

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

Maria Luisa Puga Jardim

**DISPOSITIVO PARA TRIAGEM E AVALIAÇÕES QUALITATIVAS DE PACIENTES  
ATENDIDOS A DOMICÍLIO POR EQUIPES DE SAÚDE**

Porto Alegre  
2020

Maria Luisa Puga Jardim

**DISPOSITIVO PARA TRIAGEM E AVALIAÇÕES QUALITATIVAS DE PACIENTES  
ATENDIDOS A DOMICÍLIO POR EQUIPES DE SAÚDE**

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

**Orientador:** Prof. Dr. Everton S. Amaral da Silva

**Co-orientador:** Dr. Janio Venturini Jr.

Porto Alegre

2020

Maria Luisa Puga Jardim

**DISPOSITIVO PARA TRIAGEM E AVALIAÇÕES QUALITATIVAS DE PACIENTES  
ATENDIDOS A DOMICÍLIO POR EQUIPES DE SAÚDE**

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

**Orientador:** Prof. Dr. Everton S. Amaral da Silva

**Co-orientador:** Dr. Janio Venturini Jr.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Fabiano de Vargas Scherer – UFRGS

---

Profa. Dra. Jocelise Jacques de Jacques – UFRGS

---

Ms. Fernando Silveira Ximenes – UFRGS

---

Prof. Dr. Everton S. Amaral da Silva – UFRGS

Porto Alegre, 18 de setembro de 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao prof. Everton, meu orientador, pelo encorajamento, paciência e dedicação exemplares que marcaram a trajetória deste trabalho e impulsionaram um importante ciclo de desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Janio, meu co-orientador, pelo apoio, incentivo e investimento dentro e fora do laboratório.

Aos meus professores, por plantarem a semente, e aos meus colegas do Lacer, por fazerem florescer em mim a certeza de um futuro acadêmico.

À minha família, por me ensinar que sempre é possível melhorar e que nada substitui o conhecimento.

Ao Maurício, por construir comigo semana após semana um arsenal de ferramentas suficiente pra conquistar o mundo.

Ao Felipe, por iluminar os caminhos mais escuros.

## RESUMO

A mudança no perfil epidemiológico da população brasileira, marcada pelo aumento da prevalência de doenças crônicas, exige do sistema público de saúde uma infraestrutura de serviços capaz de suprir a demanda de acompanhamento clínico contínuo de seus portadores. Nesse contexto, as estratégias de atendimento laboratorial remoto, apoiadas pelos rápidos avanços tecnológicos na área, viabilizam o monitoramento de indivíduos residentes em territórios onde a escassez de recursos sanitários se caracteriza como grande empecilho. Buscando contribuir para a ampliação do acesso da população brasileira a exames clínicos, este Trabalho de Conclusão de Curso objetiva desenvolver o projeto de um dispositivo portátil para triagem e avaliação de indicadores de saúde em pacientes atendidos a domicílio pelas equipes da Atenção Básica do SUS. A abordagem metodológica do projeto prevê a estruturação de uma base de conhecimentos aplicados a partir de avaliações teóricas, contextuais e exploratórias dos assuntos pertinentes ao tema, à realidade do público-alvo e aos dispositivos similares utilizados em diferentes áreas. A síntese dos dados coletados é expressa por meio dos requisitos e especificações de projeto e da proposta conceitual, vinculando atributos e valores estéticos, morfológicos e funcionais à solução final. O sistema desenvolvido baseia-se no princípio dos testes rápidos em matriz celulósica, utilizando amostra de sangue capilar para obtenção dos resultados. Pesando menos de 600 g, a embalagem de transporte contém um lancetador, um sensor de testes, conjuntos de insumos de análise e um recipiente isolado para descarte do material contaminado. Ao possibilitar uma avaliação clínica rápida e assertiva que minimiza a necessidade de deslocamento da população, o produto desenvolvido pode representar uma contribuição significativa para o gerenciamento da saúde de crianças, idosos, pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida que fazem uso do sistema público de saúde brasileiro.

**Palavras-chave:** teste laboratorial remoto; biossensor; atendimento domiciliar; saúde pública; atenção básica.

## ABSTRACT

The undergoing transformation in the Brazilian epidemiological profile, linked to a prevalent increase in chronic diseases, calls for a public health infrastructure that is capable of making up to these continuous follow-up clinical demands. In such circumstances, devices supported by active technological advances in health care diagnosis, such as point-of-care testing, allow for the possibility of monitoring individuals who live in places marked by the scarcity of health resources. As a means of contributing to the expansion of clinical assistance and laboratory testing access to Brazilian citizens, this Industrial Design final year project aims to develop a portable device intended for the screening and evaluation of health indicators in patients subscribed to public home care programs. The applied methodological approach gathers its knowledge basis from a theoretical, contextual and exploratory evaluation of the core subjects of study, as well as the reality of its users and the devices employed in analogous screenings. Collected data is then expressed through design guidelines and project requirements, those being synthesized in a conceptual proposal that links aesthetical, morphological and functional attributes to the attained point-of-care testing device. Weighing less than 600 g, the portable packaging contains lancing and measuring devices, test kits and a sealed container for biological waste disposal. The fully developed project enables rapid and assertive clinical evaluations that minimize the need for long-distance travel, therefore contributing significantly to the health management of children, elderly citizens, and persons with disabilities or impaired mobility who utilize the Brazilian public health system.

