamento auxiliar quanto o usuário devem ser vistos como uma entidade única. Para fins de projeto, deve-se conhecer não apenas algo da antropometria envolvida, mas também algo sobre as análises espaciais envolvidas. (PANERO; ZELNIK; 2008)

Já a usabilidade, conforme Nielsen (1993), está relacionada a um maior grau de preocupação em relação a aceitabilidade do produto, que pode ser definido como um questionamento se o produto é bom o suficiente para satisfazer todas as necessidades e requisitos dos usuários e outras partes interessadas. Tópicos frequentemente associados a usabilidade são:

- Aprendizagem: É fácil de usar?
- Eficiência: É eficiente para uso?
- Memorabilidade: Fácil de usar, independente da frequência de uso;
- Erros: O usuário comete poucos erros ao usar?
- Satisfação: É visualmente atraente? os usuários gostam de usar?

Nielsen (1993) debate sobre a diferença entre funcionalidade e usabilidade. Segundo o autor, funcionalidade segue o questionamento se o produto/sistema cumpre sua função principal. Já usabilidade gira em torno do quão bem os usuários conseguem utilizar essa função.

3 METODOLOGIA DE PROJETO

A metodologia utilizada neste trabalho servirá como guia para a realização das etapas do projeto, onde cada etapa tem como função cumprir objetivos que aproximem a autora do conceito final e resultado deste projeto.

Uma das metodologias usadas será baseada no livro Projeto Integrado de Produtos, Back *et al.* (2008) com base nos 3 macro tópicos propostos: planejamento do projeto, projeto informacional e projeto conceitual, uma vez que a autora é familiarizada com essas etapas decorrente do uso desta metodologia durante o curso de Design de Produto. Os macro tópicos serão separados de acordo com sua função nas disciplinas do Trabalho de Conclusão de Curso 1 e 2, como visto na Figura 2.

Figura 2 - Macro Tópicos propostos



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

O projeto informacional contempla toda a parte inicial do projeto, focada na pesquisa. Estudos e dados sobre o público-alvo foram coletados, assim como pesquisas relacionadas à intoxicação por monóxido de carbono e seus danos. Estudos relacionados ao problema de projeto, com o público-alvo e indivíduos próximos a eles, a fim de estabelecer necessidades encontradas. A análise sobre produtos similares no mercado resultará em comparações entre os produtos e as necessidades encontradas, concebendo assim a inevitabilidade de estabelecer requisitos para o projeto, com o intuito de determinar os aspectos mais importantes a serem considerados e realizá-los.

Já o projeto conceitual reúne e engloba o projeto preliminar e o projeto detalhado, etapas direcionadas a solução final do projeto. Todo o conceito e painéis visuais relacionado ao projeto encontram-se dentro do projeto conceitual, iniciando-se assim a etapa de criar soluções para essas necessidades. Quando a melhor solução para o projeto for definida, a etapa de modelamento, componentes internos e detalhes técnicos é realizada, para então seguir para a apresentação final do produto e validar se os requisitos projetados foram atendidos.

Também será utilizada o *toolkit* da IDEO, Human Centered Design (HCD), contemplando a metodologia ao redor do aspecto humano do projeto, com base nas três etapas, Hear (Ouvir), Create (Criar) e Deliver (Implementar). Essas ferramentas trabalham ao redor da intersecção entre os três principais objetivos que devem ser alcançados com o HCD: criar um produto desejável pelos usuários, prático perante as técnicas utilizadas, e viável para o grupo escolhido.

As etapas do HCD se encaixam em diferentes etapas da metodologia do Back *et al*, como observado na Figura 3.

Figura 3 - União dos macro tópicos com a ferramenta HCD



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A primeira fase do HCD, constitui ênfase no ouvir, coletando dados para pesquisas e análises sobre o tema estabelecido neste projeto. A fase Criar constitui a síntese da primeira etapa Ouvir, acrescentando nesse cenário soluções e oportunidades que podem gerar o conceito final do trabalho. Já a fase Implementar consiste em um plano de implementação e protótipo dessa solução gerada.

A união dessas duas ferramentas propõe que o foco seja sempre direcionado para a etapa atual, enfatizando que os objetivos resultantes de cada uma funcionará como uma base para a próxima etapa.

4 PROJETO INFORMACIONAL

O projeto informacional é um dos macro tópicos utilizado por Back *et al.* (2008), onde constam as etapas de pesquisas com os usuários e análises desses dados de forma a elencar as necessidades dos usuários, os requisitos dos usuários e então os requisitos de projeto.

4.1 MAPA DE *STAKEHOLDERS*

Segundo Giordano *et al* (2018), mapa de *Stakeholders* é uma ferramenta utilizada no Design para a visualização dos integrantes totais de um projeto, onde é possível definir os distintos grupos de interesse encontrados. Ao se criar um mapa de *Stakeholders*, é necessário seguir três etapas: identificar quais são os *Stakeholders* envolvidos no contexto do projeto, mapear visualmente esses indivíduos e então analisar as relações existentes nessa rede, revelando qual a influência que cada parte apresenta no todo.

Conforme os mesmos autores, um mapa de *Stakeholder* é uma ferramenta visual para se conectar com todos os indivíduos presentes no problema de projeto e assim definir e analisar suas relações, além de analisar quais os impactos e influências que o projeto está inserido. Para a criação desse mapa, é necessário escrever todos os possíveis *Stakeholders* imersos no projeto, de forma que no centro fiquem localizados os usuários com maior relevância e responsabilidade para o trabalho, e ao seu redor os menos importantes.

O mapa apresentado na Figura 4 gira em torno do público-alvo deste trabalho. Os *Stakeholders* diretos estão localizados no círculo intermediário, onde configuram a situação em que o público-alvo entra em contato com eles caso haja necessidade ou emergência. Já os *Stakeholders* indiretos são classificados a partir da necessidade de atendimento caso não haja contato com os *Stakeholders* diretos.

Figura 4 - Mapa de Stakeholders



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Com a criação do mapa dos *Stakeholders* foi possível analisar de uma forma mais clara qual a influência que cada indivíduo tem na vida do público-alvo, relacionando com o problema de projeto apresentado neste trabalho. Também foi possível perceber a necessidade de diferentes perguntas para cada nível do mapa, uma vez que a interação que um familiar do idoso terá é diferente da interação que um médico apresentará, assim como suas percepções e ações.

4.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi feita através de entrevista remotas, visando respeitar o distanciamento social consequente da COVID-19, e também por questionários *online* para grupos de profissionais da saúde que não teriam como dispor de entrevistas por chamada de vídeo. O objetivo dos questionários variou de acordo com a interação que o indivíduo tem com o público-alvo, mas visando sempre conhecer o usuário e coletar dados que possam ser influentes para conhecer o universo do idoso que mora sozinho ou com cônjuge. Para propor uma solução para o problema de projeto condizente com

os recursos disponibilizados para a realização deste trabalho, foi necessário questionar sobre diferentes aspectos da vida do idoso, para identificar quais as necessidades, desejos e características marcantes encontradas, a fim de gerar *insights* e transformá-los em requisitos de usuário.

Foram aplicados questionários *online* com três médicos e duas enfermeiras, a fim de entender as questões de saúde que giram em torno do idosos uma vez que já ocorreu intoxicação por monóxido de carbono.

Tendo em vista a necessidade de manter as entrevistas anônimas, para respeitar a privacidade dos entrevistados, os nomes dos profissionais não aparecerão nesse relatório. As questões abordadas foram desenvolvidas pela autora deste trabalho e podem ser encontradas em Apêndice A. Os principais resultados que foram observados a partir das respostas dos profissionais da saúde no questionário *online* foram:

- a) De acordo com 4 dos 5 entrevistados, os idosos apresentam uma maior incidência de casos de intoxicação por monóxido de carbono ou gás de cozinha em relação aos demais públicos. A resposta *não é válido* foi optada por entrevistados que não tinham experiência para responder.
- b) Relatou-se que idosos não conseguem identificar sozinhos quando foram intoxicados. Os sintomas são identificados por membros familiares ou diretamente no hospital.
- c) Os principais sintomas observados nos casos de intoxicação por monóxido de carbono são alteração no estado mental, como confusão e tontura, assim como alteração no nível de consciência, como sonolência, e também náuseas e vômito.
- d) Ocorrem mais casos de queimaduras em idosos consequentes do esquecimento de panelas no fogão, ou até mesmo do ato de cozinhar, do que nos outros públicos, como relatado pelos profissionais de saúde.

Após análise das respostas obtidas, foi possível observar que apesar da incidência do envenenamento ocorrer com o público idoso, eles não são os primeiros a observar os sintomas neles mesmos, e sim seus familiares. Torna-se então de extrema importância que esses indivíduos estejam cientes do vazamento de gás na casa do idosos, independente de morarem juntos ou não.

Já os questionários com o público-alvo foram aplicados por vídeo chamada, onde a aproximação com o entrevistado era maior e assim possível interpretar suas respostas e questionar outros assuntos relevantes, e também por áudios através do celular. Através da etapa Ouvir da HCD, é possível utilizar a ferramenta de entrevistas com o público-alvo para ouvir suas histórias e se inspirar em suas ações. As questões foram elaboradas pela autora e podem ser encontradas no Apêndice B. A partir de 7 entrevistados, incluindo gênero feminino e masculino, as seguintes informações foram observadas:

- a) A faixa etária dos entrevistados varia dos 66 aos 91 anos;
- b) 57% moram sozinhos, enquanto os outros moram com o cônjuge;
- c) Todos os entrevistados têm contato frequente com familiares. Durante a pandemia alguns adotaram o telefone como ferramenta principal, enquanto outros ainda tem contato presencial. Uma entrevistada relatou que o porteiro liga todos os dias para saber como ela está, e quando ela não se sente bem deixa a porta da frente aberta, caso seja necessário pedir ajuda. Ela também contou que o porteiro tem uma chave de seu apartamento, para emergências;
- d) 71% são ativos na cozinha;
- e) 57% dos entrevistados já esqueceu o fogão ligado em determinado momento. Apenas em um caso o incidente foi mais grave, gerando muita fumaça e a necessidade de sair do aposento e abrir as janelas decorrente de lágrimas nos olhos, devido a fumaça. Os outros incidentes foram notados pelo cheiro de queimado e também pela presença de fumaça;
- f) Seis dos entrevistados nunca se sentiram intoxicado por monóxido de carbono, porém apenas 28% sabem identificar os sintomas de intoxicação;
- g) A maioria não tem receio de passar por experiência de vazamento de gás;
- h) 33% possui aquecedor de gás em sua residência, enquanto 40% possui aquecedor elétrico no banheiro ou outros ambientes;
- i) Os cômodos mais habitados da casa são a sala e a cozinha;
- j) Quando questionado sobre como procedem durante momentos de tontura e fraqueza, 57% afirmaram que esperam a sensação passar, muitas vezes por não querer perturbar ninguém, enquanto os outros 43% preferem ligar para alguém para pedir ajudar;

- k) 42% sente dificuldade em ouvir alarmes e/ou ler telas de celular ou TV, principalmente durante a noite ou em ambientes escuros;
- l) O método mais relatado para lembrar de informações importante é através de um segundo indivíduo. Grande parte dos entrevistados avisam algum parente sobre acontecimentos importantes e pede para os mesmos lembrá-los, uma vez que notaram recentemente a perda de memória. Alguns já tem o costume de anotar em agenda e blocos de anotações;
- m) Todos os entrevistados foram receptivos à ideia de um dispositivo que os alertasse sobre vazamento de gás em sua residência, sendo que 66% se sentem mais confortáveis com dispositivos móveis que possam mudar de ambiente, enquanto os outros usariam dispositivo que os alertasse diretamente no corpo;
- n) Todos os entrevistados se mostraram confortáveis com a possibilidade do dispositivo alertar sua família em casos de emergência; garantindo sua segurança.

Compreender o desafio que o público-alvo apresentou a partir do problema de projeto deste trabalho facilitou o entendimento de algumas características que apareceram com certa frequência na coleta de dados. A maioria dos entrevistados se orgulha de sua independência, isento do fato de morar com o cônjuge ou não. A primeira impressão observada quando mencionado um dispositivo que ficava em constante contato com o corpo foi de perda de autonomia, porém após alguns segundos de reflexão alguns usuários aceitavam a ideia, enquanto outros preferiam uma opção móvel, com a possibilidade de alterar o ambiente do dispositivo se necessário, mantendo ainda a característica de camuflar o mesmo como parte da decoração. Porém, quase não houve hesitação quando questionado se o usuário se sentiria confortável com a ideia do dispositivo alertar seus familiares próximos em caso de emergência - as respostas foram unânimes.

Percebeu-se também que alguns entrevistados não utilizam métodos para recordar de acontecimentos importantes, como anotar em agendas ou escrever bilhetes. Observa-se um discreto orgulho dos usuários ao responder que tenta exercitar a cabeça sempre que possível, preferindo não anotar em lugar nenhum, apenas tentar se lembrar. Muitos pedem para familiares avisarem caso eles esqueçam, mas apenas como segunda opção. Nota-se que eles têm conhecimento

sobre pequenas perdas de memória, e que tomam certa precaução mediante tal situação, como avisar familiares, porém tentam se manter o mais independente possível.

Quando questionados sobre o esquecimento do fogão ligado, a primeira resposta que surgia rapidamente era a negativa, e quando a autora pedia relatos de situações semelhantes que a entrevistada já havia presenciado, a mesma admitia, com certa vergonha, que já havia acontecido com ela mesma. Apesar de ser um acontecimento comum, esquecer o fogão ligado ou queimar algum alimento, o estigma de repreendimento vem acompanhado de vergonha, o que rapidamente faz com que o entrevistado negue que nunca aconteceu com ele.

4.3 NECESSIDADE DOS USUÁRIOS

A partir dos estudos realizados através dos dados coletados, é necessário transformar as percepções das entrevistas em tópicos qualitativos para se notar as necessidades que o público-alvo apresenta para o problema de projeto deste trabalho. Alguns aspectos foram observados durante as pesquisas realizadas na fundamentação teórica e depois confirmadas durante as entrevistas, enquanto outras características surgiram apenas nas entrevistas. As principais características podem ser observadas no Quadro 3, assim como a justificativa das mesmas.

Quadro 3 - Necessidades dos usuários e justificativa

(continua)

NECESSIDADE	JUSTIFICATIVA
Saber os sintomas de intoxicação por CO	O público-alvo não consegue identificar sozinho quando está intoxicado
Falar com a família com frequência	São seus familiares mais próximos que identificam a intoxicação e os levam para o hospital
Enxergar telas no escuro	Apresentam dificuldade em ler telas, principalmente se as mesmas se encontram em um ambiente escuro

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Quadro 3 – Necessidades dos usuários e justificativa

(conclusão)

	diversas atividades, como cozinhar, limpar, tomar banho, etc.
Deslocar para diferentes ambientes	Se sentem mais confortáveis com a possibilidade de mover dispositivos pela casa, dependendo do cômodo que mais usam
Mexer em aparelhos tecnológicos	Estar confortável com tecnologia possibilita uma maior independência para o público-alvo

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

4.4 REQUISITOS DOS USUÁRIOS

Com a coleta de dados do público-alvo e também dos *Stakeholders* e as análises feitas a partir das respostas, assim como insights gerados durante as entrevistas, foi possível conduzir o trabalho para a próxima etapa do projeto informacional, onde as necessidades dos usuários foram estudadas a partir das informações obtidas com as entrevistas e o questionário *online*, e assim foram gerados os requisitos de usuário, como visto no Quadro 4.

Quadro 4 - Necessidades e requisitos do usuário

(continua)

FONTE	NECESSIDADE DO USUÁRIO	REQUISITO DO USUÁRIO
Entrevistas e fundamentação teórica	Enxergar telas no escuro	Ser visível mesmo com pouca luminosidade
		Garantir informações legíveis
Questionário <i>online</i> e entrevistas	Falar com familiares com frequência	Ter fácil acesso aos familiares
Entrevistas e fundamentação teórica	Mexer em aparelhos tecnológicos	Garantir fácil manuseio

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Quadro 4 – Necessidades e requisitos do usuário

(conclusão)

Entrevistas	Deslocar para vários ambientes	Mover para outros ambientes
Entrevistas	Se sentir seguro dentro da própria casa	Passar segurança durante diferentes atividades
		Informar ocorrência de vazamento de CO
Entrevistas	Saber os sintomas de intoxicação por CO	Informar sintomas de intoxicação de CO

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Em alguns casos algumas necessidades foram divididas em dois requisitos de usuário, para facilitar a o desdobramento desses requisitos, posteriormente, em requisitos de projeto, possibilitando assim dar um foco maior em cada necessidade.

4.5 ANÁLISE DE SIMILARES

Segundo Platchek (2003), a análise de similares tem como objetivo analisar os produtos existentes no mercado de acordo com aspectos estruturais, funcionais, ergonômicos, mercadológicos e visuais, que tem relação, seja de um ou mais aspectos, com o problema de projeto deste trabalho. A análise sincrônica tem o intuito de observar e reconhecer o universo em que o problema de projeto está inserido, analisando os produtos presentes no mesmo, a fim de evitar o desenvolvimento de produtos que já existam. Pode-se analisar os similares por produto ou por função. Os similares por produto são aqueles dispostos no mercado com as mesmas características e que realizam a mesma função do problema de projeto deste trabalho, atendendo total ou parcialmente os mesmos requisitos. Já os similares por função correspondem aos produtos existentes no mercado que atendem a mesma função do problema de projeto, mas que não são, necessariamente, o mesmo produto, uma vez que podem atender outros requisitos também.

De acordo com a mesma autora, deve ser levado em consideração os aspectos técnicos dos similares encontrados em relação ao futuro produto, uma vez que é necessário manter a viabilidade de execução do projeto.

O primeiro similar analisado foi pelo aspecto produto, o Medidor de Monóxido de Carbono (CO) - CO77, como visto na Figura 5.

Figura 5 - Medidor de Monóxido de Carbono (CO) - CO77



Fonte: Akso (2020)

O Medidor de Monóxido de Carbono - CO77 é um aparelho móvel, pequeno, que tem como objetivo medir a temperatura do ambiente e também a concentração de monóxido de carbono presente no ar. Com um sensor eletroquímico, suas medições se alteram dentro da faixa de resolução de 0 a 999 ppm (partes por milhão), funcionando de -10 a 50°C. Pesa aproximadamente 120g, com dimensões de 17,5 x 4,7 x 2,8 cm, e seu valor de mercado é R\$ 832,59. O produto também apresenta a característica de desligar automaticamente após 10 minutos sem funcionamento, sinal sonoro de alarme ajustável, visor iluminado e indicação de bateria fraca, sendo alimentado por três pilhas AAA.

O segundo similar analisado, o Detector Alarme Incêndio Monóxido De Carbono e Fumaça foi pelo aspecto produto, como visto na Figura 6.

Figura 6 - Detector Alarme Incêndio Monóxido De Carbono e Fumaça



Fonte: Americanas (2020)

Esse similar apresenta a função principal de detectar os níveis de monóxido de carbono no ar em tempo real mesmo em condições de pouca luz, uma vez que seu display é luminoso. Possui duas indicações em LED, uma vermelha e outra verde. O LED verde pisca a cada 30 segundos em resposta ao funcionamento do aparelho, para avisar que o monitoramento está acontecendo. Quando o alarme é acionado, ou seja, quando o nível de CO no ar fica acima de 70 ppm, emite quatro *bips* curtos e o LED vermelho pisca continuamente. Alimentado por três pilha AA, emite aviso de bateria baixa através de um *bip* curto a cada 30 segundos, e no display aparece o aviso "LB", bateria fraca (*Low Battery*). É um produto que tem por intuito ficar fixado nas paredes, de preferência em áreas que apresentam a possibilidade de vazamento de CO, como a cozinha. Tem dimensões pequenas, 10 x 3,5 cm, volume de alarme de 85dB (decibéis) e seu valor é R\$ 65,48.