**Keywords:** design; point-of-care testing; biosensor; public health; primary care.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> — Mudança de sistemas hierárquicos para Redes de Atenção à Saúde. .	20
<b>Figura 2</b> — Princípios norteadores de um modelo baseado na Atenção Primária...	23
<b>Figura 3</b> — Exemplo de Unidade Básica de Saúde. ....	25
<b>Figura 4</b> — Fluxo processual da assistência laboratorial. ....	33
<b>Figura 5</b> — Fontes de informação essenciais para o diagnóstico médico. ....	34
<b>Figura 6</b> — Critério <i>ASSURED</i> da OMS para testes rápidos. ....	39
<b>Figura 7</b> — Comparação entre distribuição da população brasileira e amostra obtida de agentes de saúde, por região do país.....	42
<b>Figura 8</b> — Fluxo de tarefas diárias de um Agente de Saúde.....	50
<b>Figura 9</b> — <i>Storyboard</i> apresentando a rotina de trabalho dos ACS. ....	51
<b>Figura 10</b> — Fluxo de tarefas diárias das equipes de Atendimento Domiciliar. ....	52
<b>Figura 11</b> — <i>Storyboard</i> apresentando a rotina de trabalho das equipes do PAD. .	53
<b>Figura 12</b> — Manejo de objetos. ....	56
<b>Figura 13</b> — Diagrama de Mudge aplicado aos requisitos dos usuários. ....	60
<b>Figura 14</b> — Similares de produto escolhidos para análise. ....	65
<b>Figura 15</b> — Teste rápido para coronavírus desenvolvido pela <i>Hilab</i> . ....	68
<b>Figura 16</b> — Função global e funções básicas do produto. ....	73
<b>Figura 17</b> — Conceito do projeto.....	81
<b>Figura 18</b> — Painel do estilo de vida: equipes Saúde na Família. ....	82
<b>Figura 19</b> — Painel do estilo de vida: população atendida pelo SUS. ....	82
<b>Figura 20</b> — Painel de expressão do produto. ....	83
<b>Figura 21</b> — Painel do tema visual.....	83
<b>Figura 22</b> — Cenários de uso do teste laboratorial remoto.....	86
<b>Figura 23</b> — Preparo dos reagentes. ....	88
<b>Figura 24</b> — Mudança de cor relativa à concentração de ferro na solução. ....	89
<b>Figura 25</b> — Validação volumétrica das formas-base do sensor de testes. ....	92
<b>Figura 26</b> — Formas-base do sensor de testes após validação volumétrica.....	93
<b>Figura 27</b> — Propostas conceituais avaliadas para concepção do lancetador. ....	94
<b>Figura 28</b> — Validação volumétrica das formas-base do lancetador. ....	95
<b>Figura 29</b> — Formas-base para o lancetador após validação volumétrica. ....	96
<b>Figura 30</b> — Aprimoramento dos sistemas de armazenamento. ....	98
<b>Figura 31</b> — Alternativa 1.....	100

<b>Figura 32</b> — Alternativa 2.....	101
<b>Figura 33</b> — Alternativa 3.....	102
<b>Figura 34</b> — Alternativa 4.....	103
<b>Figura 35</b> — Alternativa 5.....	104
<b>Figura 36</b> — Sistema desenvolvido para testagem rápida em locais remotos.....	110
<b>Figura 37</b> — Paleta de cores em sistema Pantone.....	110
<b>Figura 38</b> — Embalagem de transporte.....	111
<b>Figura 39</b> — Compartimentos para armazenamento de insumos e descartes.....	112
<b>Figura 40</b> — Componentes da embalagem em perspectiva explodida.....	112
<b>Figura 41</b> — Lancetador.....	113
<b>Figura 42</b> — Esquema de ativação do lancetador para disparo.....	114
<b>Figura 43</b> — Sistema de ejeção da lanceta pós-uso.....	114
<b>Figura 44</b> — Mecanismo do lancetador em perspectiva explodida.....	115
<b>Figura 45</b> — Sensor de testes.....	115
<b>Figura 46</b> — Posicionamento da tira de teste no sensor.....	116
<b>Figura 47</b> — Mecanismo do sensor de testes em perspectiva explodida.....	117
<b>Figura 48</b> — Análise da tarefa para o projeto desenvolvido.....	118

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> — Propostas para alcance dos objetivos específicos. ....	13
<b>Quadro 2</b> — Metodologia de trabalho para o TCC 1. ....	15
<b>Quadro 3</b> — Metodologia de trabalho para o TCC 2. ....	16
<b>Quadro 4</b> — Ações realizadas pela ESF, atribuídas por profissional integrante. ....	26
<b>Quadro 5</b> — Modalidades de Atendimento Domiciliar. ....	28
<b>Quadro 6</b> — Diagrama de Afinidades. ....	47
<b>Quadro 7</b> — Necessidades dos usuários. ....	58
<b>Quadro 8</b> — Processo de conversão e classificação dos requisitos dos usuários. .	59
<b>Quadro 9</b> — Hierarquização dos requisitos dos usuários. ....	60
<b>Quadro 10</b> — Similares de função analisados frente aos requisitos dos usuários. .	63
<b>Quadro 11</b> — Análises consideradas para a avaliação de similares de produto. ....	64
<b>Quadro 12</b> — Análise dos similares de produto. ....	66
<b>Quadro 13</b> — Análise comparativa dos similares de produto. ....	67
<b>Quadro 14</b> — Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto. ....	71
<b>Quadro 15</b> — Priorização dos requisitos de projeto a partir do QFD. ....	72
<b>Quadro 16</b> — Desenvolvimento da estrutura funcional do teste remoto. ....	75
<b>Quadro 17</b> — Especificações de projeto. ....	76
<b>Quadro 18</b> — Requisitos de projeto necessários e seus princípios norteadores. ....	80
<b>Quadro 19</b> — Análise da Oportunidade de Valor para a proposta conceitual. ....	84
<b>Quadro 20</b> — Estudo preliminar de forma para sensor de testes. ....	91
<b>Quadro 21</b> — Matriz morfológica para estudo da forma-base do lancetador. ....	95
<b>Quadro 22</b> — Matriz morfológica de funcionalidade para armazenamento. ....	97
<b>Quadro 23</b> — Matriz morfológica para geração de alternativas. ....	98
<b>Quadro 24</b> — Matriz de decisão para escolha da alternativa a ser detalhada. ....	105
<b>Quadro 25</b> — Análise da Oportunidade de Valor da proposta desenvolvida. ....	106

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** — Seleção de materiais realizada no *software CES EduPack*..... 77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AACC</b>	American Association for Clinical Chemistry
<b>ACS</b>	Agentes Comunitários de Saúde
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>GHC</b>	Grupo Hospitalar Conceição
<b>ESF</b>	Equipe Saúde da Família
<b>EPI</b>	Equipamento de Proteção Individual
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration
<b>HGT</b>	Hemoglicoteste
<b>IDC</b>	International Data Corporation
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>LCD</b>	Liquid crystal display
<b>MHRA</b>	Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency
<b>NIH</b>	National Institute of Health
<b>NHLBI</b>	National Heart, Lung and Blood Institute
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>OPAS</b>	Organização Pan-americana da Saúde
<b>PA</b>	Poliamida
<b>PAD</b>	Programa de Atendimento Domiciliar
<b>PBT</b>	Polibutileno tereftalato
<b>PCB</b>	Printed circuit board
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>PP</b>	Polipropileno
<b>PPS</b>	Polisulfeto de fenileno
<b>PSF</b>	Programa Saúde da Família
<b>PNAD</b>	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
<b>QFD</b>	Quality Function Deployment
<b>RAS</b>	Redes de Atenção à Saúde
<b>Ripsa</b>	Rede Intragerencial de Informações para a Saúde
<b>SAMU</b>	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
<b>SUS</b>	Sistema Único de Saúde
<b>TCC</b>	Trabalho de Conclusão de Curso

<b>TLR</b>	Testes Laboratoriais Remotos
<b>UBS</b>	Unidade Básica de Saúde
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>UFRGS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>UPA</b>	Unidade de Pronto Atendimento

## GLOSSÁRIO

**Analito:** *química*. substância ou componente alvo de análise em um ensaio químico.

**Anamnese:** *medicina*. entrevista realizada por profissional da saúde com objetivo de levantar histórico de condições, sintomas e doenças de determinada pessoa.

**Atenção Básica:** conjunto de ações, de caráter individual e coletivo, situadas no primeiro nível de atenção dos sistemas de saúde, voltadas para a promoção da saúde, prevenção de agravos, tratamento e reabilitação.

**Atendimento Domiciliar:** modalidade de atenção à saúde composta por conjunto de ações de promoção à saúde, prevenção e tratamento de doenças e reabilitação prestadas em um domicílio.

**Biomarcador:** *química*. atributos mensuráveis de um processo ou estado biológico aplicados a ferramentas para diagnóstico ou monitoramento de doenças ou mecanismos de resposta clínica a um tratamento.

**Colorimetria:** *química*. técnica de química analítica utilizada para determinar a concentração de componentes coloridos em uma solução.

**Eletrólitos:** *química*. minerais que ajudam na manutenção dos níveis adequados de fluidos e no equilíbrio ácido-base do corpo (pH), tais como sódio, potássio, cloreto e bicarbonato.

**Endemia:** *medicina*. presença ou prevalência de enfermidade ou agente infeccioso em uma zona geográfica determinada.

**Esfigmomanômetro:** *medicina*. aparelho de medir pressão.

**Espectroscopia:** *físico-química*. métodos para análise de substâncias baseados na interpretação de espectros de emissão ou absorção de radiações eletromagnéticas.

**Fluorescência:** *físico-química*. fenômeno físico no qual uma substância emite luz quando exposta à radiação.

**Fragmentação:** coexistência de diversas unidades não coordenadas entre si dentro da Rede Assistencial de Saúde.

**Glicose:** *química*. tipo de açúcar utilizado pelo corpo para fornecimento de energia.

**Glicosímetro:** *medicina*. aparelho para medir a glicemia capilar (glicose no sangue).

**Hemácia:** *medicina*. *sin.* glóbulo vermelho; célula mais abundante no sangue, representando cerca de 45% de seu volume total.

**Hemoglicoteste:** *medicina*. teste realizado com glicosímetro para monitoramento da glicemia capilar, sobretudo em pacientes diabéticos.

**Hemoglobina:** *medicina.* proteína componente das hemácias que auxilia no transporte de oxigênio e nutrientes para os pulmões e tecidos. Sua cor avermelhada é responsável pela coloração do sangue.

**Indicador:** ver Biomarcador.

**Indústria 4.0:** conceito utilizado para descrever a quarta revolução industrial, na qual a aplicação de novas tecnologias na automação de tarefas e no controle de dados e informações aparece como ponto central dos processos industriais.

**Lab-on-a-chip:** dispositivo que integra funções laboratoriais em um circuito único e automatizado para obtenção de triagens de alto rendimento.

**Laboratório clínico:** *medicina.* serviço destinado à análise de amostras biológicas de pacientes com a finalidade de oferecer apoio diagnóstico e terapêutico. Compreende as fases pré-analítica (solicitação e coleta da amostra), analítica (análise) e pós-analítica (obtenção e emissão de resultados).

**Leucócito:** *medicina. sin.* glóbulo branco; célula sanguínea responsável pela proteção contra infecções.

**Microfluído:** *química.* área de investigação e desenvolvimento de microdispositivos capazes de realizar análises químicas complexas que incluem reação, separação e análise de analitos em um único meio (*lab-on-a-chip*).