O terceiro similares, o HISSCO Geonav, como visto na Figura 7, também é um similar de produto.

Figura 7 - HISSCO Geonav

Fonte: Carrefour

O HISSCO Geonav detecta vazamento de gás CO e emite um alarme sonoro, com uma potência sonora de 75dB, além de possuir um indicador luminoso de LED na cor vermelha. Também emite notificações de alerta para *smartphones* em tempo real, avisando o usuário da ocorrência do vazamento de gás, sendo compatível com Alexa, Google Assistant e Siri. É de uso interno, com local de instalação em paredes através de adesivos de fixação, possuindo também detector de fumaça óptico. Sua alimentação é por energia elétrica, sendo um aparelho bivolt, consumindo 2w (watts). É constituído principalmente de plástico ABS, com dimensões pequenas, 13 x 13 x 4,2 cm, pesando 148g e custando R\$ 249,00. O dispositivo funciona em uma área de detecção de até 3 metros.

O quarto similar analisado é da marca Google, chamado Nest Protect, um detector de fumaça e monóxido de carbono inteligente, como visto na Figura 8.

Figura 8 - Nest Protect

Fonte: Gizmodo Brasil

O Nest Protect é um dispositivo inteligente que tem como principal objetivo alertar os usuários sobre a presença de fumaça e monóxido de carbono no ar. Seu diferencial é a possibilidade de conectar o Nest Protect com outros dispositivos da Nest. Se ocorreu presença de fumaça na cozinha e o usuário não respondeu aos alarmes que o Nest Protect dispara, ele pode enviar alertas para os dispositivos Nest que estão em outros ambientes da casa, como no quarto ou banheiro, alcançando o usuário onde quer que ele esteja dentro da casa, através de uma voz feminina classificada como “amigável”. Ele também alerta *smartphones* através de mensagens no aplicativo Nest. Sua aparência se aproxima mais de outros dispositivos inteligentes, como Alexa, do que dos detectores de gás analisados anteriormente, possibilitando que ele se camufle com a decoração da casa. Possui LED nas cores verde, amarelo e vermelho, para alertar quando a bateria está acabando, na presença de fumaça ou CO, e um alarme mais emergencial, na cor vermelha, quando o usuário não toma uma atitude para avisar o aparelho que está ciente do alerta. O dispositivo ainda não é comercializado em lojas brasileiras, apenas importando diretamente de outros países, com um valor de R\$ 760,00.

O quinto similar, o *Amazon Echo*, é um *smart speaker* com Alexa, como visto na Figura 9, e é o primeiro similar analisado por sua função, e não por detectar vazamento de CO.

Figura 9 - Amazon Echo



Fonte: *Amazon*

O *Amazon Echo* é um alto falante sem fio que reproduz áudio em 360°, possuindo o comando de voz da marca *Amazon*, respondendo pelo nome de “Alexa”. O dispositivo é considerado “inteligente” por possuir diferentes funções, como possuir

interação de voz, reprodução de música, fazer listas de tarefas, definir alarmes, *podcasts* de transmissão, ler *audiobooks*, fornecer informação sobre o tempo, tráfego e outras informações em tempo real. Também é possível controlar outros dispositivos inteligentes dentro de casa, como acender luzes, trancar portas, se comunicar com outros dispositivos *Echo*, além de realizar chamadas para o aplicativo Alexa, possibilitando fazer uma chamada para algum contato, como familiares ou amigos. É possível desconectar o microfone por um botão, e o dispositivo funciona com uma fonte de energia e a *Wi-fi*. É possível analisar o interior do dispositivo *Echo* através da Figura 10.

Figura 10 - Mecanismo interno do Echo



Figura

Fonte: Amazon

Possuindo dimensões de 14,8 x 9,9 x 9,9 cm, o dispositivo é comercializado pelo valor de R\$ 699,00. O aplicativo Alexa usado pelo dispositivo é compatível com Fire OS, Android e iOS e também é acessível pelo navegador da web. O aplicativo Alexa e seus dispositivos compatíveis apresentam recursos para usuários com necessidades de acessibilidade relacionadas à visão, audição, mobilidade e fala. O volume é ajustável com voz ou toque no dispositivo, o aplicativo possui alto contraste, facilitando a visibilidade, além de Reconhecimento de fala a larga distância com dispositivos *Echo*.

O dispositivo *Echo* se tornou um produto muito requisitado pelo *status* que apresenta, além do aplicativo Alexa possuir *Skills*, aplicativos conectados que podem ser acionados a qualquer momento, como *Uber*, *iFood*, etc.

O último similar analisado foi por função, o *Smartwatch Amazfit* da Xiaomi, como visto na Figura 11.

Figura 11 - Amazfit Xiaomi



Fonte: Amazon

O *Smartwatch Amazfit* da Xiaomi é um *wearable* com diversas funções, como monitor de frequência cardíaca, pedômetro, lembrete sedentário, monitor de sono, alarme, barômetro e GPS. O *wearable* ainda é capaz de receber notificações de mensagens enviadas do celular, de chamadas, além de trocar de música, uma vez que funciona através do Bluetooth e é compatível com *smartphones* Android e iOS. Seu funcionamento é através de bateria de polímero de lítio-íon, e seu valor é varia de R\$ 400,00 até R\$ 1.000,00, dependendo da versão escolhida.

É um *wearable* que conquistou muitos usuários pela diversidade de funções que disponibiliza, além da compatibilidade com os *smartphones*. Seu visual tecnológico é facilmente assimilado com *smartphones*, elevando seu *status* de *gadget*.

Através do similares analisados, uma matriz PNI, pontos positivos, negativos e interessantes sobre cada um dos similares foi feita, possibilitando assim compará-los lado a lado em diferentes características e observar seu desempenho, como visto no Quadro 5.

Quadro 5 - Matriz PNI

Dispositivo	Pontos positivos	Pontos negativos	Pontos interessantes
 1.CO77	<ul style="list-style-type: none"> - Pequeno; - Móvel; 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo elevado; - Não fica ligado o tempo todo; - Tela do display é pequena; 	<ul style="list-style-type: none"> - O alarme sonoro é ajustável de acordo com a vontade do usuário
 2. Detector Alarme Incêndio Monóxido De Carbono e Fumaça	<ul style="list-style-type: none"> - Pequeno; - Funciona 24hrs; - Emite aviso de bateria baixa; 	<ul style="list-style-type: none"> - Fixo em alguma parede; - É necessário lembrar o que cada luz significa; - Aspecto visual não atrativo; - Volume do alarme é fixo (85dB); 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo acessível; - Poucos botões;
 3. HISSCO Geonav	<ul style="list-style-type: none"> - Funciona 24hrs; - Dispositivo mais visualmente atraente do que o similar anterior; - emite notificações de alerta para <i>smartphones</i> em tempo real; 	<ul style="list-style-type: none"> - Volume do alarme é fixo (75dB); - Fixo em alguma parede; - funciona em uma área de detecção de apenas 3 metros; 	<ul style="list-style-type: none"> - É visualmente semelhante a uma caixa de som; - Compatível com Alexa, Google Assistant e Siri; - Alimentação é por energia elétrica;
 4. Nest Protect	<ul style="list-style-type: none"> - Possui <i>status</i>; - Se conecta com outros dispositivos da casa; - emite notificações para <i>smartphones</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> - Não é comercializado no Brasil ainda; - Custo elevado; - Depende de aplicativo; 	<ul style="list-style-type: none"> - Possui alarme por voz; - É visualmente mais semelhante a outros produtos inteligentes do que a outros detectores de gás; - Alimentação pode ser por pilhas AA ou cabo elétrico;
 5. Amazon Echo	<ul style="list-style-type: none"> - Possui <i>status</i>; - Visualmente atraente; - Possibilidade de se conectar com outros dispositivos; - Possibilidade de colocar em qualquer ambiente; - Versatilidade de funções; 	<ul style="list-style-type: none"> - Versatilidade pode parecer ameaçadora; - Depende de aplicativo para funcionar; - Necessita de <i>Bluetooth</i> e <i>Wi-fi</i>; - Custo elevado; - Não possui bateria interna, funciona apenas ligado na tomada; - dificuldade em entender sotaques diferenciados; 	<ul style="list-style-type: none"> - O alarme sonoro é ajustável de acordo com a vontade do usuário; - Responde comando de voz;
 6. Amazfit	<ul style="list-style-type: none"> - Bateria pode durar dias; - Versatilidade de funções; - recebe notificações de mensagens enviadas do celular; - Display com cores chamativas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita estar conectado ao celular por <i>bluetooth</i> para funcionar; - Custo elevado; - Não envia mensagens, apenas recebe; 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Wearable</i>; - Pode ser usado apenas com o intuito de relógio, ou para qualquer outra função;

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

4.6 REQUISITOS DE PROJETO

De acordo com Back *et al.* (2008), os requisitos de projeto são criados a partir da conversão dos requisitos dos usuários presentes na etapa anterior. Com o andamento do projeto é necessário traduzir esses requisitos dos usuários em uma linguagem mais técnica para a viabilização do projeto, especificando esses critérios a fim de atingir tais requisitos. O Quadro 6 abaixo mostra a conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto.

Quadro 6 - Requisitos de projeto

FONTE	NECESSIDADE DO USUÁRIO	REQUISITOS DO USUÁRIO	REQUISITOS DE PROJETO
Entrevistas e fundamentação teórica	Enxergar telas no escuro	Ser visível mesmo com pouca luminosidade	Possibilitar visibilidade através de elementos luminosos
		Garantir informações Legíveis	Apresentar tamanho considerável de fontes e botões
			Exibir alto contraste entre elementos
Questionário <i>online</i> e entrevistas	Falar com familiares com frequência	Ter fácil acesso aos familiares	Comunicar contatos de emergência
			Transmitir relato de informações aos contatos de emergência
Entrevistas e fundamentação teórica	Mexer em aparelhos tecnológicos	Garantir fácil manuseio	Disponibilizar configurações que guiem o usuário de forma objetiva
			Apresentar formato amigável e acessível
Entrevistas	Deslocar para vários ambientes	Mover para outros ambientes	Apresentar diferentes formas de alimentação para ser usado como decoração
			Ser transportável
Entrevistas	Saber os sintomas de intoxicação por C	Informar sintomas de intoxicação de CO	Informar principais sintomas de intoxicação por CO
Entrevistas	Se sentir seguro dentro da própria casa	Passar segurança durante diferentes atividades	Possuir sistema de alarme sonoro ajustável
			Possuir sistema de alarme visual
		Informar ocorrência de vazamento de CO	Comunicar-se com outros dispositivos da casa
		Identificar vazamento de CO através de sensores	

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

4.7 PRIORIZAÇÃO DOS REQUISITOS

Back *et al.* (2008) informa a necessidade de priorizar os requisitos de projeto convertidos dos requisitos dos usuários, com a finalidade de hierarquizar os mais relevantes para o andamento do projeto, dentro das próprias necessidades estabelecidas, a fim de enxergar claramente, durante a etapa de geração de alternativa para a solução do problema de projeto, quais requisitos devem ser concebidos. Muitas vezes não é possível a realização de todos os requisitos, tendo em vista a viabilidade do projeto. Nesses casos é importante saber quais as do projeto, tendo em vista a possível necessidade de uso. Dessa forma, o Diagrama de Mudge surge com a funcionalidade de comparar os requisitos de usuário uns com os outros, possibilitando assim identificar quais as necessidades mais importantes, para então realizar a hierarquização dos requisitos de projeto.

Utilizando o Diagrama de Mudge, como visto no Quadro 7, correlacionou-se um requisito de usuário com outro (associando as linhas as colunas, respectivamente), utilizando a pontuação de **5**, quando um requisito é mais importante do que outro; **3**, quando um requisito é tão importante quanto o outro; e **1**, quando o requisito é menos importante que o outro. Dessa forma, é possível somar a pontuação de cada requisito, e depois dividir sua soma pela soma total (de todos os requisitos comparados) identificando assim qual a porcentagem daquele requisito em comparação com os outros.

Quadro 7 - Diagrama de Mudge

		Mais importante que = 5 Tão importante quanto = 3 Menos importante que = 1									
		A	B	C	D	E	F	G	H	Total	(%)
A	Ser visível mesmo com pouca luminosidade		3	1	5	3	3	5	1	21	7,72
B	Garantir informações legíveis	3		1	3	5	1	5	1	19	6,99
C	Ter fácil acesso aos familiares	5	5		5	5	3	5	3	31	11,40
D	Garantir fácil manuseio	1	3	1		5	1	3	1	15	5,51
E	Mover para outros ambientes	3	1	1	1		1	3	1	11	4,04
F	Passar segurança durante atividades	3	5	3	5	5		5	3	29	10,66
G	Informar sintomas de intoxicação de CO	1	1	1	3	3	1		1	11	4,04
H	Informar ocorrência de vazamento de CO	5	5	3	5	5	3	5		31	11,40
										168	61,7647

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A pontuação obtida no Diagrama de Mudge serve como peso para a composição do *Quality Function Deployment* – Desdobramento da Função Qualidade (QFD), como visto no Quadro 8 ferramenta utilizada para hierarquizar quais os requisitos de projeto mais relevantes para o trabalho, possibilitando assim tentar atingir todos os desdobramentos durante a etapa de solução do problema, atingindo um resultado satisfatório e relevante.

Quadro 8 - QFD

		Requisitos de Projeto															
		Peso	Possibilitar visibilidade através de elementos luminosos	Apresentar tamanho considerável de fontes e botões	Exibir alto contraste entre elementos	Comunicar contatos de emergencial	Transmitir relato de informações aos contatos de emergência	Disponibilizar configurações que guiem o usuário de forma objetiva	Apresentar formato amigável e acessível	Apresentar diferentes formas de alimentação	Elaborar aspectos visuais atraentes para ser usado como decoração	Ser transportável	Informar principais sintomas de intoxicação por CO	Possuir sistema de alarme sonoro ajustável	Possuir sistema de alarme visual	Comunicar-se com outros dispositivos da casa	Identificar vazamento de CO através de sensores
Requisitos do Usuário	Alta relação = 5 Média relação = 3 Baixa relação = 1 Sem relação = 0																
	Ser visível mesmo com pouca luminosidade	7,72	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	
	Garantir informações legíveis	6,99	3	5	5	5	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	5
	Ter fácil acesso aos familiares	11,40	1	1	3	3	5	5	5	5	1	5	3	1	0	0	5
	Garantir fácil manuseio	5,51	1	5	5	0	0	5	3	1	0	1	0	0	0	0	0
	Mover para outros ambientes	4,04	1	0	0	0	0	0	1	5	5	5	0	0	0	3	0
	Passar segurança durante atividades	10,66	1	1	1	5	5	0	0	3	0	0	3	5	5	5	5
	Informar sintomas de intoxicação de CO	4,04	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	Informar ocorrência de vazamento de CO	11,40	0	0	3	5	5	3	0	0	0	1	1	5	5	5	5
	Total	91,18	84,56	145,60	187,17	188,27	151,84	98,54	135,66	31,60	94,11	97,78	160,30	110,30	161,02	202,25	
	(%)	4,70	4,36	7,50	9,65	9,70	7,83	5,08	6,99	1,63	4,85	5,04	8,26	5,69	8,30	10,42	

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Compara-se os requisitos de usuário com os requisitos de projeto, pontuando-os através de classificação numérica onde o valor **0** não apresenta nenhuma relação, **1** apresenta baixa relação, **3** apresenta relação média, e **5** apresenta alta relação. Após essa comparação ser feita, é necessário multiplicar cada casa da qualidade pelo peso adquirido com o Diagrama de Mudge. A soma dessas multiplicações vai gerar um valor que representa o grau de importância de cada requisito perante os requisitos de usuário (sinalizado pela cor verde), como visto no Quadro 9. A ordem apresentada é decrescente, com o requisito mais pontuado ocupando o primeiro lugar.

Quadro 9 - Priorização dos requisitos de projeto

(continua)

Ordem	Pontuação	Requisito de Projeto
1º	202,25	Identificar vazamento de CO através de sensores
2º	188,27	Transmitir relato de informações aos contatos de emergência
3º	187,17	Comunicar contatos de emergência
4º	161,02	Comunicar-se com outros dispositivos da casa
5º	160,30	Possuir sistema de alarme sonoro ajustável
6º	151,84	Disponibilizar configurações que guiem o usuário de forma objetiva
7º	145,60	Exibir alto contraste entre elementos
8º	135,66	Apresentar diferentes formas de alimentação
9º	110,30	Possuir sistema de alarme visual

Quadro 9 - Priorização dos requisitos de projeto

(conclusão)

Ordem	Pontuação	Requisito de Projeto
10º	98,54	Apresentar formato amigável e acessível
11º	97,78	Informar principais sintomas de intoxicação por CO
12º	94,11	Ser transportável
13º	91,18	Possibilitar visibilidade através de elementos luminosos
14º	84,56	Apresentar tamanho considerável de fontes e botões
15º	31,60	Elaborar aspectos visuais atraentes para ser usado como decoração

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Percebe-se que os três requisitos que obtiveram maior pontuação, como identificar vazamento de CO através de sensores, transmitir relato de informações aos contatos de emergência e comunicar contatos de emergência, respectivamente, são as necessidades que mais obtiveram resultado positivo quando questionado durante as entrevistas, um resultado praticamente unânime. Já outros requisitos que aparecem posteriormente, como se comunicar com outros dispositivos da casa e exibir alto contraste entre elementos foram requisitos observados principalmente durante a análise de similar, e que não necessariamente foram pontuados durante as entrevistas, levando em consideração os aspectos técnicos dos requisitos.

5 PROJETO CONCEITUAL

O projeto conceitual é o macro tópico utilizado por Back *et al.* (2008), onde constam as etapas de conceituação do projeto, a criação de painéis visuais para melhor comunicação do mesmo além da geração e seleção da alternativa escolhida.

5.1 PAINÉIS VISUAIS

Os painéis são divididos em três: Painel de estilo de vida; Painel de expressão do produto; Painel de tema visual, como visto nas Figuras 12, 13 e 14. Segundo Baxter (2000), o painel de estilo de vida tem como objetivo retratar a imagem do estilo de vida dos usuários, refletindo seus valores pessoais e sociais.

O painel de expressão do produto tem a função de determinar quais as emoções o usuário vai sentir ao olhar para aquele produto, sem necessariamente se referir a características específicas do mesmo.