**Oxímetro:** *medicina.* dispositivo para verificar a saturação de oxigênio no sangue os batimentos cardíacos.

**Perfil epidemiológico:** *medicina.* estado de saúde de determinada comunidade.

**Plaqueta:** *medicina.* componente responsável pela coagulação sanguínea.

**Plasma:** *medicina.* componente líquido do sangue.

**Polímero termoplástico:** *engenharia.* polímero capaz de ser moldado e conformado em processos industriais devido à sua viscosidade em temperaturas elevadas.

**Programa Saúde da Família:** reorganiza a prática da atenção à saúde ao assumir estratégias de prevenção, promoção e recuperação da saúde das pessoas, de forma integral e contínua. O atendimento é prestado na Unidade Básica de Saúde ou no domicílio pelas Equipes de Saúde da Família.

**Saúde 4.0:** derivada da Indústria 4.0, integra os avanços tecnológicos à área da saúde, em uma abordagem centrada no paciente. O posicionamento colaborativo tem como principal intuito fornecer recursos médicos capazes de prevenir a piora de quadros clínicos e promover o bem-estar físico e mental dos indivíduos.

**Sensor:** *físico-química.* dispositivo capaz de medir e converter determinada quantidade física em sinais que podem ser lidos e interpretados.

**Sistemas cyber-físicos:** *ing. cyber-physical systems*; sistema que integra e controla processos físicos por meio de elementos computacionais e redes colaborativas.

**Teste Laboratorial Remoto:** *medicina. ing. point-of-care testing*; teste realizado por equipamento laboratorial situado fisicamente fora da área de um laboratório clínico.

**Transdutor:** *físico-química*. dispositivo capaz de converter informação proveniente de um fenômeno físico captado por um sensor em sinais detectáveis, normalmente elétricos.

**Unidade Básica de Saúde:** unidade pública de saúde responsável pela população a ela vinculada, na qual atuam uma ou mais equipes do Programa Saúde da Família.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	8
1.2 JUSTIFICATIVA .....	10
1.3 OBJETIVOS .....	12
1.4 DELIMITAÇÕES DE PROJETO .....	13
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>18</b>
3.1 REDES DE ATENÇÃO À SAÚDE .....	18
3.2 ATENÇÃO BÁSICA À SAÚDE .....	22
<b>3.2.1 Equipes Saúde na Família</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2.2 Agentes comunitários de saúde</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.3 Programas de Atendimento Domiciliar</b> .....	<b>27</b>
3.3 DESIGN E SAÚDE .....	30
3.4 ANÁLISES CLÍNICAS .....	33
<b>3.4.1 Wearables e testes laboratoriais remotos</b> .....	<b>38</b>
<b>4 PESQUISA EXPLORATÓRIA</b> .....	<b>41</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO-ALVO .....	42
<b>4.1.1 Diagrama de Afinidades</b> .....	<b>46</b>
4.2 ANÁLISE DA TAREFA .....	48
<b>4.2.1 Agentes comunitários de saúde</b> .....	<b>49</b>
<b>4.2.2 Equipes de Atendimento Domiciliar</b> .....	<b>51</b>
<b>4.2.3 Levantamento postural e acional</b> .....	<b>53</b>
4.3 NECESSIDADES DOS USUÁRIOS .....	57
4.4 REQUISITOS DOS USUÁRIOS .....	58
<b>5 LEVANTAMENTO DE SIMILARES</b> .....	<b>61</b>
5.1 SIMILARES DE FUNÇÃO .....	61
5.2 SIMILARES DE PRODUTO .....	64
<b>6 DEFINIÇÕES PROJETUAIS</b> .....	<b>70</b>
6.1 REQUISITOS DE PROJETO .....	70
6.2 FUNÇÃO GLOBAL DO PRODUTO .....	72
6.3 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO .....	75
<b>7 CONCEITO DO PROJETO</b> .....	<b>79</b>

<b>8 CONCEPÇÃO DO PRODUTO.....</b>	<b>87</b>
8.1 VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE ANÁLISE .....	87
8.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS .....	89
<b>9 DETALHAMENTO DO PRODUTO .....</b>	<b>109</b>
9.1 VISÃO GERAL DO SISTEMA.....	109
9.1.1 Embalagem de transporte.....	111
9.1.2 Lancetador.....	113
9.1.3 Sensor de testes .....	115
9.2 OPERAÇÃO DO SISTEMA.....	117
<b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>120</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO COM AGENTES DE SAÚDE .....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICE B — ENTREVISTA COM FAMILIAR DE PACIENTE .....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE C — ENTREVISTA ATENDIMENTO DOMICILIAR DO GHC.....</b>	<b>139</b>
<b>APÊNDICE D — ANÁLISE DA TAREFA .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE E — DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD) .....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE F — AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO.....</b>	<b>149</b>
<b>APÊNDICE G — GUIA DO OPERADOR .....</b>	<b>150</b>
<b>APÊNDICE H — DETALHAMENTO TÉCNICO .....</b>	<b>151</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O fenômeno mundial de envelhecimento da população observado ao longo das últimas décadas acarreta profundas mudanças na organização social e política dos países, sobretudo no que diz respeito ao perfil epidemiológico global. O aumento nos gastos em saúde é associado à ascensão do número de enfermidades crônicas, complexas e onerosas, sendo estas a maior causa de morte, amputações e perda de mobilidade em pacientes.

Para que não representem ameaça à vida, as doenças crônicas necessitam de medidas de prevenção adequadas e tratamentos a longo prazo. Frente a isso, a mudança de foco dos sistemas de saúde para uma atenção preventiva e centrada no paciente surge como uma alternativa qualificada para a ampliação do cuidado assistencial e o melhor gerenciamento de recursos disponíveis, contribuindo para a melhoria coletiva dos indicadores de saúde da população.