Figura 12 - Painel estilo de vida

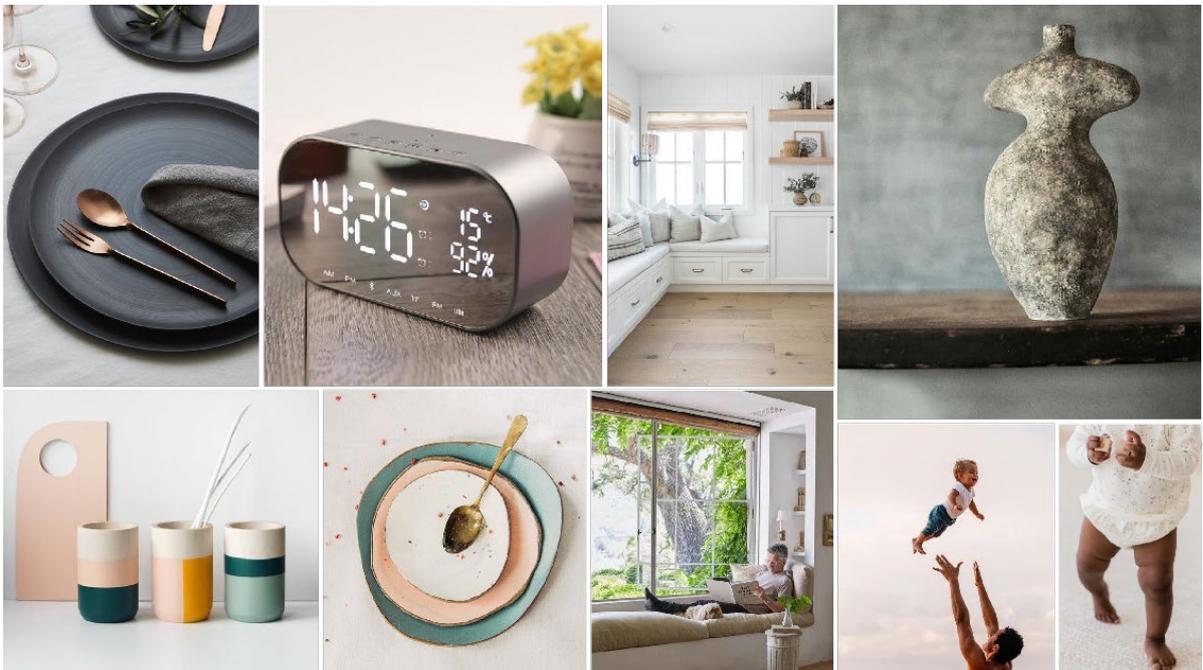


Fonte: Compilação da autora* (2020)

* Montagem a partir de imagens coletadas no *site Pinterest*.

O painel estilo de vida representa a rotina dos idosos que moram sozinhos ou não. Sua aproximação com a família, sua rotina de visita-los, vivenciar a infância dos netos, participar do núcleo familiar. Representa também sua independência, o fato de ser idoso não o impedir de praticar quaisquer atividades, sendo ela de exercícios físicos ou de convivência com amigos. É importante apresentar também o outro lado da família, seus filhos e netos, que podem não morar na mesma casa mas que zelam por sua segurança, mesmo à distância. O painel tem como objetivo representar que o idoso não é mais visto como alguém indefeso e fraco, mas como alguém com o direito de escolher como viver.

Figura 13 - Painel de Expressão do Produto



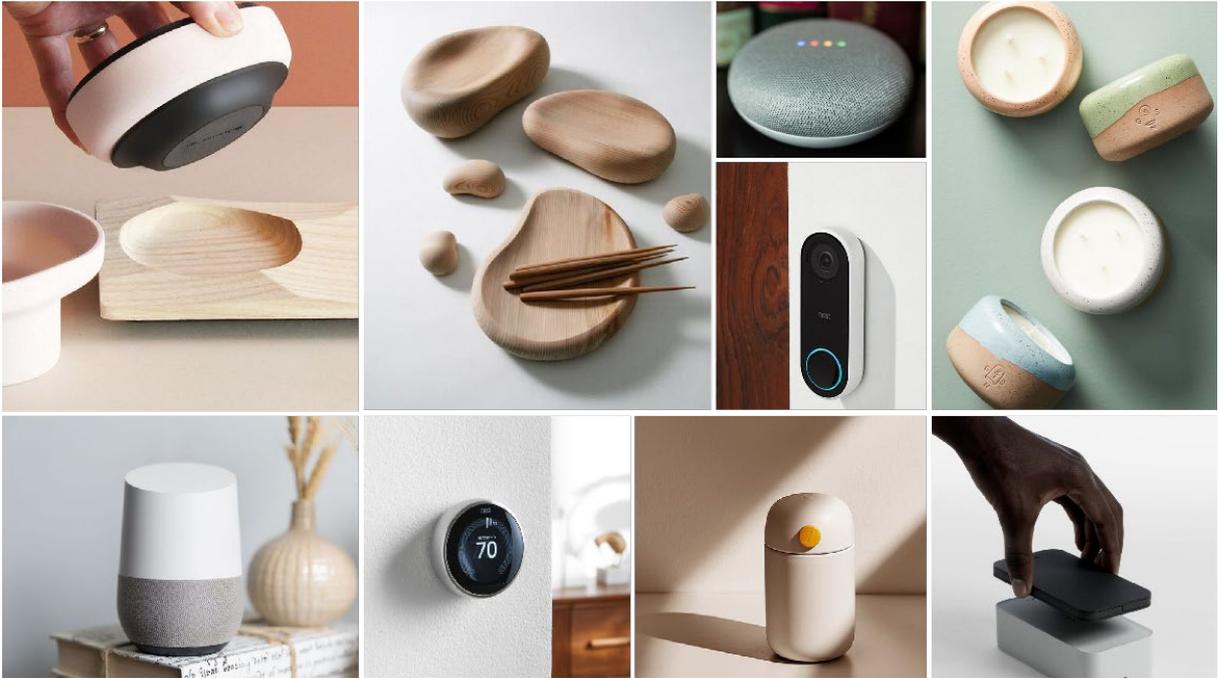
Fonte: Compilação da autora* (2020)

O painel de expressão do produto busca transmitir segurança, autonomia, elegância, tecnologia, força e tranquilidade.

O painel de tema visual é uma representação de outros produtos que estejam de acordo com o espírito apresentado pelo novo produto ou o estilo que o produto deve ter, podendo ser de diferentes áreas e com diferentes funções.

* Montagem a partir de imagens coletadas no *site* *Pinterest*.

Figura 14 - Painel de Tema Visual



Fonte: Compilação da autora*

Já o painel de tema visual busca expressar formas orgânicas, texturas, cores e também outros produtos que estão relacionados com a expressão do produto que será desenvolvido, mostrando como foi possível integrar esses exemplos na decoração do ambiente sem perder sua funcionalidade.

5.2 CONCEITO DA PROPOSTA

Através do estudo realizado a partir da obtenção dos requisitos do usuário e do projeto, e também da síntese da essência dos requisitos mais pontuados, foi desenvolvido uma frase que servirá como base do conceito, permitindo assim a geração da solução:

- Dispositivo que alertará os idosos sobre a exposição de monóxido de carbono, a fim de possibilitar a cada indivíduo a independência para

* Montagem a partir de imagens coletadas no *site* *Pinterest*.

conduzir sua vida como bem desejar, construindo autonomia para se sentir ativo, seguro e confortável dentro da própria casa.

O conceito então é estabelecido em cima de duas palavras que foram muito observadas ao longo das pesquisas, entrevistas e também necessidades: Segurança e autonomia.

5.3 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO GLOBAL

A função global identificada através dos requisitos de usuário e de projeto foi alertar o usuário sobre o vazamento de monóxido de carbono, e as funções parciais foram detectar vazamento de monóxido de carbono, comunicar contatos de emergência em situações críticas e instruir o usuário sobre como proceder em situações de risco, como visto na Figura 15.

Figura 15 - Desdobramento da função global



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Tratando-se de um dispositivo eletrônico, como visto na análise de similares, foi necessário uma pesquisa mais profunda sobre as tecnologias e componentes necessários para o funcionamento dos dispositivos e também o contexto no qual o mesmo está inserido, tendo em vista a necessidade de entendimento da estrutura funcional do produto.

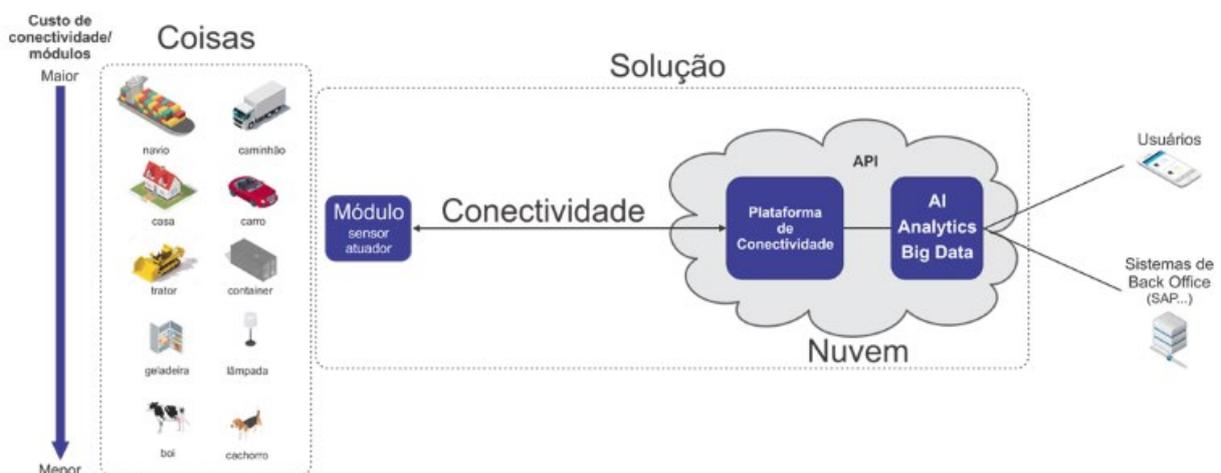
5.3.1 INTERNET DAS COISAS E WEARABLES

Internet das coisas é a tradução do termo em inglês *Internet of things (IoT)* e segundo Lee e Lee (2015), é uma tecnologia configurada como uma rede global, seja de máquinas ou dispositivos, com a capacidade de interagir entre si e trocar informações, apresentada inicialmente por Kevin Ashton em 1999.

De acordo com Santos *et al.* (2016), a *Internet* das coisas é uma extensão da *Internet* atual que tem como objetivo aumentar a capacidade computacional e de comunicação dos dispositivos de se conectarem à *Internet*. Essa conexão com a rede mundial de computadores permitirá que os usuários controlem remotamente seus dispositivos, além de permitir que os objetos sejam acessados como provedores de serviços, criando a comunicação entre humano-humano, humano-coisas e coisas-coisas.

Já os *Wearables*, segundo Godfrey *et al.* (2018), é uma tecnologia que fica em contato com o usuário, em que ele possa vestir, carregar ou usar como acessório, e tem como objetivo detectar, coletar e armazenar dados, podendo entrar em contato com outros dispositivos através da *Internet*. Almeida (2015) aponta que essa troca e armazenamento gera uma quantidade muito grande de dados que serão processados, analisados e transformados em informação para o usuário, e essa conectividade é viabilizada pelo avanço das redes sem fio. Entende-se que os *wearables* são a solução para a troca de comunicação que a *Internet* das coisas pode fornecer, permitindo maior comunicação e interação de forma presencial ou por controle e monitoramento remoto. A Figura 16 representa os blocos principais que compõem uma solução de IoT.

Figura 16 - Solução de IoT



Fonte: Teleco (2019)

“As “coisas”, chamadas de *Endpoints* capturam informações via um módulo com sensores, se conecta com a Nuvem por meio de um Ponto de Acesso, que envia dados para os usuários e para o *Back End*, o software que opera sobre os dados” (SANTOS, 2018). Logo, os três principais pontos a serem considerados são os *Endpoints*, o Ponto de Acesso e o *Back End*.

Os *Endpoints*, segundo InterOp (2019), são os dispositivos usados pelos usuários como computadores, *smartphones*, câmeras de vigilância e dispositivos IoT, que estão conectados em uma das extremidades de um terminal de rede. Transmite informações por estar conectado à *internet*.

O Ponto de Acesso, de acordo com MPE (2020), é a tecnologia que vai fornecer o meio de comunicação, sem fio e de alta qualidade, e analisar os dados enviados para a Nuvem. É a principal forma de comunicação entre dispositivos e aplicativos.

É importante enfatizar que esse trabalho será focado no *endpoint*, ou seja, os dispositivos usados pelos usuários em seu cotidiano. Para um entendimento técnico mais profundo sobre a funcionalidade do dispositivo e seus componentes, foi necessário uma pesquisa mais profunda nesses tópicos e também uma conversa com um engenheiro da computação, que esclareceu dúvidas e indicou componentes essenciais para o dispositivo, além de ajudar a visualizar a dimensão mínima que o mesmo poderia ter.

5.3.2 MATRIZ MORFOLÓGICA

De acordo com Mano (2013), matriz morfológica é um método que tem como objetivo expandir as possibilidades de combinações entre diferentes elementos através do cruzamento de componentes gerados para um dado problema com diferentes soluções. Pode-se observar, no Quadro 10, os diferentes componentes pensados para o conceito do projeto. Esses elementos serviram como inspiração para a geração de alternativas e as diferentes aplicações da mesma.

Quadro 10 - Matriz Morfológica

COMPONENTES	SOLUÇÕES									
										
OBJETOS	<i>pulseira</i>	<i>colar</i>	brincos	<i>pingente</i>	<i>luminária</i>	<i>porta objetos</i>	<i>relógio</i>	<i>carregador</i>	<i>timer</i>	<i>suporte para eletrônicos</i>
FONTE DE ALIMENTAÇÃO	<i>bateria</i>	<i>pilha</i>	carregador							
FORMAS DE COMUNICAÇÃO	<i>bluetooth</i>	<i>wi-fi</i>	Internet das Coisas							
FORMAS DE ALERTA	sirene	luz LED	Display	Lâmpada	motor elétrico					
USABILIDADE	Botões grandes	iluminação	fontes grandes	pictogramas						

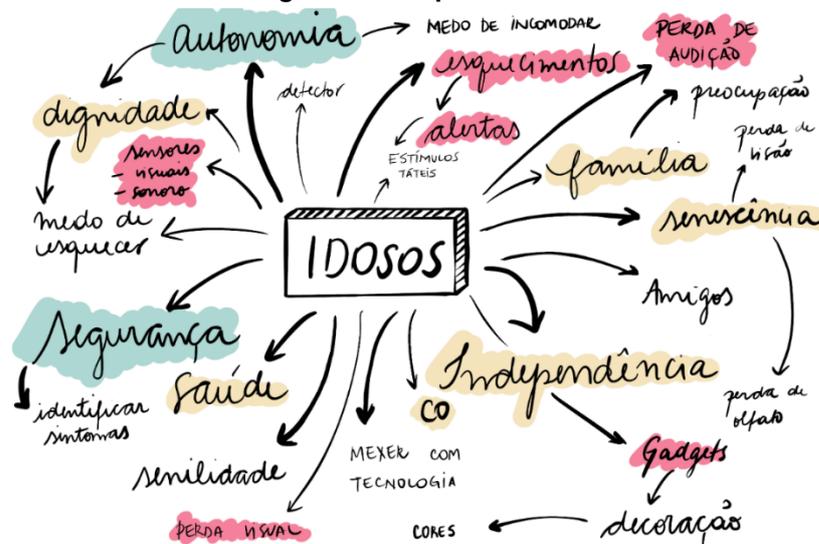
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

5.4 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

A partir do conceito gerado, assim como os painéis visuais criados, iniciou-se a etapa de geração de alternativa, que se molda através das necessidades dos usuários, assim como os requisitos de projeto gerados na etapa informacional. As alternativas foram tomando forma de acordo com as limitações que o projeto impõe, além dos requisitos, e com o conceito focado em duas palavras: segurança e autonomia.

Essa etapa se iniciou com a necessidade de realizar um mapa mental, como visto na Figura 17, para a organização visual de tudo que acerca o tema, tendo como foco o público-alvo, idosos.

Figura 17 - Mapa mental



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Três conceitos de alternativas surgiram a partir dessa geração, tendo em comum a tridimensionalidade da forma e da necessidade dos dispositivos se comunicarem entre si, permitindo o monitoramento dos dados além do compartilhamento do mesmo.

O sistema funcional para os três conceitos de alternativa é o mesmo: eles funcionam através de um dispositivo principal, que tem como função detectar o CO e alertar o usuário. Há também a necessidade de um aplicativo, que consiga comunicar contatos de emergência sobre exposições críticas de CO no ambiente, e que informe o usuário como proceder em casos de vazamento, e também um dispositivo secundário, que fique afastado do dispositivo principal e que consiga contornar os problemas de audição e visão que acontecem com o envelhecimento. Dessa forma, se o usuário se encontrar afastado de onde o dispositivo principal se encontra, ele ainda será informado do vazamento pelo dispositivo secundário.

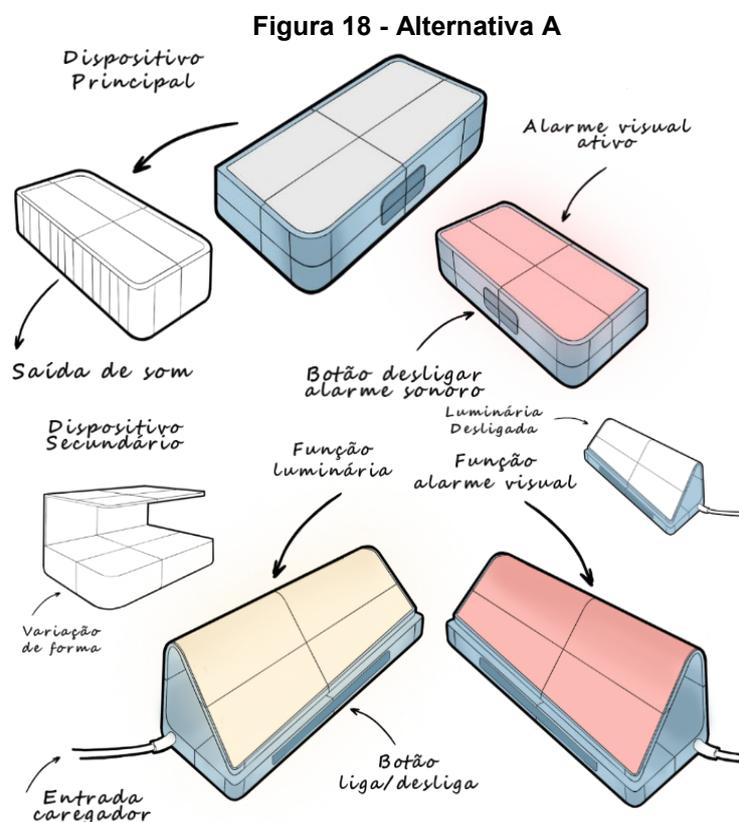
Durante o vazamento, o dispositivo principal alertará o aplicativo, através da *internet das coisas* e *wi-fi*, e o aplicativo alertará o dispositivo secundário. Dessa forma, mesmo se a pessoa estiver longe de casa, mas com acesso à internet, ela receberá notificação sobre o vazamento que está ocorrendo, assim como seus contatos de emergência.