Por outro lado, países em desenvolvimento dispõem de acesso limitado a dispositivos diagnósticos e configurações de trabalho otimizados, e a falta de frequência nos exames de rotina dificulta a identificação de doenças, diminuindo a possibilidade de intervenção clínica.

No cenário mundial, a última década trouxe uma série de avanços e estratégias para aprimorar o desempenho dos sistemas de análise e detecção clínica. Entre elas, a modalidade de diagnóstico remoto aparece como facilitadora de um processo rápido, intuitivo, portátil e acessível ao miniaturizar, transportar e realizar o processo de análise no local de atendimento. Por consequência, a adoção de tais dispositivos pode contribuir para um melhor gerenciamento da saúde de usuários do sistema público, especialmente nas unidades vinculadas à Atenção Básica.

Dessa forma, o presente trabalho se propõe à identificação de possíveis pontos de implementação de sistemas remotos na Atenção Básica do SUS, apresentando uma solução projetual capaz de contornar a falta de equipamentos e métodos de avaliação em locais de atendimento, fornecendo assim respostas rápidas e agilidade na tomada de decisões diagnósticas e terapêuticas durante o monitoramento de grupos de risco em todas as áreas do território brasileiro.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O perfil demográfico da população mundial vem experimentando profundas mudanças ao longo das últimas décadas devido ao aumento da proporção de indivíduos idosos, fato diretamente relacionado à tendência ascendente da expectativa de vida ao nascer e à redução dos níveis de fecundidade (RIPSA, 2008). Em 2010, os brasileiros de idade igual ou superior a 60 anos representavam 10,8% da população total, valor 3,5% mais alto do que o registrado em 1991 (IBGE, 1991; 2000; 2010).

O envelhecimento traz consigo modificações também no perfil epidemiológico da população, no qual as condições agudas típicas de uma população jovem dão lugar a enfermidades crônicas, complexas e onerosas (GORDILHO *et al.*, 2000; VERAS; PARAHYBA, 2007; MENDES, 2011). As condições crônicas de saúde são caracterizadas por seus longos períodos de duração marcados por ciclos de controle e de agudização dos sintomas, geralmente acompanhando seus portadores de forma permanente durante toda a vida. (SINGH, 2008). No Brasil, os resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2008 mostram números parecidos: quase 72% dos brasileiros idosos são portadores de pelo menos uma doença crônica (BRASIL, 2013a). Em relação ao total da população do país, 59,5 milhões de brasileiros (31,3%) apresentam a condição (IBGE, 2010).

Devido à multiplicidade e à natureza de suas patologias, o custo de internações hospitalares e o tempo médio de permanência na rede hospitalar são expressivamente mais elevados para idosos (VERAS, 1994), motivo pelo qual as condições crônicas representam 60% dos gastos mundiais decorrentes de doenças, 72% das causas de morte e a maior causa de amputações e perda de mobilidade em pacientes (OMS, 2003).

Para que não representem ameaça à vida daqueles que as possuem, as doenças crônicas necessitam de medidas de prevenção adequadas e tratamentos a longo prazo. Desta forma, uma quantidade expressiva de óbitos poderia ser evitada. Ainda assim, a taxa de aderência aos tratamentos preventivos em países em desenvolvimento é de apenas 20% (OMS, 2005), valor associado ao fato de que o sucesso do tratamento depende fortemente da conscientização do usuário sobre sua condição e de sua relação com os programas de atenção à saúde (OMS, 2003).

Nesse contexto, a intensa fragmentação que caracteriza os sistemas de saúde latino-americanos contribui para o atendimento deficitário da população. A estrutura descentralizada e pouco colaborativa do cuidado assistencial, além de aumentar os gastos públicos devido ao uso ineficiente dos recursos disponíveis, representa mais uma barreira de acesso aos serviços pelos cidadãos (OPAS, 2010).

A nível global, a mudança de foco para uma atenção colaborativa e centrada no paciente trazida pela implementação de políticas preventivas e promocionais de saúde tem se mostrado um importante fator para a universalização do acesso aos serviços públicos de saúde e para a melhoria do tratamento médico (PARAHYBA; SIMÕES, 2006). Assim, a formação de redes integradas e regionalizadas de atenção à saúde é indicada como alternativa qualificada e eficiente à fragmentação do sistema (OPAS, 2010; MENDES, 2011). A adoção dessas tendências sugere uma grande ampliação da acessibilidade do sistema, contribuindo para a melhoria coletiva dos indicadores de saúde da população (FRIES, 2002; SCHOENI *et al.*, 2005; OPAS, 2010).

No Brasil, a Rede Intragerencial de Informações para a Saúde (Ripsa) revelou um crescimento no número médio de consultas médicas por habitante entre os anos 1995 e 2005, passando de 2,2 a 2,5. Mesmo que pequeno, o valor reflete o aumento e a melhoria da oferta de serviços e do registro de informações. Por outro lado, a média nacional de procedimentos realizados por consulta médica foi de 0,75 (RIPSA, 2008), indicando que apenas 30% das consultas realizadas pelo SUS são amparadas por algum tipo de monitoramento clínico. Estes valores fazem lembrar que a prática de cuidado assistencial em países em desenvolvimento dispõe de acesso limitado a dispositivos de diagnóstico e configurações de trabalho sofisticados (PIRNSTILL; COTÉ, 2015). Por causa disso, as consultas médicas ainda possuem um aspecto remediador de sintomas agudos.

Em relação à capacidade de diagnóstico de condições de saúde da população, o método convencional de análise por meio de exames clínico-laboratoriais é uma solução intrinsecamente lenta e onerosa (FOURNIER *et al.*, 2013). Além do mais, a falta de frequência nos exames de rotina por parte da população dificulta a identificação de doenças em seus estágios iniciais, diminuindo as possibilidades de intervenção clínica nos pacientes (O'NEILL *et al.*, 2016). Frente a essa situação, os dispositivos de diagnóstico capazes de realizar monitoramento de indicadores em tempo real diretamente nos locais de atendimento (testes laboratoriais remotos, do

inglês *point-of-care devices*) prometem quebrar os paradigmas da medicina centrada no usuário (YETISEN *et al.*, 2018).

O desenvolvimento destes dispositivos aparece como solução fundamental para facilitar os testes clínicos em pacientes atendidos a domicílio ou em unidades de Atenção Básica, permitindo a detecção precoce de alterações e desvios nos valores de referência para diferentes marcadores (JUSTINO *et al.*, 2010; OZCAN, 2014) e auxiliando o monitoramento de pacientes de alto risco, portadores de doenças crônicas ou com mobilidade reduzida (AGARWAL *et al.*, 2015; COSKUN *et al.*, 2019).

Apesar de ser uma das áreas mais pesquisadas dos últimos dez anos, deve-se ter em mente que o desenvolvimento de dispositivos para teste laboratorial remoto (TLR) ainda enfrenta uma série de barreiras, tais como a alta complexidade de algumas análises e a inexistência de testes conclusivos para uma série de patologias. Entretanto, como apontam O'Neill *et al.* (2016), os esforços para desenvolver tais plataformas estão gerando frutos e podem, posteriormente, ser adaptados para outras análises.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O crescente número de casos crônicos, reflexo do aumento da expectativa de vida e, conseqüentemente, da população idosa, é um dos principais responsáveis pela mudança no perfil epidemiológico de países em desenvolvimento (VERAS; PARAHYBA, 2007; MENDES, 2011): até 2020, tais condições representarão 78% da carga total de suas doenças (OMS, 2003). Embora cada vez mais semelhante aos países desenvolvidos, o Brasil ainda não dispõe de uma infraestrutura de serviços capaz de suprir as demandas decorrentes das transformações demográficas vigentes (IBGE, 2009). O aumento da prevalência de doenças crônicas, conforme aponta a Organização Pan-americana da Saúde (OPAS, 2010):

[...] também exige maior integração entre o atendimento do primeiro nível de atendimento e o da especialidade. Além disso, muitos sistemas enfrentam a coexistência de problemas associados à pobreza e exclusão social (por exemplo, doenças contagiosas e desnutrição), enquanto enfrentam novos desafios, como HIV/AIDS, estilos de vida pouco saudáveis e aumento de violência, acidentes e problemas mentais.

Visto que as doenças crônicas impactam diretamente na qualidade de vida a longo prazo dos indivíduos, a avaliação do declínio funcional, especialmente em idosos, entra como um parâmetro auxiliar no monitoramento de suas condições de

saúde. A incapacidade funcional refere-se à dificuldade ou impossibilidade de realização de atividades básicas, de cuidado pessoal e da vida diária, necessárias para viver de forma independente na comunidade (IBGE, 2009).

É importante ressaltar que, embora a variação do número de casos crônicos independa do rendimento familiar, o mesmo não ocorre para a capacidade funcional. Esse indicativo apresenta uma relação inversa à renda, em um cenário onde a taxa de prevalência em idosos com renda de até um salário mínimo é de quase 30%, diminuindo para menos de 20% em idosos com renda acima de cinco salários mínimos. Além disso, as mudanças demográficas e epidemiológicas acarretam um crescimento das despesas com tratamentos médicos e hospitalares: devido à multiplicidade e à natureza de suas patologias, o tempo médio de permanência de idosos na rede hospitalar são expressivamente mais elevados (IBGE, 2009). Entre os anos 2000 e 2010, o valor médio de cada internação realizada no SUS aumentou de R\$409,00 para R\$946,00, sendo o maior aumento de custos referente à área de cuidados prolongados. No mesmo período, as despesas com bens e serviços de saúde das famílias brasileiras aumentaram 0,36%, representando 7,68% de sua renda bruta em 2010. Em termos financeiros, em um período de dez anos o aumento dos gastos em saúde por parte da população ultrapassou a marca de R\$99 milhões (RIPSA, 2013).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009) sugere que a realização de ações preventivas de saúde pode contribuir para a redução dos efeitos correlacionados ao declínio funcional e às morbidades associadas. De fato, as condições crônicas demandam, por natureza, monitoramento e acompanhamento clínico contínuos do estado de saúde de seus portadores (MARTINS, 2006). Outra tendência identificada pela OPAS (2010), movida pela conscientização da população sobre suas necessidades e direitos de cuidado individual, é a crescente exigência por serviços de saúde de maior qualidade, com coberturas mais abrangentes e prestados em ambientes mais próximos de suas casas. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada pelo IBGE (2008), a percepção de um estado de saúde insuficiente acarreta maior uso dos serviços de saúde, especialmente entre os idosos: 82,3% dos indivíduos com idade superior a 65 anos comparecem a pelo menos uma consulta médica ao ano, taxa 14,6% maior do que a média da população brasileira (67,7%).

Frente a esse contexto, as mudanças comportamentais e demográficas, somadas aos avanços médicos e tecnológicos, aumentam a necessidade de adaptação dos modelos de atendimento para uma abordagem centrada no ser humano. Como exemplo desses avanços, a OPAS (2010) menciona “novos métodos de triagem, terapia genética, técnicas laparoscópicas, cirurgia minimamente invasiva, transplante de órgãos, tecnologia de imagem e tele-saúde. Contudo, não se pode ignorar a existência de sérias desigualdades na distribuição geográfica dos recursos humanos na saúde, particularmente nas áreas rurais e mais isoladas dos países (OPAS, 2010). Um estudo realizado pelo Departamento De Propedêutica Complementar da UFMG (2007) mostrou que mais de 85% dos 31,4 milhões de exames de análise clínico-laboratoriais realizados em 2005 pelo SUS no estado de Minas Gerais foram considerados normais ou negativos. Com um tempo médio de espera de vinte dias para os resultados retornarem às unidades, mais de 50% sequer chegaram aos médicos que os haviam solicitado.