Os conceito de alternativas são:

- Dispositivo principal e luminária
- Dispositivo principal e carregador
- Dispositivo principal e *wearable*

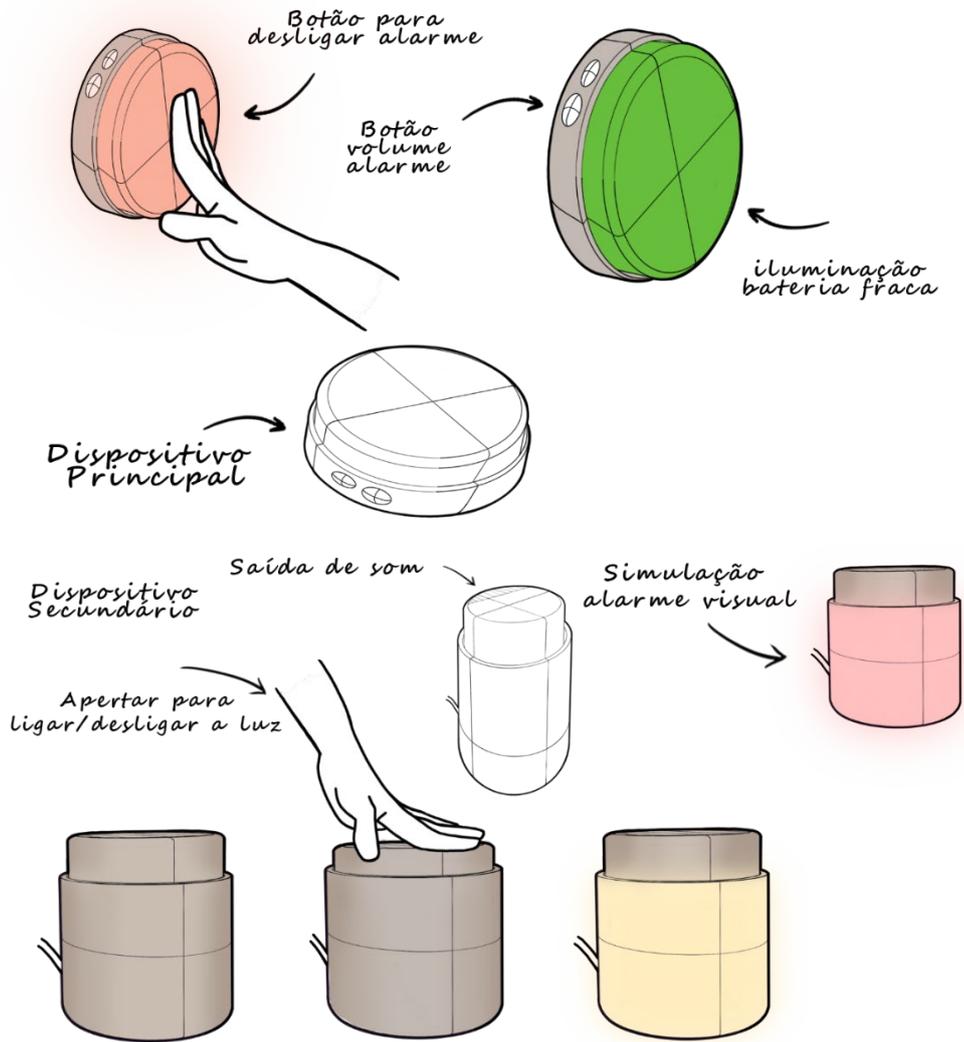
1) Dispositivo e luminária

Esse conceito de alternativa apresenta um dispositivo principal, um aplicativo e o dispositivo secundário, que foi transformado em luminária. O propósito desse dispositivo secundário é permanecer em um ambiente de uso frequente do usuário, como quarto ou escritório. Tendo em vista as consequências do envelhecimento, como perda de visão e audição, foi necessário criar uma solução que contornasse essas características, viabilizando o cenário onde o usuário não escutasse o alarme principal. Dessa forma, toda vez o que o dispositivo principal dispara e avisa o aplicativo, o mesmo envia dados para que o dispositivo secundário dispare. Com o objetivo de tornar esse dispositivo secundário um produto que o usuário tivesse contato frequente, foram geradas alternativas onde o mesmo se torna uma luminária, como visto nas Figuras 18, 19 e 20, amenizando dificuldades que alguns idosos encontram no escuro, como perda de equilíbrio que eventualmente podem levar a quedas.



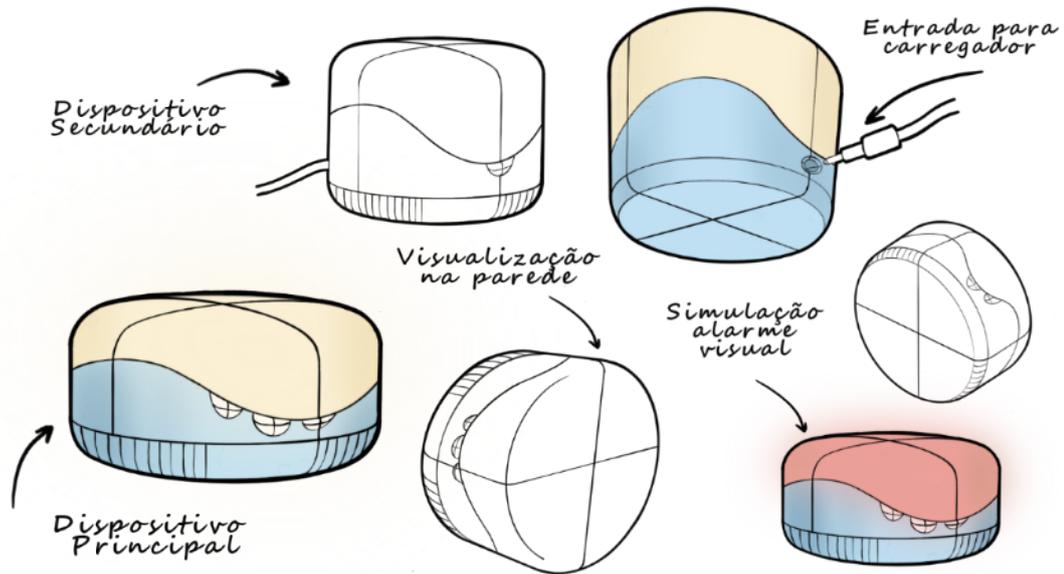
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 19 - Alternativa B



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 20 - Alternativa C

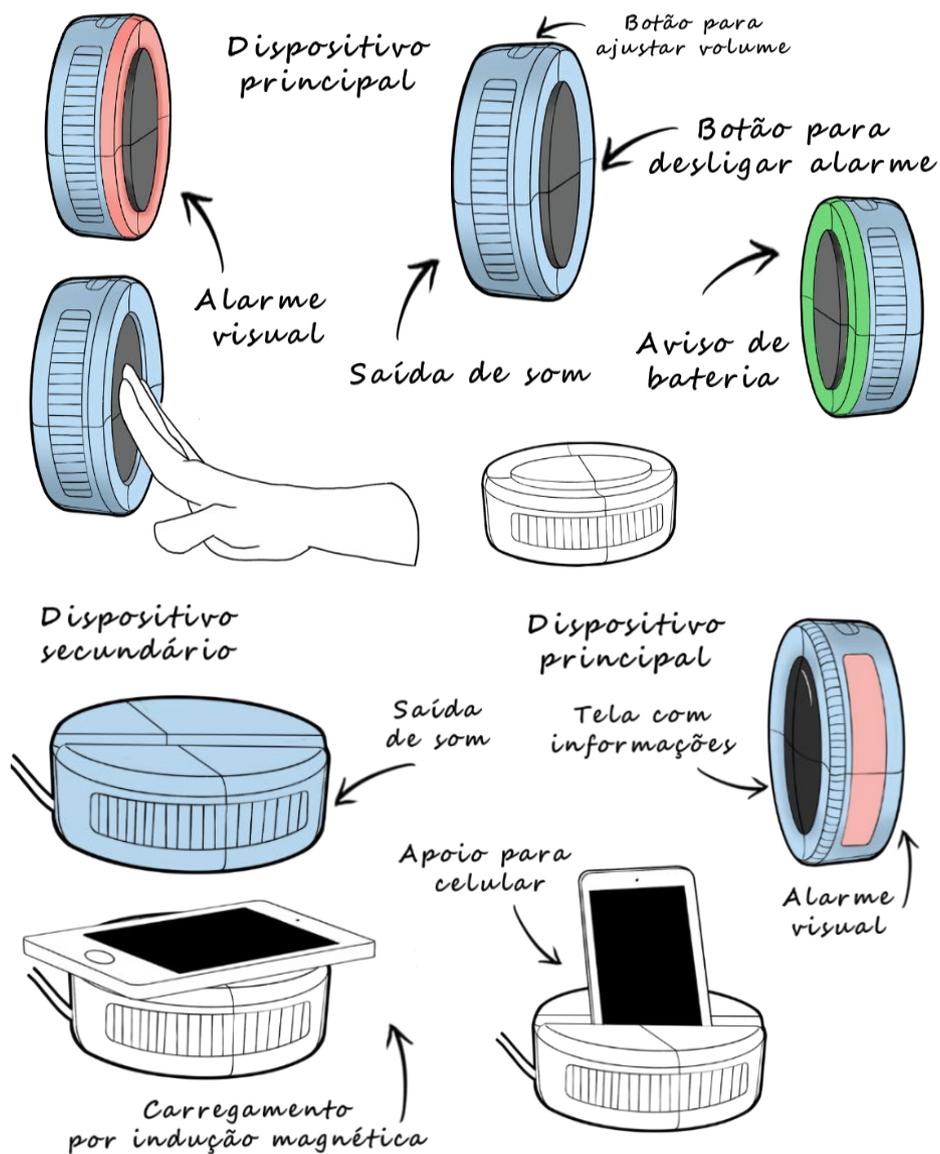


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

2) Dispositivo e carregador

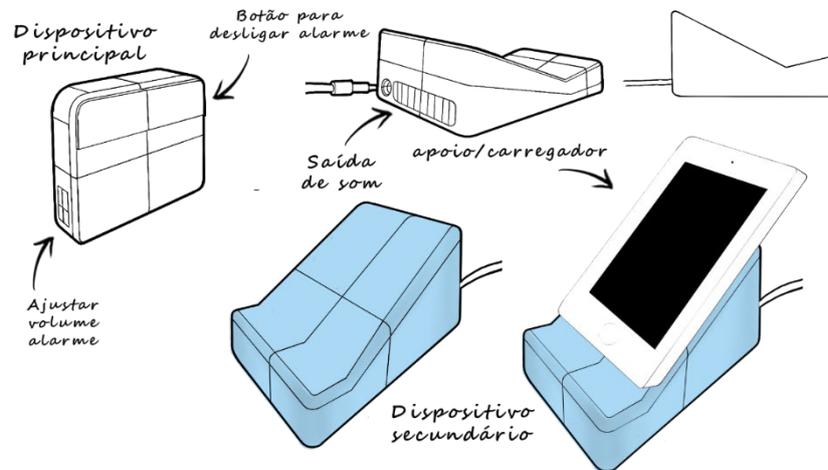
Com o intuito de influenciar o usuário a usar o celular com mais frequência e ficar mais atento as notificações do mesmo, o segundo conceito de alternativa é uma variação do primeiro, onde o dispositivo secundário é um carregador por indução, como visto na Figura 21, 22 e 23. Tendo em vista que o usuário precisa carregar o celular com frequência, o dispositivo secundário ficaria perto de seu alcance para carregar o celular e também para alertar o usuário caso haja vazamento de monóxido de carbono em sua residência.

Figura 21 - Alternativa A



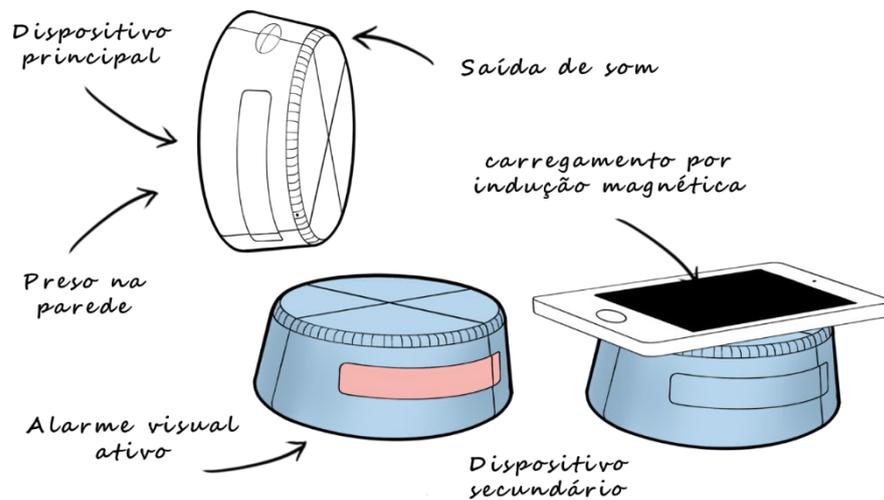
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 22 - Alternativa B



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 23 - Alternativa C



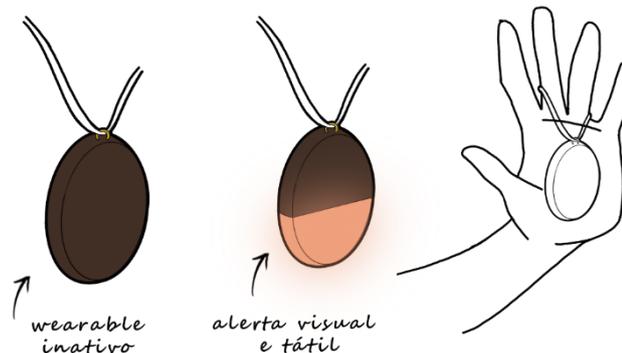
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

3) Dispositivo e *Wearable*

Essa alternativa foi desenvolvida com o objetivo de criar soluções que tivessem mais contato direto com o usuário. Além do dispositivo principal e do aplicativo, o *wearable* tem como propósito alertar o usuário diretamente no seu corpo, de uma forma mais direta. O dispositivo principal transmitiria informações para o aplicativo, e o aplicativo transmitiria informações para o *wearable*. Dessa forma, quem estivesse

usando o *wearable* receberia um estímulo sensorial, como uma vibração, avisando do vazamento, como apresentado na alternativa A. Essa alternativa apresenta um colar, que transmitiria um alarme visual e uma vibração caso houvesse vazamento de CO, como visto na Figura 24.

Figura 24 - Alternativa A



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Durante o estudo sobre *wearables*, foi observado que o atrativo principal dessa tecnologia, além da praticidade, é a recompensa diária que o produto dá ao usuário, sendo como monitoramento cardíaco, contagem de calorias, avisos sobre *e-mails*, mensagens e ligações, além de muitas outras configurações. Logo, tornou-se questionável se um *wearable*, que tem como objetivo recompensas diárias seria a melhor solução para um problema que pode nunca vir a acontecer, como o vazamento de CO. Dessa forma, o usuário poderia usar o *wearable* sem nunca ter a função principal ativada, o que eventualmente faria com que ele deixasse de usar o produto.

Logo, foi necessário pensar em funções parciais que dariam ao usuário essa recompensa direta com o *wearable*. Foi gerado a alternativa B, onde o mesmo teria um alarme, com estímulo sensorial e visual, para avisar o usuário sobre a necessidade de tomar remédios ou tomar água, que ele configuraria no aplicativo, além da configuração de relógio.

O aplicativo vem como a solução que permite ao usuário e também aos seus familiares e conhecidos a segurança de residir sozinho. Quando detectado uma exposição perigosa de CO, o dispositivo se comunica pela *internet* das coisas com o aplicativo, que por *bluetooth* se comunica com o *wearable*. Conseqüentemente, o aplicativo teria a possibilidade de parear com outro celulares, preferivelmente de pessoas que não moram com o usuário, e esse contato receberia em seu celular

notificações de que existe uma exposição perigosa de CO na residência do usuário. Dessa forma, caso o idoso não consiga pedir ajuda ou tomar providências antes que a exposição se torne letal, seu contato de emergência poderia solicitar ajuda a tempo.

Algumas variações na comunicação visual foram geradas para o *wearable*, como visto na Figura 25.

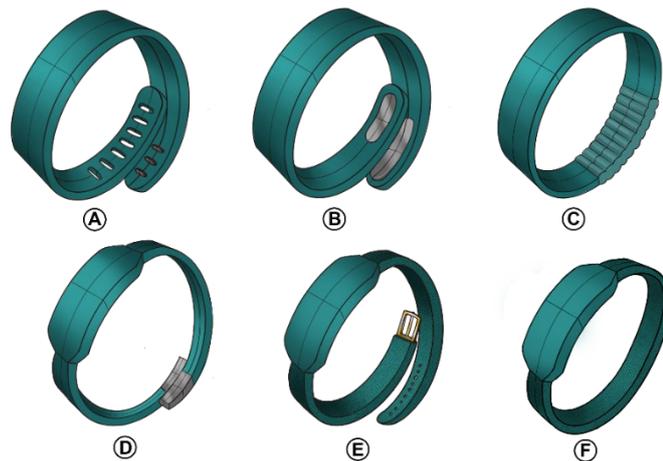
Figura 25 - Alternativas de display do wearable



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Diferentes opções para prender o *wearable* também foram geradas, como visto na Figura 26, tendo em vista que alguns idosos apresentam dificuldades motoras, dor nas articulações, problemas visuais e etc.

Figura 26 - Alternativas para a pulseira do wearable



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A alternativa A é um mecanismo comum encontrado para *wearables*, onde a pulseira prende por encaixe. A alternativa B e D funcionam através de fitas magnéticas, a C é feita com uma borracha flexível, a E é o mesmo funcionamento de relógios e cintos, e a F tem como material tecido, para facilitar o conforto.

A idealização da alternativa B pode ser vista na Figura 27 que apresenta o *wearable* com a função relógio, e também a simulação de aviso para monóxido de carbono, bateria fraca e alarme para remédios.

Figura 27 - alternativa A



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

5.5 SELEÇÃO DE ALTERNATIVA

Tendo em vista os três conceitos de alternativas gerados, foi necessário criar uma pré-seleção entre cada conceito, para estabelecer qual alternativa pontuaria mais, para então conseguir fazer uma seleção entre os vencedores de cada conceito de alternativa.

Foi gerado, então, três matrizes de *Pugh* que possuem como critérios os requisitos de projeto, e seu peso foi determinado a partir de sua hierarquia no QFD, podendo pesar 1, 3 ou 5.

O Quadro 11 representa a matriz de *Pugh* do conceito de alternativa 1.

Quadro 11 - Matriz de seleção do conceito de alternativa 1

CRITÉRIOS	PESO	CONCEITO 1					
		Dispositivo principal			Luminária		
		A	B	C	A	B	C
Identificar vazamento de CO através de sensores	5	3	3	3	1	1	1
Comunicar contatos de emergência	5	3	3	3	1	1	1
Comunicar-se com outros dispositivos da casa	5	3	3	3	3	3	3
Possuir sistema de alarme sonoro ajustável	5	3	3	3	1	3	1
Disponibilizar configurações que quem o usuário de forma objetiva	3	3	3	5	3	3	5
Exibir alto contraste entre elementos	3	3	1	3	3	3	3
Apresentar diferentes formas de alimentação	3	1	1	1	3	3	3
Possuir sistema de alarme visual	3	5	5	5	3	3	3
Apresentar formato amigável e acessível	3	1	3	5	3	3	5
Apresentar tamanho considerável de fontes e botões	1	3	1	3	3	1	5
Elaborar aspectos visuais atraentes para ser usado como decoração	1	1	3	3	3	3	3
Ser transportável	1	1	1	1	1	3	3
Possibilitar visibilidade através de elementos luminosos	1	3	3	3	1	1	1
Transmitir relato de informações aos contatos de emergência	5	3	3	3	1	1	1
Informar principais sintomas de intoxicação por CO	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL		123	122	141	87	99	105

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O Quadro 12 representa a matriz de seleção do conceito de alternativa 2.