No cenário mundial, diferentes estratégias para aprimorar o desempenho dos sistemas de análise e detecção clínica vêm sendo exploradas na última década. Entre elas, a modalidade de diagnóstico nos locais de atendimento (sistemas *point-of-care*) permitem um processo rápido, portátil, econômico e intuitivo (YOO; LEE, 2016; KUMAR *et al.*, 2013). Além dos tempos reduzidos de teste e *feedback*, os mesmos reduzem a necessidade de transporte de amostras e o gerenciamento de grandes volumes de material coletado, permitindo uma fácil integração com o processamento de informações, inclusive em smartphones (VASAN *et al.* 2013; OZCAN, 2014; YOO; LEE, 2016). Do ponto de vista econômico, esses dispositivos podem diminuir o custo da assistência médica (FERREIRA *et al.*, 2019).

Assim, o desenvolvimento de um dispositivo que permita a rápida avaliação clínica de pacientes atendidos por equipes de Atenção Básica à saúde representa uma contribuição significativa para o gerenciamento da saúde de crianças, idosos, pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida que fazem uso do sistema público de saúde brasileiro.

### 1.3 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento conceitual de um dispositivo para coleta de análise de amostras sanguíneas em locais remotos, atendendo às necessidades dos profissionais do SUS que realizam atividades de

prevenção, avaliação e intervenção sanitárias da população. Buscando contemplar o objetivo geral anteriormente descrito, definem-se os seguintes objetivos específicos e os métodos pretendidos para seu alcance (Quadro 1):

- a) Compreender os fundamentos das análises clínico-laboratoriais de amostras fisiológicas e das técnicas de análise qualitativa de indicadores, especialmente aquelas vinculadas aos processos de cromatografia;
- b) Caracterizar os sistemas atualmente utilizados para monitoramento ou análise química de biomarcadores;
- c) Mapear as condições de trabalho das equipes da Atenção Básica do SUS, visando à minimização de riscos e à garantia da confiabilidade das análises;
- d) Validar a funcionalidade do produto desenvolvido quanto à análise qualitativa de biomarcadores em quantidades diminutas de amostra sanguínea;
- e) Desenvolver solução que cumpra de maneira satisfatória e economicamente viável os requisitos de projeto elencados na primeira etapa do trabalho.

**Quadro 1** — Propostas para alcance dos objetivos específicos.

Objetivo específico	Método para alcance do objetivo
a) Compreender análises clínicas	Revisão bibliográfica
b) Caracterizar sistemas químicos	Análise de similares de função e de produto
c) Mapear condições de trabalho do público-alvo	Pesquisa exploratória
d) Validar a funcionalidade do produto	Reprodução de teste laboratorial para detecção de ferro estabelecido por Horak e Sunderman (1974)
e) Desenvolver solução economicamente viável	Definições projetuais alinhadas aos requisitos dos usuários

(Fonte: autora)

#### 1.4 DELIMITAÇÕES DE PROJETO

O projeto está delimitado ao desenvolvimento de um dispositivo portátil, não sendo prevista a elaboração detalhada da logística do serviço, isto é, as questões que tangem a distribuição, manutenção e reposição do produto pelo SUS às equipes de Atenção Básica. As tarefas relativas à gestão de marca, especificamente a criação de identidade visual, também não serão desenvolvidas pela autora, visto que os conhecimentos adquiridos na ênfase em Produto do curso de Design da UFRGS não contemplam esta área.

Quanto à análise de biomarcadores, a reprodução funcional dos ensaios será realizada apenas para a detecção de ferro em solução líquida. O analito foi escolhido em função de sua viabilidade de manufatura dentro das condições técnico-estruturais apresentadas pelos laboratórios da Escola de Engenharia. O desempenho dos testes laboratoriais é parte de projeto de pesquisa da autora no Laboratório de Materiais Cerâmicos da UFRGS. Ressalta-se ainda que a validação do projeto junto ao usuário está restrita aos aspectos estético-formais do sistema, uma vez que o mesmo é destinado a exames de caráter invasivo.

## 2 METODOLOGIA

O desenvolvimento de um novo produto deve ser entendido como um processo estruturado por métodos sistemáticos interdisciplinares que, além de explorarem o processo lógico e criativo através do uso de ferramentas e técnicas práticas, requerem pesquisa, planejamento e avaliação cuidadosos (BAXTER, 1998; PLATCHECK, 2012). Desta forma, para Platcheck (2012), escolher uma proposta metodológica adequada aos objetivos do projeto de produto é o primeiro passo para garantir o sucesso do resultado final.

Este trabalho baseia-se fundamentalmente nas diretrizes propostas por Back *et al.* (2008), em seu *Modelo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP)*, e por Platcheck (2012), em sua *Metodologia de Ecodesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis*. Buscando aprofundar a pesquisa nas áreas de sistemas e subsistemas do produto, técnicas criativas e definição do conceito do trabalho, os trabalhos de Blanchard e Fabrycky (1981), Martin e Hanington (2012) e Baxter (1998) foram escolhidos, respectivamente, como metodologia complementar.

A metodologia adaptada pela autora, apresentada nos Quadros 2 e 3, constitui-se de duas macroetapas: (1) Planejamento e Desenvolvimento, contemplando as fases de Planejamento do Projeto, Pesquisa Exploratória e Definições Projetuais; e (2) Detalhamento e Refinamento, formada pelas fases de Definição do Conceito, Propostas de Solução, Detalhamento da Solução e Refinamento do Projeto.