Quadro 12 - Matriz de seleção do conceito de alternativa 2

CRITÉRIOS	PESO	CONCEITO 2					
		Dispositivo principal			Carregador		
		A	B	C	A	B	C
Identificar vazamento de CO através de sensores	5	3	3	3	1	1	1
Comunicar contatos de emergência	5	3	3	3	1	1	1
Comunicar-se com outros dispositivos da casa	5	3	3	3	3	3	3
Possuir sistema de alarme sonoro ajustável	5	3	3	1	1	1	1
Disponibilizar configurações que guiem o usuário de forma objetiva	3	3	3	1	3	3	3
Exibir alto contraste entre elementos	3	3	3	1	3	1	3
Apresentar diferentes formas de alimentação	3	1	1	1	1	1	1
Possuir sistema de alarme visual	3	5	3	3	3	1	3
Apresentar formato amigável e acessível	3	3	3	3	5	3	3
Apresentar tamanho considerável de fontes e botões	1	5	3	1	3	3	3
Elaborar aspectos visuais atraentes para ser usado como decoração	1	3	1	3	3	3	3
Ser transportável	1	1	1	1	3	3	3
Possibilitar visibilidade através de elementos luminosos	1	3	3	3	3	1	3
Transmitir relato de informações aos contatos de emergência	5	3	3	3	1	1	1
Informar principais sintomas de intoxicação por CO	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL		133	128	100	93	72	87

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O Quadro 13 representa a matriz *Pugh* do conceito de alternativa 3. Percebe-se que para esse conceito foi gerado alternativas apenas para o dispositivo secundário, os *wearables*, logo foi necessário ajustar um requisito para contemplar melhor suas características. O requisito *Induz o usuário a usar com frequência devido à funcionalidade* substituiu o antigo requisito, *Elaborar aspectos visuais atraentes para ser usado como decoração*.

Quadro 13 - Matriz de seleção do conceito de alternativa 3

CRITÉRIOS	PESO	CONCEITO 3	
		Wearable	
		A	B
Identificar vazamento de CO através de sensores	5	1	1
Comunicar contatos de emergência	5	1	1
Comunicar-se com outros dispositivos da casa	5	1	1
Possuir sistema de alarme sonoro ajustável	5	1	1
Disponibilizar configurações que guiem o usuário de forma objetiva	3	3	3
Exibir alto contraste entre elementos	3	3	3
Apresentar diferentes formas de alimentação	3	1	1
Possuir sistema de alarme visual	3	3	5
Apresentar formato amigável e acessível	3	3	3
Apresentar tamanho considerável de fontes e botões	1	1	3
Induz o usuário a usar com frequência devido à funcionalidade	3	3	5
Ser transportável	1	5	5
Possibilitar visibilidade através de elementos luminosos	1	1	3
Transmitir relato de informações aos contatos de emergência	5	1	1
Informar principais sintomas de intoxicação por CO	1	1	1
TOTAL		81	97

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Foi necessário comparar as alternativas de dispositivo secundário do conceito de alternativa 1 (luminária) e 2 (carregador por indução) para selecionar qual seria o finalista. Levantando os pontos mais importantes dessas duas alternativas, ficou claro que:

a) Luminária:

- Possuiria dois tipos de alimentação diferente, ligada diretamente na tomada ou por bateria;
- Qualquer usuário poderia utilizar;

- Diminui o risco a quedas, uma das maiores preocupações em relação ao público-alvo;

b) Carregador por indução:

- precisa estar ligado na tomada em todas ocasiões, ou não funciona;
- não funciona em todos os celulares;
- existe dúvida se a tecnologia de indução diminui a vida útil do celular, uma vez que aquece o dispositivo;
- demora mais tempo para carregador do que um carregador por fio

A alternativa de dispositivo secundário com função luminária levantou mais pontos, tendo em vista o problema o risco a quedas, uma dos pontos mais relevantes relacionado ao público-alvo visto nas pesquisas.

Levando em consideração o equilíbrio encontrado durante as entrevistas sobre os usuários que preferiam que o dispositivo alertasse diretamente no corpo, e também dos usuários que preferiam que o dispositivo ficasse em alguma parte da casa, surgiu a oportunidade de criar como seleção final um kit de alerta de CO para o público-alvo. Dessa forma, o kit contaria com: o dispositivo principal, que tem como função detectar o monóxido de carbono e alertar o usuário; o dispositivo secundário, que tem como função principal soar alarmes sonoros e visuais em caso de vazamento, e como secundário ter a função luminária para minimizar riscos de tontura e queda; o *wearable*, que funciona também como um dispositivo secundário, recebendo as informações de vazamento do dispositivo principal e alertando o usuário através de alarmes sonoros e visuais, assim como função relógio e configurações de alarme para remédios e afins; e o aplicativo, que tem como função principal receber informação do dispositivo principal sobre o vazamento de CO, enviar avisos para os dispositivos secundários (luminária e *wearable*) e enviar notificações para contatos de emergência, além de instruir o usuário sobre como proceder em ocasiões de vazamento de CO.

O dispositivo principal e o aplicativo seriam os produtos obrigatórios para o funcionamento da função global, detectar e alertar o usuário sobre o vazamento de monóxido de carbono. Já a luminária e o *wearable* são dispositivos opcionais, que tem como objetivo facilitar o aviso do vazamento, mas que não detectam o vazamento por si só.

6 PROJETO PRELIMINAR

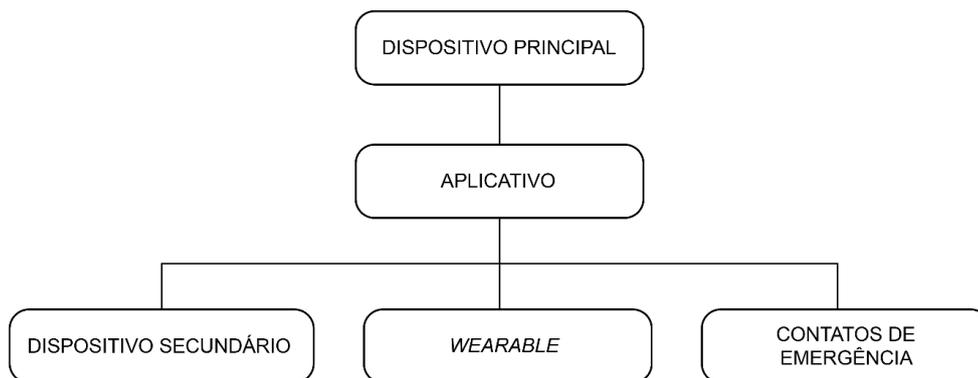
O projeto preliminar tem como objetivo iniciar o estudo sobre os dispositivos finais, após a etapa de seleção de alternativa.

6.1 HIERARQUIA DE INFORMAÇÕES

Para facilitar o entendimento de como o sistema de comunicação entres os dispositivos funcionaria foi realizada uma reunião com um engenheiro de computação, familiarizado profissionalmente com *wearables* e *Internet* das coisas.

É possível visualizar na diagrama apresentado na Figura 28 como funcionaria a hierarquia de informações entre os dispositivos.

Figura 28 - Diagrama de hierarquia de informações



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O dispositivo principal, instruído a ser instalado em um local de alta probabilidade de ocorrer vazamento de monóxido de carbono, como na cozinha ou em ambientes com a presença de aquecedores a gás, e no mínimo a 1,5 metros de altura do chão, de acordo com EPA (2020), uma vez que o monóxido de carbono é menos denso que o ar e tem a tendência de subir, terá o sensor para detectar o gás CO. Uma vez detectado, esse dispositivo irá soar um alarme sonoro e visual. Ele enviará essas informações de vazamento de monóxido de carbono via *wi-fi* para a nuvem, através da *internet* das coisas. Via *wi-fi* ou 4G, essa informação estará programada para ser enviada diretamente ao aplicativo. Esse aplicativo, então, enviará notificações aos contatos de emergência, e através de *bluetooth*, enviará a

informação do vazamento de CO para o dispositivo secundário, a luminária, e também para o *wearable*.

Foi decidido que o primeiro contato do dispositivo principal pós detecção seria para o aplicativo para possibilitar que o usuário receba o aviso sobre o vazamento mesmo se não estiver em casa, uma vez que a informação vai para a nuvem, e via *internet* pode ser enviada para qualquer parte do mundo. Dessa forma, mesmo que o usuário se encontre muito longe de casa, ele ainda será notificado do vazamento e poderá tomar as devidas providências.

6.2 COMPONENTES INTERNOS

A fim de validar as dimensões para a próxima etapa do trabalho, foi necessário agrupar todos os componentes internos de cada dispositivo para se ter uma ideia inicial sobre medidas. Através da reunião com o engenheiro de computação, os seguintes materiais ficaram definidos para cada dispositivo:

- a) Dispositivo principal: Foi estudado que o dispositivo principal precisa ter um sensor eletrônico de CO, que é o componente responsável pela detecção do monóxido de carbono. Esse sensor estará ligado a um microcontrolador, que é o módulo de processamento. Esse microcontrolador já possui *wi-fi* em sua composição, dessa forma quando o sensor eletrônico de CO detectar o gás e avisar o microcontrolador, o mesmo já manda avisos para a nuvem, que posteriormente informará o aplicativo. Além do sensor eletrônico de CO e um microcontrolador, o dispositivo ainda contará com um conjunto de pilhas D e dois atuadores, o buzzer, responsável pelo aviso sonoro, funcionando como uma sirene, e o LED, funcionando como aviso visual.
- b) Dispositivo secundário: Em sua composição interna é encontrado um microcontrolador com *bluetooth*, possibilitando assim que a luminária esteja conectada com o celular. Uma vez que o aplicativo receber o aviso do dispositivo principal sobre a detecção de monóxido de carbono, através do *bluetooth* o aplicativo avisa a luminária para ela ativar seus estímulos visuais e sonoros. A mesma ainda conta com uma bateria, possibilitando que a

luminária funcione sem estar conectada a fonte. Além desses componentes, também são encontrados os atuadores sonoros e visuais, o *buzzer* e o LED. A luz da luminária funcionará com luz de LED também.

- c) *Wearable*: O *wearable* é composto por um microcontrolador com *bluetooth*, possibilitando assim que esteja conectado com o aplicativo do celular e receba as notificações de alarme de monóxido de carbono e também as configurações de alarme para remédios e etc. Haverá também os atuadores sonoros, visuais e táteis. O *buzzer*, estímulo sonoro, os LEDs, estímulos sensoriais, e o motor de vibração, estímulo tátil que avisará o usuário diretamente em contato com o corpo. O *wearable* também apresenta uma bateria recarregável como fonte de energia.

Tendo em vista que muitos componentes são os mesmos para dispositivos diferentes, foi necessário criar o Quadro 14 para expor as características técnicas de cada componente.

Quadro 14 - Informações técnicas dos componentes internos

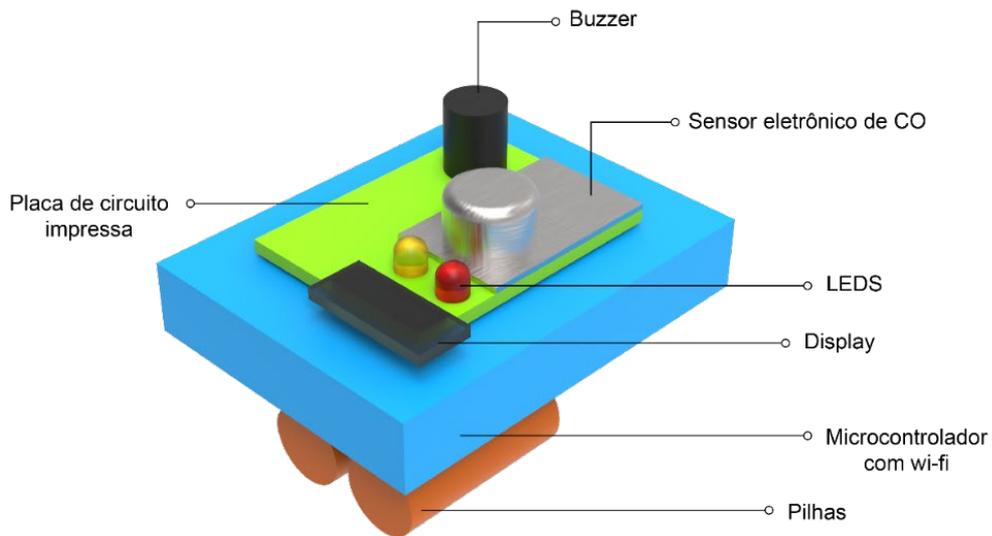
Componente	Imagem	Modelo	Dimensão (mm)	Tensão (v)	Valor
Microcontrolador com <i>wi-fi</i>		Placa Wemos D1 R2 Wifi ESP8266	70 x 53,5 x 12,5	9 - 11	R\$59,90
Microcontrolador com <i>Bluetooth</i>		ESP32	28x55x18	3.3	R\$49,90
Microcontrolador com <i>Bluetooth</i>		Módulo Bluetooth Hc-06 Rs-232/ttl Arduino Hc06	27x13x2	3,3	R\$27,90
Sensor eletrônico de CO		Sensor de Gás MQ-7	32x20x15	--	R\$26,90
Pilhas D		DURACELL Alcalina D-Grande	61x33	1,5	R\$ 24,00
Buzzer		Buzzer Continuo Com Oscilador	12x10	--	R\$19,00 (kit com 10 unidades)
LED		LED Difuso	5mm	2	R\$ 0,24
Motor de vibração		G017 - Mini Motor Vibracall	10x2,7	3	R\$15,90
Bateria recarregável		LQ-S1-LS	31x24x5,1	3,7	R\$32,90
Bateria recarregável		UR18650A	65x36x18	3,7	R\$54,40

Fonte: Compilação da autora* (2021)

* Montagem a partir de imagens coletadas nos sites Mercado Livre, *FilipeFlop*, Baú da Eletrônica, Americanas, JGP Assistência Técnica e *Eletrogate*.

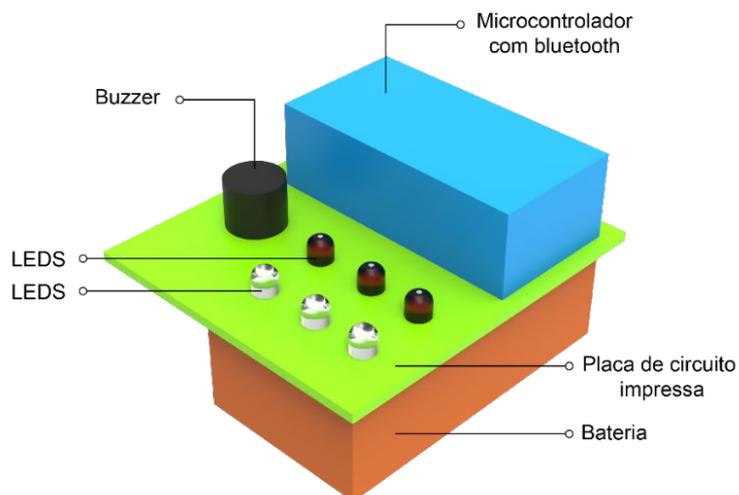
A partir das dimensões retiradas das referências utilizadas no quadro acima, é possível simular a disposição dos componentes internos com o *software Solid Edge 2020*, a fim de dimensionar as medidas mínimas que cada dispositivo deve apresentar. As Figuras 29, 30 e 31 representam o conjunto de componentes internos do dispositivo principal, secundário e o *wearable*, respectivamente.

Figura 29 - Simulação dos componentes do dispositivo principal



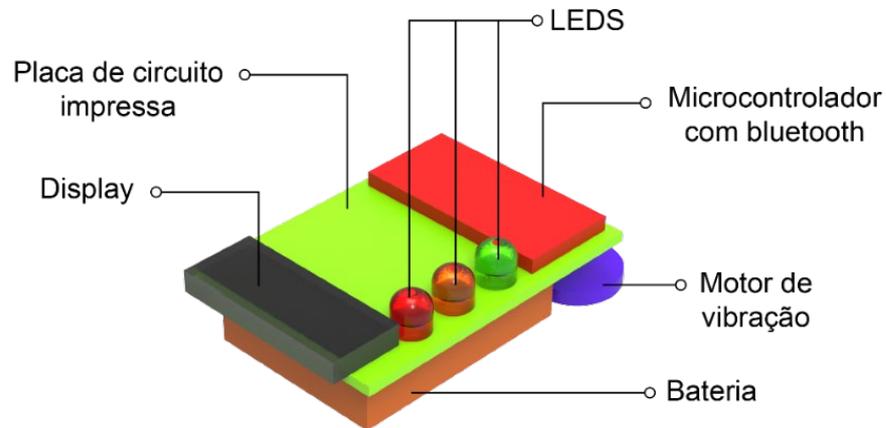
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 30 - Simulação dos componentes do dispositivo secundário



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 31 - Simulação dos componentes do wearable



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Com a dimensão dos componentes internos necessários para cada dispositivo foi possível iniciar a etapa de projeto detalhado.

7. PROJETO DETALHADO

O projeto detalhado inicia a fase de apresentação das configurações e especificações finais do projeto. Nele são vistos os materiais utilizados nos dispositivos, a identidade visual da marca, assim como a demonstração visual do aplicativo para *smartphones*. A solução final dos três dispositivos é apresentada, seus dimensionamentos e a validação dos requisitos de projeto e produto através da solução final.

7.1 SELEÇÃO DE MATERIAIS

O material escolhido para a criação da carenagem do dispositivo principal, o detector de monóxido de carbono, foi o Polipropileno (PP), principalmente pelas características termoplásticas, sendo um produto injetável quando em alta temperatura, facilitando que o dispositivo tenha uma forma orgânica e fluída, pela viabilidade de fabricação, uma vez que não tem um custo elevado, e pelas propriedades mecânicas e de reciclagem (CALLISTER, 2002). Pensando na

visibilidade do alerta em *LED* do detector, o polímero Policarbonato (PC) é uma escolha adequada pois possibilita que o produto tenha uma nível de transparência, mais difuso, para a visibilidade do alerta visual. O PC aguenta altas temperaturas e possui baixa condutividade térmica, o que o torna ideal para trabalhar com elementos luminosos, além da possibilidade de injeção como fabricação. Para a parte posterior do dispositivo que fica em contato com a parede, o ideal é que a ligação entre o dispositivo e a parede seja feita através de uma fita dupla face com espuma, para grande fixação. O detector ainda conta com oito parafusos *Phillips* de aço.

Os materiais do dispositivo secundário, a luminária, permanecem os mesmos do dispositivo principal. A carenagem da luminária é feito em PP, enquanto a parte em que a luz atravessa é em policarbonato, permitindo assim o efeito difuso da luminária. O mesmo conta com quatro parafusos *Phillips* de aço. O processo de fabricação das extremidades da luminária é através da injeção, já a parte intermediária, que apresenta a característica difusa, pode ser fabricado através de injeção ou extrusão.

A carenagem do *wearable* também é produzida em PP com uma tela de LED, possibilitando a visualização das horas. Já a pulseira é feita de poliéster, uma vez que o público-alvo pode apresentar sensibilidade na pele, permitindo assim o conforto durante o uso. A fixação da pulseira é através de fitas magnéticas, permitindo que o usuário coloque e retire o *wearable* com facilidade sem precisar manusear peças muito pequenas ou presilhas.

7.2 IDENTIDADE VISUAL

Para realizar a identidade visual da marca dos dispositivos, é necessário iniciar o processo com um *brainstorming* das palavras que mais marcaram o projeto e se relacionam com o mesmo. É possível visualizá-lo na Figura 32.

Figura 32 - Brainstorming

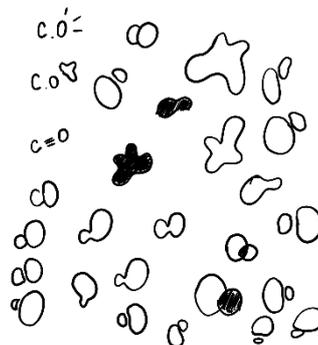


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

As palavras mais testadas para o nome da marca foram monóxido, CO, segurança e autonomia, uma vez que o conceito gira em torno das duas últimas. A sigla CO foi testada em diversos formatos e fontes, porém, quando questionado aos usuários e até mesmo voluntários fora do público-alvo, a maioria não sabia qual seu significado. Uma relação entre CO e CO₂, dióxido de carbono, foi realizada, e a maioria dos voluntários sabia o que CO₂ significava, mas não CO.

É possível visualizar, na Figura 33, os testes realizados com elementos que representassem monóxido de carbono, como CO, a ligação tripla entre o carbono e o oxigênio e diferentes formatos de moléculas, trabalhados de forma orgânica e desconstruída.

Figura 33 - testes com elementos da identidade visual



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Tendo como público-alvo pessoas acima de 60 anos, que podem apresentar alterações fisiológicas como perda de memória, foi necessário pontuar que o usuário deveria reconhecer a marca apresentada nos dispositivos e no aplicativo, dessa forma foi desconsiderada a sigla CO, pois não era reconhecida imediatamente.

Querendo que a marca representasse principalmente o motivo de existir os dispositivos, alterações com a palavra monóxido foram testadas. A identidade visual da marca é apresentada na Figura 34, assim como sua variação de cor.

Figura 34 - Identidade visual da marca



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A palavra Monóxi é uma abreviação criada de monóxido. Em conversas com os voluntários ficou confirmado que eles reconheciam que monóxido era um gás, e mesmo que possivelmente confundido com dióxido de carbono, entendiam que a relação era benéfica pois os avisava sobre um possível alerta.

7.3 APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

A renderização das peças é realizada no *software Keyshot 10*, aprendido na UFRGS. A Figura 35 apresenta o detector principal na vista frontal, vista lateral esquerda e vista posterior, respectivamente.

Figura 35 - Vista frontal, vista lateral esquerda e vista posterior

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O produto foi validado com alguns voluntários do público-alvo e foi percebido a necessidade de inserir uma tela para a visualização da concentração de monóxido de carbono no ambiente, e não apenas pelo aplicativo. As perguntas realizadas ao público-alvo podem ser observadas no Apêndice C. Também foi observado que dispositivos que requerem ferramentas como furadora elétrica para a fixação não são práticos para os usuários, dessa forma foi optado a fita dupla face com espuma para fixação, que já viria no dispositivo. O detector apresenta tela de display em LED, a marca do produto na face frontal, botões de ajuste de volume na lateral e peça separada para retirar as pilhas, como visto na face posterior. O LED branco indica que o dispositivo está ligado e funcionando, já a luz verde indica que as pilhas do detector estão fracas e precisam ser substituídas, como visto na Figura 36. Esse aviso para trocar as pilhas do dispositivo também aparece como notificação no celular do usuário, através do aplicativo.

Figura 36 - simulação dos LEDs

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O dispositivo entra em funcionamento assim que as pilhas são inseridas. De acordo com Barbosa (2018), a norma OSHAS informa que a qualidade do ar dentro de um período de 8 horas deve estar abaixo de 50 ppm, e acima de 100 ppm já apresenta grande risco para o usuário. Em caso de detecção de monóxido de carbono o dispositivo alertará o usuário de forma visual como simulado na Figura 37.

Figura 37 - Simulação de detecção de monóxido de carbono



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Caso haja detecção de CO, o aplicativo notificará o usuário e seus contatos de emergência, além de informar instruções de segurança para o usuário seguir, como abrir janelas e se dirigir a ambientes abertos. Para desligar o detector de monóxido de carbono, o usuário deve apertar a tela, como visto na Figura 38, que funciona como um botão, ou desligar o dispositivo através do aplicativo após seguir as instruções de segurança que o mesmo fornece.

Figura 38 - simulação para desligar o detector



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

As saídas de som podem ser encontradas na parte interna do botão e também na parte inferior do dispositivo, como apresentado na Figura 39. Foi necessário acrescentar a saída de som embaixo para garantir também que o detector consiga capturar o monóxido de carbono.

Figura 39 - Saídas de som na vista inferior



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O dispositivo pode apresentar diferentes variações de cores, como visto na Figura 40.

Figura 40 - Variações de cores do dispositivo principal



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Na figura 41 é possível visualizar uma simulação do detector com bateria fraca ao lado do detector com alerta de vazamento de monóxido de carbono.

Figura 41 - detector com bateria fraca ao lado do detector com alarme de CO



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Durante a validação do dispositivo secundário, a luminária, a maioria dos usuários confirmou que preferia utilizar o dispositivo conectado diretamente à tomada, sem a necessidade de retirar o carregador, porém também confirmaram que gostavam da ideia de ligar o mesmo em outro cômodo da casa, sem precisar carregar fios. A Figura 42 apresenta a vista frontal, vista lateral esquerda e vista posterior da luminária, respectivamente.

Figura 42 - Vista frontal, vista lateral esquerda e vista posterior



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Visando deixar o produto com uma aparência elegante e minimalista, a marca foi inserida na face posterior, assim como a entrada para o carregador USB e a saída de som. O botão na face esquerda informa se o *bluetooth* está ligado ou não através de um LED azul, além de possibilitar o pareamento da luminária com outros *smartphones*. Dessa forma o usuário pode sempre confirmar que sua luminária está funcionando e conectada ao aplicativo.

A Figura 43 apresenta a luminária em uso. Para acendê-la basta apertar a tampa, que funciona como um botão, da mesma forma que o detector. É possível visualizar como a luz difusa ilumina o ambiente sem criar um foco exclusivo, evitando assim que os usuários com sensibilidade sejam afetados de forma negativa, principalmente se o uso for feito durante o período noturno.

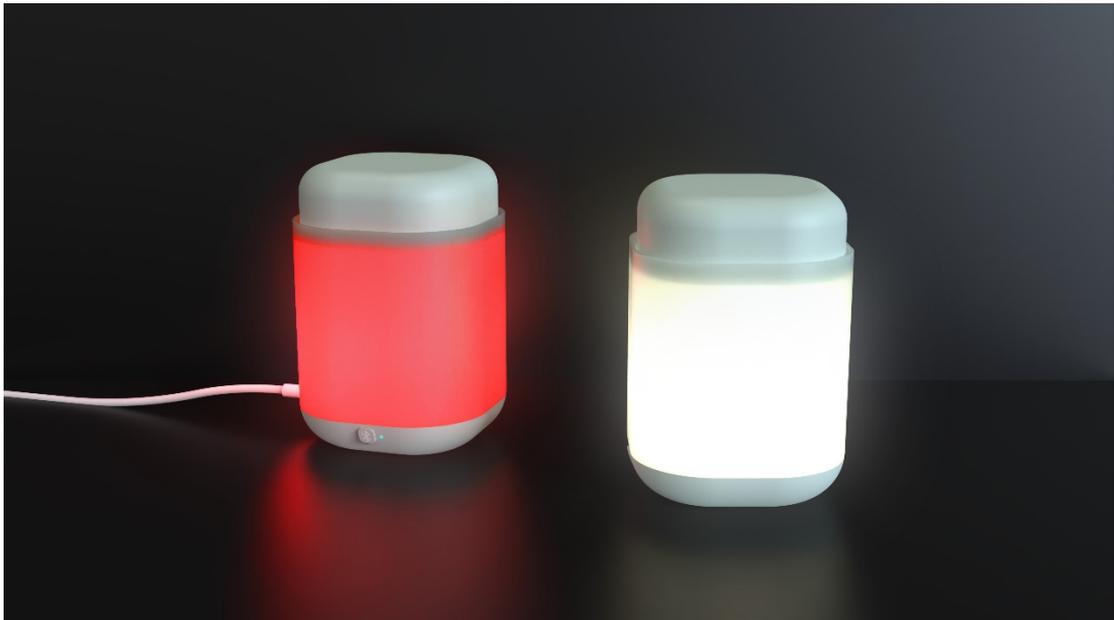
Figura 43 - simulação da luminária em uso



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A Figura 44 apresenta uma simulação da luminária em situação de alerta com os LEDs vermelhos, ou seja, quando o aplicativo informa para a mesma que houve detecção de monóxido de carbono, ao lado da luminária acesa. Cada luminária apresenta o dispositivo de uma forma, uma ligada a fonte e outra funcionando através da bateria.

Figura 44 - Simulação da luminária em alerta e acesa



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A luminária também pode apresentar variação de cor, como visto na Figura 45.

Figura 45 - Variação de cor da luminária



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Durante a validação do *wearable*, os três usuários que participaram da pesquisa inicial afirmaram que teriam interesse em um dispositivo que avisasse diretamente no corpo sobre o vazamento de monóxido de carbono. Porém, quando

apresentado o modelo final, os três apresentaram hesitação em usá-lo. Quando questionados sobre o motivo, dois afirmaram achar a tecnologia intimidante, e um afirmou que não gostaria da ideia de usar todos os dias por se sentir obrigado. Quando apresentado os outros dois dispositivos, o detector e a luminária, os três usuários afirmaram que prefeririam ter a luminária como dispositivo secundário do que o *wearable*, mesmo que a luminária não fosse um produto extra, e sim que sua compra fosse realizada junto com o detector. Tendo em vista todo o trabalho já realizado em torno do *wearable*, desde a pesquisa inicial até a modelagem, a estratégia adotada a partir da rejeição do *wearable* o transforma em um acessório não essencial ao kit de monóxido de carbono, focando mais no detector e na luminária, que foram os dois dispositivos mais aprovados pelos usuários na validação. Dessa forma, o kit é composto pelo detector e a luminária, e contém um acessório extra que pode ou não ser adquirido pelo usuário, o *wearable*. A Figura 46 apresenta a vista frontal e vista lateral esquerda do *wearable* com a pulseira aberta.

Figura 46 - Vista frontal e vista lateral esquerda do wearable



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

É possível observar na figura 47 a simulação de *wearable* em cinco situações diferentes, todas com a pulseira fechada. A primeira não apresenta nenhuma função de alerta, apenas a função relógio. A segunda apresenta o alerta visual em situação

de vazamento de monóxido de carbono, onde o LED vermelho acenderia. A terceira simula o alerta visual com LED amarelo, sinalizando o alerta que o usuário configuraria no aplicativo para avisá-lo para tomar remédios, água, etc. A quarta apresenta o alerta visual com LED verde, para sinalizar que a bateria do dispositivo precisa ser recarregada, e por último uma simulação com todos os alertas visuais acionados. Todos os alertas seriam desligados através do aplicativo.

Figura 47 - Simulações de alerta visual do wearable



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A estratégia utilizada implicou em usar o mesmo nome da marca e do aplicativo para a função alerta de vazamento de monóxido, com o LED vermelho. Dessa forma o usuário já cria uma ligação entre a marca e suas funções, e o nome Monóxi, ao mesmo tempo que remete a marca, já o alerta sobre monóxido de carbono.

A Figura 48 apresenta o *wearable* fechado através da conexão entre as fitas magnéticas.

Figura 48 - Wearable fechado



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A figura 49 apresenta uma ambientação do detector na cozinha, um dos ambientes com mais risco de vazamento de monóxido de carbono. O mesmo também pode ser instalado em outras áreas com risco de vazamento, como lavanderias, garagens, e ambientes com aquecedores.

Figura 49 - Ambientação do detector de monóxido de carbono



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Já a Figura 50 apresenta a ambientação da luminária no quarto do usuário. Podendo ser utilizada sem estar conectada diretamente à fonte, a mesma pode ser usada na sala, escritório ou qualquer outro ambiente usado com frequência pelo usuário.

Figura 50 - Ambientação da luminária



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A Figura 51 apresenta os três dispositivos criados neste trabalho em um ambiente residencial

Figura 51 - Dispositivos em ambiente residencial

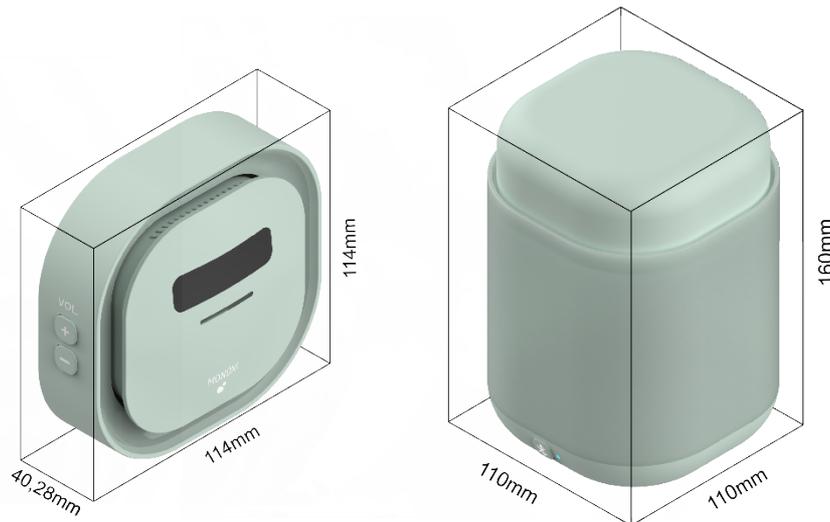


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

7.4 INFORMAÇÕES TÉCNICAS

As dimensões gerais do dispositivo principal, o detector de CO, e da luminária são apresentadas de acordo com a Figura 52. O desenho técnico do detector está presente no Apêndice D, e da luminária no Apêndice E.

Figura 52 - Dimensões gerais do detector de CO e luminária

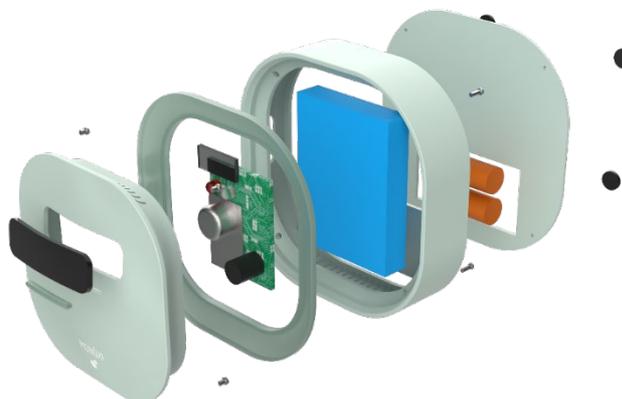


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O *wearable* apresenta 25 x 58,33 x 13,02, seguindo os parâmetro de largura, altura e profundidade, respectivamente. O desenho técnico do mesmo poder ser visto no apêndice F.

A Figura 53 apresenta a vista explodida do detector e da luminária com os componentes internos.

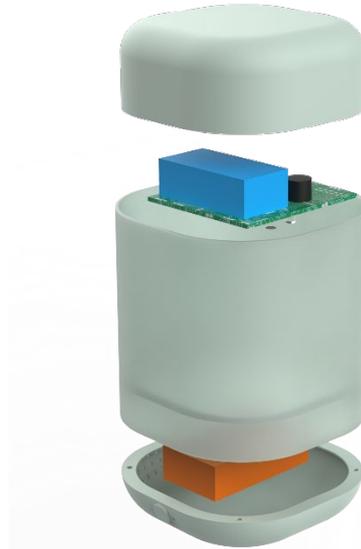
Figura 53 - Vista explodida do detector



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Já a Figura 54 apresenta a vista explodida da luminária.

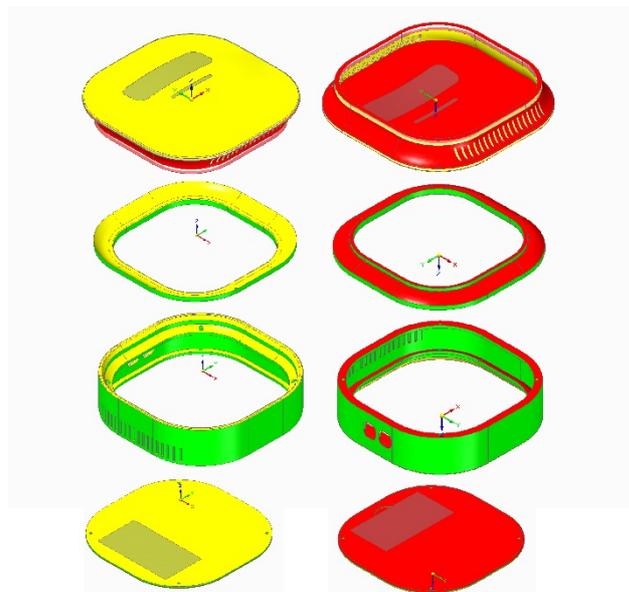
Figura 54 - Vista explodida da luminária



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Na Figura 55 é possível visualizar os ângulos de extração da modelagem do detector, confirmando que o mesmo estaria apropriado para o processo de injeção.

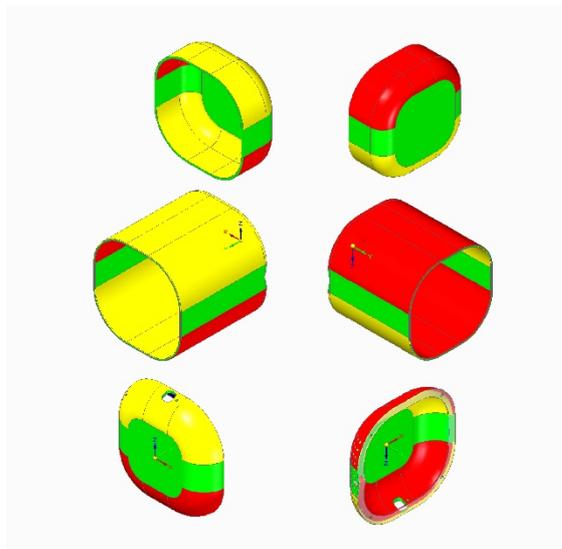
Figura 55 - ângulos de extração do detector



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Observa-se que o detector está dividido em quatro partes, apresentadas à direita são vistas da parte inferior da peça, enquanto as da esquerda são vistas da parte superior. A simulação foi realizada no *software SolidEdge 2021*, e informa que todas as faces amarelas são consideradas positivas, as verdes são verticais e as vermelhas são negativas. Dessa forma, na injeção com molde bipartido ou único, o dispositivo poderia ser retirado do molde sem problemas. O mesmo pode ser visto para a luminária, na Figura 56.

Figura 56 - ângulos de extração da luminária



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

7.5 PROPOSTA DE APLICATIVO

Como demonstrado na hierarquia de informações, o aplicativo é o núcleo central que conecta todos os dispositivos, funcionando em *smartphones Android* ou *iOS*. Cada dispositivo virá com um código, que será inserido no aplicativo para rastreamento. Dessa forma, o detector passará as informações para a nuvem, e a mesma para o aplicativo. A seguir, o aplicativo passa informações via *bluetooth* para a luminária e *wearable*.

Foi desenvolvida uma proposta inicial de layout para o aplicativo. É possível visualizar, na Figura 57, como seria a tela inicial do aplicativo e também a página principal, com as funções possíveis distribuídas em categorias separadas.

Figura 57 - Simulação da tela inicial e tela principal do aplicativo

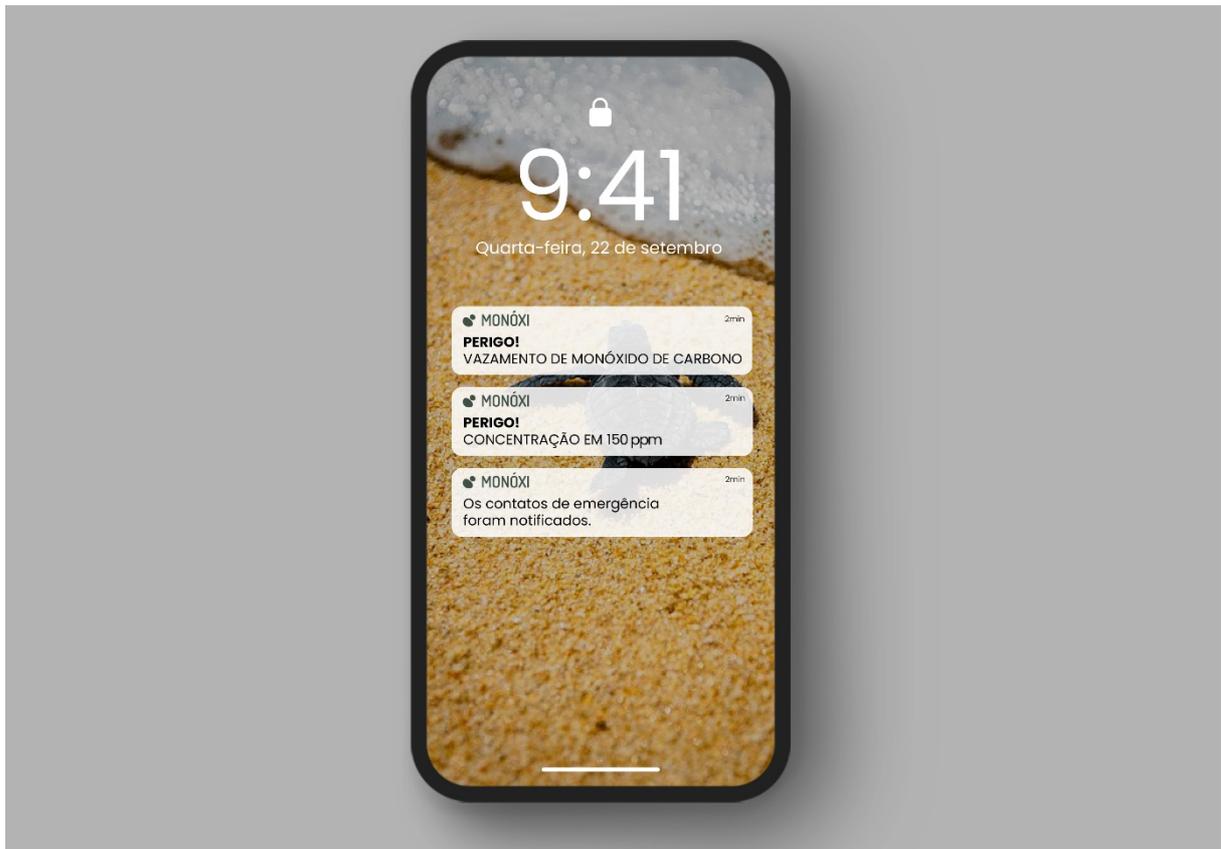


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

As categorias se dividem em *dispositivos conectados*, onde é possível visualizar quais dispositivos estão conectados e ativos, assim como o código de cada um e a possibilidade de acrescentar outros. *Concentração de monóxido de carbono*, que é atualizada no aplicativo de hora em hora, ou pode ser atualizada manualmente para o usuário saber a concentração presente. *Contatos de emergência*, onde é possível acrescentar até três contatos de emergência que receberão informações sobre a concentração de CO na residência do usuário assim como alertas de perigo. *Dados pessoais*, como nome, data de nascimento, telefone celular e endereço. São dados que ficam disponíveis para os contatos de emergência caso haja a necessidade dos mesmos se dirigirem à residência do usuário. E por fim, *informações de uso*, categoria específica para instruções sobre uso de cada dispositivo, sobre como proceder em situações de risco e que profissional contatar no caso de vazamento.

A Figura 58 apresenta uma simulação da tela inicial do celular do usuário com notificações do aplicativo.

Figura 58 - Notificações do aplicativo na tela do usuário



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Os alertas mostram a palavra *perigo* em negrito, chamando bastante a atenção do usuário. Logo em seguida elas avisam sobre o vazamento de monóxido de carbono, a concentração presente no ambiente e também que os contatos de emergência foram notificados.

7.6 VALIDAÇÃO DE REQUISITOS

Ao final do projeto é relevante validar se os requisitos iniciais que foram propostos para o projeto atenderem os objetivos necessários. Dessa forma é possível observar quais requisitos foram atendidos, quais não foram e também os motivos que impossibilitaram que as finalidades esperadas fossem atendidas. O Quadro 15 apresenta os requisitos de projeto propostos neste trabalho e se houve a verificação do mesmo com a solução final proposta por cada dispositivo.

Quadro 15 - Verificação dos requisitos de projeto

Requisitos de projeto	Verificação		
	Detector	Luminária	Wearable
Possibilitar visibilidade através de elementos luminosos	SIM	SIM	SIM
Apresentar tamanho considerável de fontes e botões	SIM	SIM	SIM
Exibir alto contraste entre elementos	SIM	NÃO	SIM
Comunicar contatos de emergência	SIM	SIM	SIM
Transmitir relato de informações aos contatos de emergência	SIM	SIM	SIM
Disponibilizar configurações que guiem o usuário de forma objetiva	SIM	SIM	SIM
Apresentar formato amigável e acessível	SIM	SIM	SIM
Apresentar diferentes formas de alimentação para ser usado como decoração	NÃO	SIM	NÃO
Ser transportável	NÃO	SIM	SIM
Informar principais sintomas de intoxicação por CO	NÃO	NÃO	NÃO
Possuir sistema de alarme sonoro ajustável	SIM	NÃO	NÃO
Possuir sistema de alarme visual	SIM	SIM	SIM
Comunicar-se com outros dispositivos da casa	SIM	SIM	SIM
Identificar vazamento de CO através de sensores	SIM	NÃO	NÃO

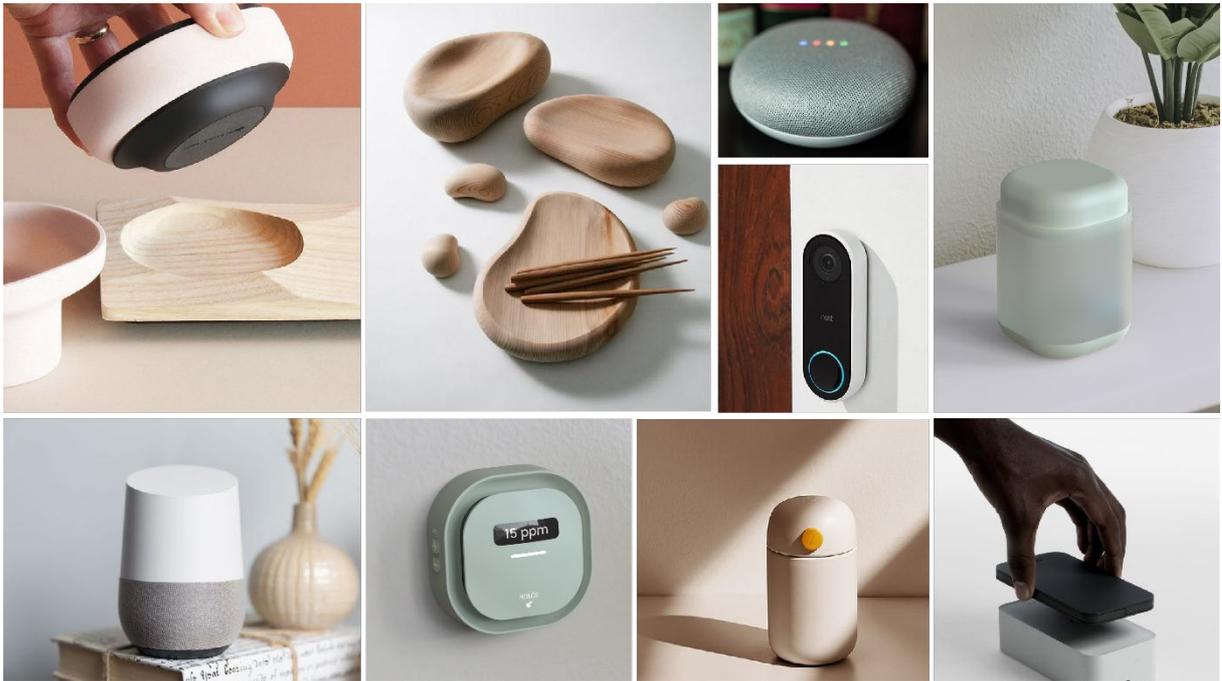
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Apesar de algumas verificações apresentarem uma resposta negativa, como o requisito *informar principais sintomas de intoxicação por CO*, ainda é possível validar o requisito uma vez que o aplicativo realiza esse objetivo. O mesmo pode ser observado com o requisito *identificar vazamento de CO através de sensores*, pois uma vez que a luminária e o *wearable* não realizem essa função, o dispositivo principal e essencial para a detecção de monóxido de carbono o realiza. Considerando que o detector é o dispositivo mais importante deste projeto, é ideal que ele cumpra o maior número de requisitos possíveis, e os que ele não realiza é fundamental que o

aplicativo o faça. Dessa forma, os únicos requisitos que o detector não consegue realizar, nem o aplicativo, são *ser transportável e apresentar diferentes formas de alimentação para ser usado como decoração*.

A figura 59 apresenta o detector e a luminária inseridos no painel de tema visual criado na etapa de projeto conceitual. É possível observar que os dispositivos mantêm uma comunicação moderna com os mesmos apresentados no painel.

Figura 59 - Dispositivos inseridos no painel de tema visual



Fonte: Elaborado pela autora*

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto, do início ao fim, conteve muitas surpresas ao longo do caminho. A pesquisa realizada sobre o envelhecimento saudável e como o público-alvo reage a fatores como a própria sociedade lhe dizendo como viver importou muito para as características da solução final. Conseguir propor dispositivos que ajudam os usuários a manter autonomia e proporcionar segurança ao mesmo tempo importou mais do que qualquer característica física ou formal dos dispositivos. Outro fator de grande relevância como designer foi deixar as ideias individuais de lado quando pensando no

* Compilação de imagens retiradas do *Pinterest* e elaboradas pela autora.

público-alvo. Trazer os requisitos do usuário em primeiro lugar e deixar as características da autora de lado, principalmente se tratando de diferentes pontos de vista evidenciados pela diferença de faixa etária entre ambos.

Infelizmente, o trabalho de conclusão do curso não foi realizado como planejado há tantos anos, com uma presença mais marcante do público-alvo, com entrevistas presenciais com os mesmos e com profissionais da saúde, cuidadores e familiares devido à crise de saúde atual do país e do mundo devido a COVID-19. Quando o projeto foi iniciado, no início de 2020, haviam expectativas que não foram concretizadas pela necessidade de manter os protocolos de saúde necessários, como manter o distanciamento social, evitar aglomerações, etc. Tendo o público-alvo pessoas acima de 60 anos que não moram com os filhos, a dificuldade de conseguir se aproximar deles através da tecnologia, e sem a ajuda de outras pessoas, foi muito grande.

Apesar das dificuldades encontradas, a solução final gerou grande contentamento pessoal e a sensação de realização de uma das etapas mais importantes na vida da autora, o fechamento do período da faculdade e a possibilidade de aplicar todos os ensinamentos absorvidos nesses anos na UFRGS.

REFERÊNCIAS

ACCESS Points: conecte-se à internet em qualquer lugar. **MPE**, 6 jul. 2020. Disponível em: [http://mpesolucoes.com.br/blog/access-points-conecte-se-a-internet-em-qualquer-](http://mpesolucoes.com.br/blog/access-points-conecte-se-a-internet-em-qualquer-lugar/#:~:text=Os%20Access%20Points%20s%C3%A3o%20usados,muito%20as%20opera%C3%A7%C3%B5es%20dos%20neg%C3%B3cios.&text=Os%20dispositivos%20de%20IoT%20Zigbee,os%20Access%20Points%20da%20Aruba)

[lugar/#:~:text=Os%20Access%20Points%20s%C3%A3o%20usados,muito%20as%20opera%C3%A7%C3%B5es%20dos%20neg%C3%B3cios.&text=Os%20dispositivos%20de%20IoT%20Zigbee,os%20Access%20Points%20da%20Aruba](http://mpesolucoes.com.br/blog/access-points-conecte-se-a-internet-em-qualquer-lugar/#:~:text=Os%20Access%20Points%20s%C3%A3o%20usados,muito%20as%20opera%C3%A7%C3%B5es%20dos%20neg%C3%B3cios.&text=Os%20dispositivos%20de%20IoT%20Zigbee,os%20Access%20Points%20da%20Aruba). Acesso em: 4 mar. 2021.

ALMEIDA, Hyggo. INTERNET DAS COISAS. **Revista da Sociedade Brasileira de Computação**, [S. l.], p. 2-58, 29 abr. 2015. Disponível em: https://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/computa_29_pdf/comp_brasil_2015_4.pdf. Acesso em: 27 jan. 2021.

BACK, N. et al. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manoele, 2008.

BALTES, P. B. BALTES, M. M. **Psychological perspectives on successful aging: the model of selective optimization with compensation**. In P. B. Baltes & M. M. Baltes (Eds.), *Successful aging: perspectives from behavioral sciences*, 1990, (pp.1-34). Cambridge: Cambridge University Press.

BALTES, P. B. **Theoretical propositions of life-span developmental psychology: on the dynamics between growth and decline**, 1987, *Developmental Psychology*, 32 (5), 611-626.

BARBOSA, Juarez. **Risco de acidente com monóxido de carbono**. [S. l.], 18 jul. 2018. Disponível em: <https://consultoriaengenharia.com.br/seguranca-ocupacional/risco-de-acidente-com-mom-oxido-de-carbono-co/#:~:text=O%20teor%20de%20mon%C3%B3xido%20de,exposi%C3%A7%C3%A3o%20m%C3%A9dia%20de%20oito%20horas>. Acesso em: 14 maio 2021.

BAXTER, M. **Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo, SP: Blucher, 2011.

BERSCH, Rita; SARTORETTO, Lucia. **Categorias da Tecnologia Assistiva. Assistiva Tecnologia e Educação**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.

BERSCH, Rita. **INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA ASSISTIVA BRASIL. ASSISTIVA TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO**, [s. l.], 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 25 ago. 2020.

BRASIL. Lei No 10.741. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.741.htm. Acesso em 19 jul. 2020

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de junho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. **Estatuto da Pessoa com Deficiência**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 15 jul. 2020.

BRASIL, Ministério da Educação. **TÓPICO III - TOUR VIRTUAL: CONHECENDO A SALA DE RECURSO MULTIFUNCIONAL**. *In: Categorias de Tecnologia Assistiva*. 2020. Disponível em: http://catalogo.educacaonaculturadigital.mec.gov.br/hypermedia_files/live//tecnologias_assistivas/topico-3-categorias-de-tecnologia-assistiva.html. Acesso em: 25 ago. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Como reduzir quedas no idoso. **Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia**, 2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/41773-saude-30-dos-idosos-tem-dificuldade-para-realizar-atividades-diarias>. Acesso em: 25 mar. 2020.

BUSS, Leonardo Henrique *et al.* **PROCESSAMENTO AUDITIVO EM IDOSOS: IMPLICAÇÕES E SOLUÇÕES**. **CEFAC**, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rcefac/v12n1/73-08.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2020.

CALLISTER, William D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. 620 p. ISBN 8521631030.

CIANET. O que é LTE e por que os provedores precisam saber sobre isso. **Inovação e tendências**, [s. l.], 31 mar. 2016. Disponível em: <https://www.cianet.com.br/blog/inovacao-e-tendencias/o-que-e-lte-e-por-que-provedores-precisam-saber-sobre-isso/>. Acesso em: 28 jan. 2021.

CIOSAK, Suely Itsuko et al. Senescência e senilidade: novo paradigma na atenção básica de saúde. **Rev. esc. enferm. USP**, São Paulo, v. 45, n. spe2, p. 1763-1768, Dez. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-62342011000800022&lang=pt. Acesso em: 29 jun. 2020

CONNECT. *In: Descubra aqui como funciona um detector de gás*. [S. l.], 17 abr. 2019. Disponível em: <https://connect.online/blog/descubra-aqui-como-funciona-um-detector-de-gas/#:~:text=Os%20sensores%20catal%C3%ADticos%20s%C3%A3o%20os,altera%20a%20resist%C3%A4ncia%20da%20fia%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 26 jan. 2021.

ELIOPOULOS, Charlotte. **Gerontological nursing**, 9. ed. Wolters Kluwer, 2018.

EPA (EUA). United States Environmental Protection Agency. Where should I place a carbon monoxide detector?. **Indoor Air Quality**, [s. l.], 15 jul. 2020. Disponível em: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/where-should-i-place-carbon-monoxide-detector/#:~:text=Because%20carbon%20monoxide%20is%20slightly,5%20feet%20above%20the%20floor.&text=If%20you%20are%20getting%20a,enough%20to%20wake%20you%20up>. Acesso em: 6 abr. 2021.

EVANS, John. Monóxido de Carbono: Mais do que somente um gás letal. **Atualidades em química**, ed. 9, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/atual.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2020.

EZEQUIEL, Wôlmer. Panela esquecida no fogão é a principal causa de incêndios urbanos. **Diário do Aço**, 2019. Disponível em: <https://www.diariodoaco.com.br/noticia/0070760-panela-esquecida-no-fogao-e-a-principal-cao-de-incendios-urbanos-aponta-bombeiro>. Acesso em: 21 jul. 2020.

FALSARELLA, Gláucia Regina; GASPAROTTO, Livia Pimenta Renó; COIMBRA, Arlete Maria Valente. Quedas: conceitos, frequências e aplicações à assistência ao idoso. Revisão da literatura. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 17, n. 4, p.897-910, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-9823.2014.13064>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbgg/v17n4/1809-9823-rbgg-17-04-00897.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2020.

FRASÃO, Gustavo. Saúde: 30% dos idosos têm dificuldade para realizar atividades diárias: **Ministério da Saúde**: 6 nov. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/saude-30-dos-idosos-tem-dificuldade-para-realizar-atividades-diarias>. Acesso em: 25 mar. 2020.

FREITAS, Maria Célia de; QUEIROZ, Terezinha Almeida; SOUSA, Jacy Aurélia Vieira de. O significado da velhice e da experiência de envelhecer para os idosos. **Rev. esc. enferm. USP**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 407-412, June 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-62342010000200024&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 jul. 2020.

GAVA, A.A.; ZANONI, J.N. Envelhecimento celular. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, Umuarama, 9(1), jan./abr. p.41-46, 2005.

GIORDANO, F. et al. The Stakeholder map: a conversation tool for designing people-led public services. **ServDes.2018 Service Design Proof of Concept** , n. June, p. 582–597, 2018.

GODFREY, Lan *et al.* From A to Z: Wearable technology explained. **ResearchGate**, [s. l.], 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324720983_From_A_to_Z_Wearable_technology_explained. Acesso em: 27 jan. 2021.

IBGE. Idosos indicam caminhos para uma melhor idade. **Censo 2020**, 2019. Disponível em: <https://censo2020.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/24036-idosos-indicam-caminhos-para-uma-melhor-idade.html>. Acesso em: 16 jul. 2020.

IBGE. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. **Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação**, 2019.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 18 mar. 2020.

IDEO. **HCD - Human Centered Design: Toolkit**. 2009. Disponível em: https://hcd-connectproduction.s3.amazonaws.com/toolkit/en/portuguese_download/ideo_hcd_toolkit_complete_portuguese.pdf. Acesso em: 17 de jun de 2020.

INSTRUTEMP: Instrumentos de Medição. *In*: INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO , Instrutemp. **Medidores de CO podem salvar vidas: entenda como funcionam**. Brasil, 24 set. 2019. Disponível em: <https://instrutemp.com.br/medidores-monoxido-carbono-co-como-funcionam/>. Acesso em: 26 jan. 2021.

LACERDA, Adriana; LEROUX, Tony; MORATA, Thais. Efeitos ototóxicos da exposição ao monóxido de carbono: uma revisão. **Pró-Fono R. Atual. Cient.**, Barueri, v. 17, n. 3, p. 403-412, Dec. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-56872005000300014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 2 jul. 2020.

LACERDA, Jaqueline Souza. Qual a diferença entre senilidade e senescência no âmbito da geriatria. **Projeto Cuidar: Geriatria Goiânia**, 2019. Disponível em: <https://geriatriagoiania.com.br/qual-a-diferenca-entre-a-senilidade-e-senescencia-no-ambito-da-geriatria/>. Acesso em: 29 jun. 2020.

LEE, I.; LEE, K. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. **Business Horizons**. [S.l.], v. 58, p. 431-440, ago. 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681315000373>. Acesso em: 27 jan 2021.

LIMA, Juvenete Pereira. A INFLUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES SENSORIAIS NA QUALIDADE DE VIDA DO IDOSO. **REVISTA CIENTÍFICA ELETÔNICA DE PSICOLOGIA**, v. 8, 2007. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/SgxfidPCyrRBz4HS_2013-5-10-16-11-50.pdf. Acesso em: 18 nov. 2020.

MANO, Vinicius. Matriz Morfológica. **Processo Criativo**, [s. l.], 3 mar. 2013. Disponível em: <http://www.processocriativo.com/matriz->

ONU. População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050. **Nações Unidas Brasil**, 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>. Acesso em: 17 mar. 2020.

ONU. **Total Population: Both Sexes**, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>. Acesso em: 18 mar. 2020.

O QUE é um endpoint? Como proteger este tipo de dispositivo. **InterOp**, 20 dez. 2019. Disponível em: <https://www.interop.com.br/blog/o-que-e-um-endpoint/>. Acesso em: 4 mar. 2021.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento Humano para Espaços Interiores**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008. Tradução de Anita Regina Di Marco.

PAPALIA, Diane E. *et al.* **Desenvolvimento Humano**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2013. ISBN 0078035147. Disponível em: <http://sandrachiabi.com/wp-content/uploads/2017/03/desenvolvimento-humano.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2020.

PARADELLA, Rodrigo. Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017. **Agência IBGE: Notícias**, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>. Acesso em: 18 mar. 2020.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MEDOLA, Fausto Orsi. **Tecnologia Assistiva: Estudos Teóricos**. 1. ed. São Paulo: Bauru: Canal 6 Editora, 2018.

PETROBRÁS. Gás Liquefeito do Petróleo: Informações Técnicas. **Assistência Técnica**, 2019. Disponível em: <http://sites.petrobras.com.br/minisite/assistenciatecnica/public/downloads/manual-tecnico-gas-liquefeito-petrobras-assistencia-tecnica-petrobras.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2020.

PLATCHECK, Elizabeth. **Metodologia de Ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 2003. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado

Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

ROCHA, Marcus Vinicius. Principais tecnologias de comunicação sem fio e suas aplicações para as soluções IoT. **Associação Brasileira de Internet das Coisas**, [s. l.], 15 dez. 2020. Disponível em: <https://abinc.org.br/principais-tecnologias-de-comunicacao-sem-fio-e-suas-aplicacoes-para-a-solucao-iot/>. Acesso em: 28 jan. 2021.

RODRIGUEZ-AÑEZ, Ciro Romelio. A Antropometria e sua aplicação na ergonomia. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, ed. 1, 2001. Disponível em: https://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/51/20-_A_ANTROPOMETRIA_E_SUA_APLICAYYO_NA_ERGONOMIA.pdf. Acesso em: 20 jul. 2020.

SANTOS, B. P. et al. Internet das Coisas: da Teoria à Prática. In: **Minicursos / XXXIV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**; organizado por Frank Augusto Siqueira, Lau Cheuk Lung, Fabíola Gonçalves Pereira Greve, Allan Edgard Silva Freitas. Porto Alegre: SBC, 2016. Cap. 1, p. 1-50. Disponível em: <http://www.sbrc2016.ufba.br/downloads/anais/MinicursosSBRC2016.pdf>. Acesso em: 27 jan 2021.

SANTOS, Franciso da Silva; JÚNIOR, Joel Lima. O Idoso e o Processo de Envelhecimento: um estudo sobre a qualidade de vida na terceira Idade. **ID ON LINE REVISTA DE PSICOLOGIA**. Ano 8, No. 24, novembro/2014. Disponível em <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/300>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SANTOS, Renata Fernandes. **Design contra crime: produto para proporcionar percepção de segurança para mulheres no contexto da violência urbana**. Orientador: Jocelise Jacques de Jacques. 2018. 238 f. TCC (Graduação) – Design de Produto, Departamento de Design e Expressão Gráfica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/193424>. Acesso em: 27 jan. 2021.

SCHNEIDER, Rodolfo Herberto; IRIGARAY, Tatiana Quarti. O envelhecimento na atualidade: aspectos cronológicos, biológicos, psicológicos e sociais. **Estud. psicol.**

(**Campinas**), Campinas, v. 25, n. 4, p. 585-593, Dec. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103166X2008000400013&lng=en&nrm=iso. Acesso em 22 de jun 2020.

SCORALICK-LEMPKE, Natália Nunes; BARBOSA, Altemir José Gonçalves. Educação e envelhecimento: contribuições da perspectiva Life-Span. **Estud. psicol. (Campinas)**, Campinas, v. 29, supl. 1, p. 647-655, Dec. 2012 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103166X2012000500001&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 jun. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES TÓXICO-FARMACOLÓGICAS. **Casos Registrados de Intoxicação Humana por Agente Tóxico e Faixa Etária**. Brasil, 2017. Disponível em: <https://sinitox.icict.fiocruz.br/dados-nacionais>. Acesso em: 1 jul. 2020.

SOUZA E MELO, Gisele Mendes de. Senescência x Senilidade. **Ministério da Defesa Saúde Naval: Marinha do Brasil**, 2017. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/saudenaval/content/senesc%C3%A2ncia-x-senilidade>. Acesso em: 29 jun. 2020.

TRIIDER. Como identificar vazamento de gás: aprenda! *In: Triider*, 2017. Disponível em: <https://www.triider.com.br/blog/como-identificar-vazamento-de-gas/#:~:text=se%20identificar%20um%20vazamento%20de,e%20o%20regulador%20do%20botij%C3%A3o>. Acesso em: 16 jul. 2020.

WHO. Poisoning Prevention and Management. **International Programme on Chemical Safety**, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/ipcs/poisons/en/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

ZAMBOLIM, Cristiane Maciel. *et al.* Perfil das intoxicações exógenas em um hospital universitário. **Rev Med Minas Gerais**. 2008;18(1):5-10. Disponível em: <http://rmmg.org/artigo/detalhes/555>. Acesso em: 02 jul. 2020.

APÊNDICE A – PROTOCOLO PARA QUESTIONÁRIO *ONLINE*

QUESTÕES ABORDADAS COM OS PROFISSIONAIS DA SAÚDE:

Método: Questionário *online*

Esse questionário tem o intuito de complementar a pesquisa do TCC 1, de Design de Produto da UFRGS da aluna Milene Becke, sobre intoxicação por monóxido de carbono e/ou GLP (gás de cozinha) em idosos.

Obs: caso o entrevistado não tenha relato para dar sobre a pergunta, pode responder com "não é válido".

- 1) Qual sua profissão?
- 2) Onde você trabalha?
- 3) Os idosos apresentam uma maior incidência de casos de intoxicação por monóxido de carbono ou gás de cozinha em relação aos demais públicos?
- 4) Idosos conseguem identificar sozinhos quando foram intoxicados ou costuma ser outro membro da família que identifica e os leva à emergência?
- 5) Quais principais sintomas podem ser observados em casos de intoxicação por monóxido de carbono e gás de cozinha nas pessoas idosas?
- 6) Como os idosos identificam que houve envenenamento? É mais comum eles irem ao hospital por outros motivos (tontura, quedas) e só depois descobrirem o diagnóstico por intoxicação?
- 7) Ocorrem muitos casos de queimaduras em idosos, consequentes de esquecer panela ligada no forno, utilizar o fogão, cozinhar?
- 8) Ocorrem casos de intoxicação por gases nos aquecedores de passagem, nos banheiros e áreas de serviço?
- 9) Se você conhecer outros profissionais da saúde que possam fornecer resposta para esse questionário e se sentir confortável em compartilhar, pode deixar o contato abaixo. Obrigada.

APÊNDICE B – PROTOCOLO PARA ENTREVISTAS COM PÚBLICO-ALVO

QUESTÕES ABORDADAS COM PÚBLICO-ALVO:

Método: Entrevistas por chamada de vídeo

- 1) Qual sua idade?
- 2) Com quem você mora?
- 3) Tem contato frequente com seus familiares mais próximos?
- 4) Você é ativo na cozinha?
- 5) Você já esqueceu de desligar o fogão ou o forno? Muitas vezes? Como você percebeu que tinha esquecido? Queimou algo?
- 6) Você já se sentiu intoxicado por gás de cozinha ou fumaça?
- 7) Você sabe identificar os sintomas de intoxicação por gás?
- 8) Você tem aquecedor a gás em casa? Já percebeu algum vazamento?
- 9) O que você faz quando se sente fraco ou tonto? Liga para alguém ou espera a sensação passar?
- 10) Quais métodos você usa para lembrar de coisas importantes? Pede para alguém te lembrar, anota em algum lugar, colocar alarme no celular?
- 11) Você usa bastante o celular?
- 12) Existe um cômodo da casa que você mais usa?
- 13) Você sente dificuldades em ouvir alarmes ou ler telas? (TV, celular)
- 14) Você tem receio de passar por alguma experiência de vazamento de gás?
- 15) Você usaria algum dispositivo no corpo, como relógio ou pulseira, que avisasse sobre algum perigo de vazamento na sua casa, ou se sente mais confortável com dispositivos que possa espalhar pela casa, deixar em cima de bancadas, etc?
- 16) Como você se sente com um dispositivo que alerte seus familiares sobre quedas ou outras emergências que possam acontecer com você?

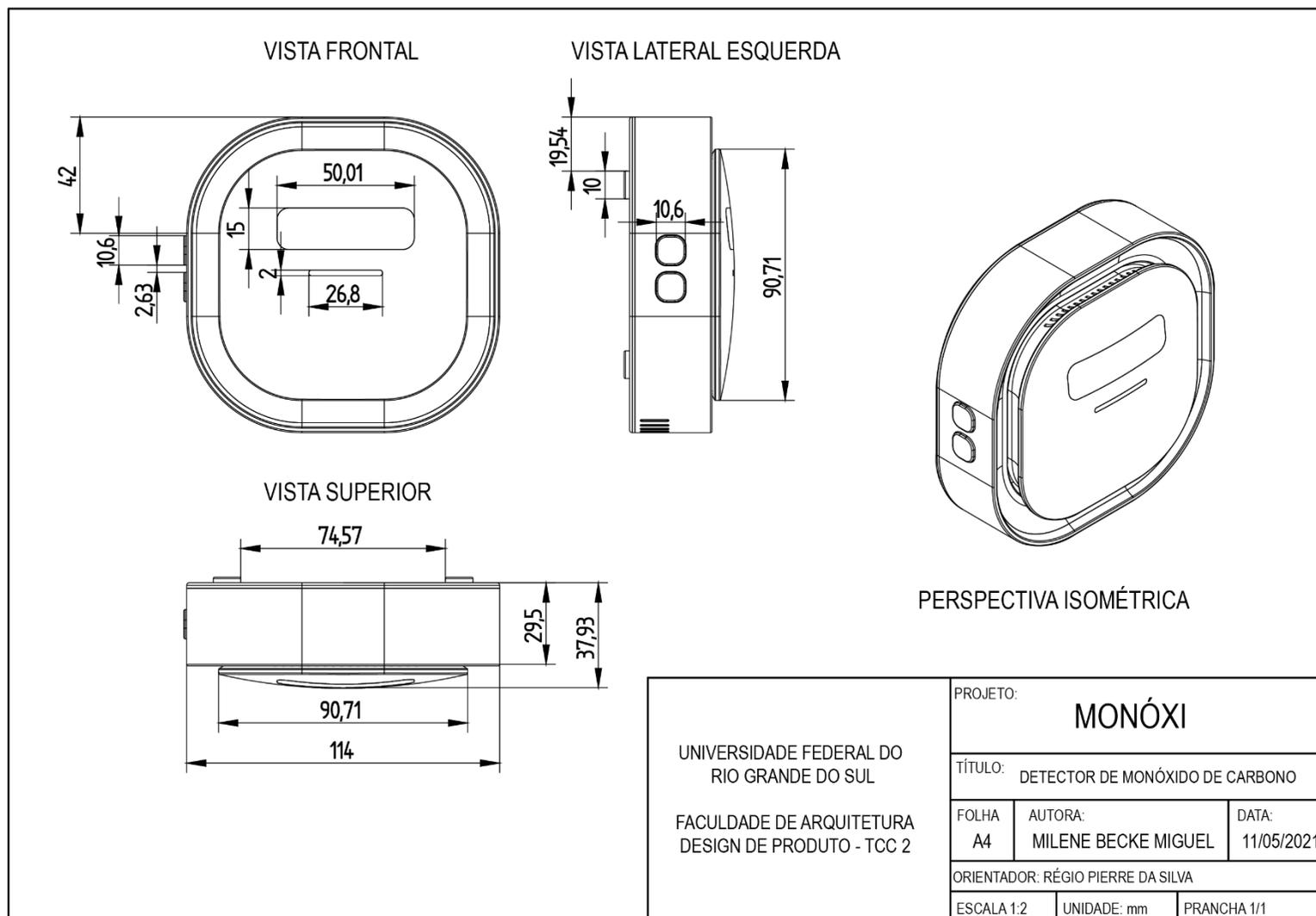
APÊNDICE C – VALIDAÇÃO DAS SOLUÇÕES FINAIS COM O PÚBLICO-ALVO

QUESTÕES ABORDADAS COM PÚBLICO-ALVO:

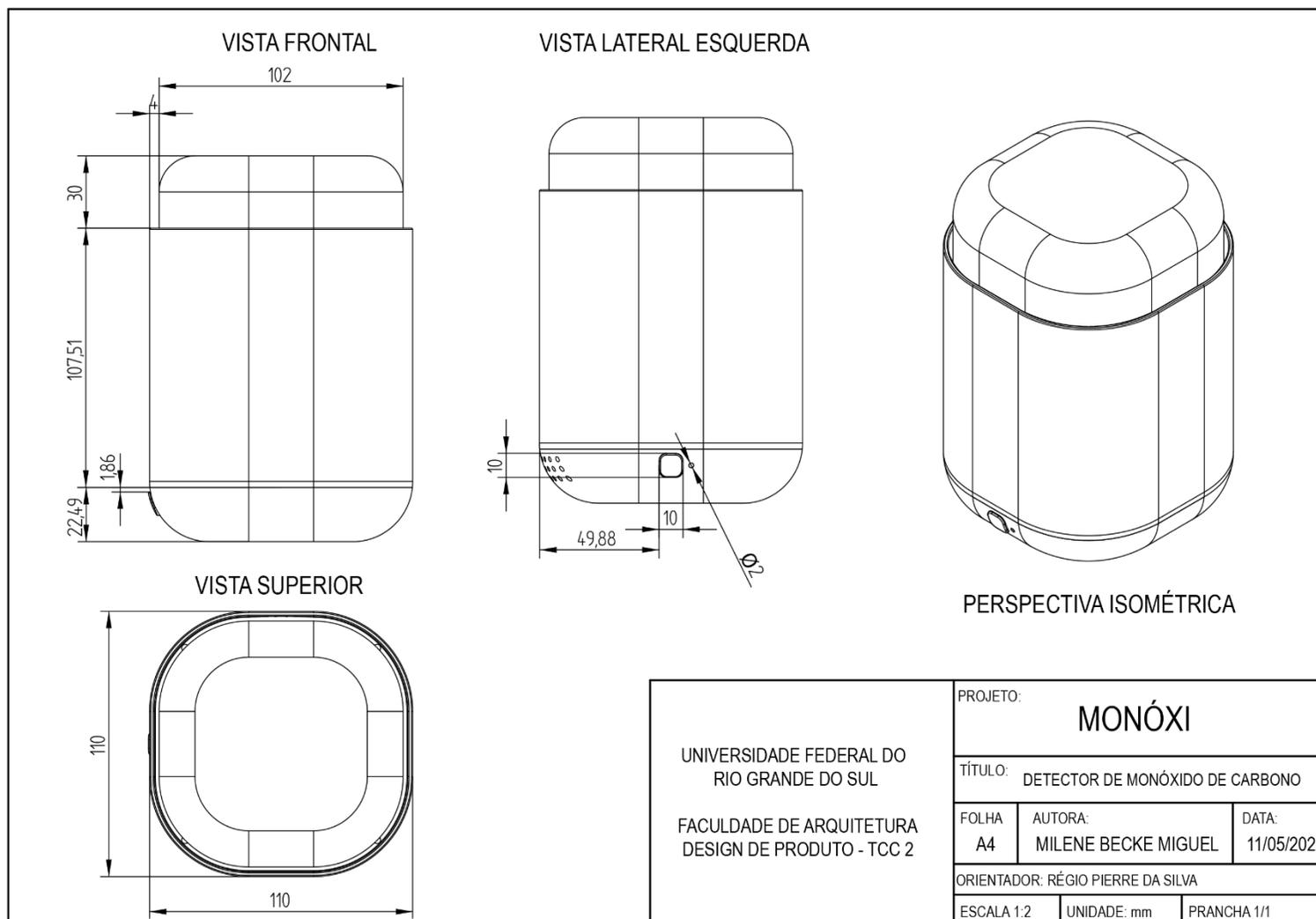
Método: Entrevistas presenciais

- 1) Qual a sua primeira impressão desse produto?
- 2) Qual você acha que é a funcionalidade dele?
- 3) Quais botões você identifica nesse dispositivo? (Os três dispositivos foram apresentados separadamente)
- 4) Em relação a dimensão, esses botões parecem pequenos?
- 5) Você consegue ler o que está escrito no produto?
- 6) Você considera esse um produto amigável?
- 7) Você usaria esse produto? (o funcionamento técnico de todos os dispositivos foi ensinado aos voluntários, assim como suas funções principais e dimensões)
- 8) Onde você deixaria esse produto dentro da sua casa?
- 9) Na sua opinião, o que facilitaria o uso desse dispositivo?

APÊNDICE D – DESENHO TÉCNICO DO DETECTOR.



APÊNDICE E – DESENHO TÉCNICO DA LUMINÁRIA



APÊNDICE F – DESENHO TÉCNICO DO WEARABLE