**Quadro 2** — Metodologia de trabalho para o TCC 1.

		PLANEJAMENTO DO PROJETO	PESQUISA EXPLORATÓRIA	DEFINIÇÕES PROJETUAIS
TCC 1 PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO	PROPOSTA	Avaliar estado da arte Justificar projeto Elaborar problema de projeto Definir objetivos Definir metodologia Definir cronograma	Restringir temas de interesse Conhecer público-alvo Analisar tarefa Analisar produtos e funções Elencar necessidades do usuário Definir requisitos do usuário	Especificar função global Definir requisitos de projeto Hierarquizar requisitos
	FERRAMENTAS	Revisão Bibliográfica	Entrevistas Questionários Diagrama de Afinidades Mapa da Jornada do Usuário Storyboards Análise de Similares	Diagrama de Mudge Quality Function Deployment
	MÉTODO	Back et al. (2008) Platcheck (2012)	Back et al. (2008) Blanchard & Fabrycky (1981) Martin & Hanington (2012) Platcheck (2012)	Blanchard & Fabrycky (1981) Back et al. (2008) Csillag (1988)

(Fonte: autora)

**Quadro 3** — Metodologia de trabalho para o TCC 2.

		DEFINIÇÃO DO CONCEITO	DETALHAMENTO DO SISTEMA	PROPOSTAS DE SOLUÇÃO	REFINAMENTO DO PROJETO
TCC 2 DETALHAMENTO E REFINAMENTO	PROPOSTA	Sintetizar resultados Elaborar conceito preliminar Definir e detalhar conceito	Selecionar materiais e processos Definir funcionamento sistema Definir componentes do sistema	Analisar e detalhar sistemas Definir parâmetros projetuais Gerar alternativas de solução Selecionar alternativa final Validar alternativa final	Elaborar detalhamento técnico Confeccionar modelo virtual
	FERRAMENTAS	Painéis Semânticos Cenários	Revisão Bibliográfica	Matriz Morfológica Validação Volumétrica Análise da Oportunidade de Valor Validação com Público-alvo	Modelagem tridimensional
	MÉTODO	Baxter (1998) Martin & Hanington (2012) Platcheck (2012)	Back et al. (2008) Platcheck (2012)	Back et al. (2008) Baxter (1998) Martin & Hanington (2012) Platcheck (2012)	Back et al. (2008) Platcheck (2012)

(Fonte: autora)

Dentro da macroetapa de Planejamento e Desenvolvimento, a fase de Planejamento do Projeto almeja estruturar a base teórica do trabalho a partir da avaliação do estado da arte dos assuntos a ele pertinentes, definindo-se também a justificativa e o problema de projeto, os objetivos gerais e específicos, a abordagem metodológica e o cronograma de trabalho (BACK *et al.*, 2008; PLATCHECK, 2012). A fase de Pesquisa Exploratória busca compreender a situação atual em termos de aspectos relevantes ao contexto no qual público-alvo está inserido, lançando mão de entrevistas (MARTIN; HANINGTON, 2012), questionário (PLATCHECK, 2012) e das técnicas projetuais Diagrama de Afinidades, Mapa da Jornada do Usuário, *storyboards* (MARTIN; HANINGTON, 2012), Análise de Similares de produto e de função (PLATCHECK, 2012) e Análise da Tarefa (BLANCHARD; FABRYCKY, 1981). Os resultados obtidos nesta fase compõem a lista de necessidades do usuário, e servem de base para a etapa de Definições Projetuais, cujo objetivo é identificar, definir e hierarquizar os requisitos de projeto. Estes são elencados por meio das ferramentas Diagrama de Mudge (CSILLAG, 1988) e Desdobramento da Função Qualidade (QFD, em inglês) (BACK *et al.*, 2008; BLANCHARD; FABRYCKY, 1981).

A macroetapa de Detalhamento e Refinamento, por sua vez, inicia-se pela Definição do Conceito do projeto a partir da síntese dos dados coletados na macroetapa anterior e elaboração de Painéis Semânticos (BAXTER, 1998) e Cenários (MARTIN; HANINGTON, 2012). Com o conceito bem definido, a fase de Detalhamento do Sistema fornece a base para a geração de Propostas de Solução, caracterizando-se respectivamente pela análise e definição da estrutura funcional dos sistemas que compõem o produto, seleção dos materiais e processos produtivos (BACK *et al.*, 2008;

PLATCHECK, 2012); e pela geração e seleção dos princípios de solução do projeto. Para as propostas de solução, utilizam-se as técnicas criativas Matriz Morfológica (BACK *et al.*, 2008), Validação Volumétrica (PLATCHECK, 2012), Análise da Oportunidade de Valor e Validação com o Público-alvo (MARTIN; HANINGTON, 2012). Ao final da terceira fase, a alternativa final do projeto está selecionada. Finalmente, o Refinamento do Projeto ocupa-se da finalização da proposta conceitual e simulação tridimensional do modelo em ambiente virtual (BACK *et al.*, 2008; PLATCHECK, 2012).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apresenta-se nesta seção o referencial teórico necessário para a compreensão do problema de projeto proposto. Para tanto, a revisão bibliográfica realizada abrange assuntos relacionados aos sistemas integrados de saúde e à exames de análises clínicas em amostragem sanguínea, incluindo tópicos sobre Redes de Atenção à Saúde no SUS, programas de Atenção Básica e seus desdobramentos, e biomarcadores em testes fisiológicos de detecção. Traz-se também uma discussão sobre o conceito de Saúde 4.0, no qual as mudanças na abordagem dos serviços conferem ao design o papel de facilitador dos processos de saúde, valendo-se dos avanços científicos e tecnológicos da era digital. Como exemplos dessa integração, analisam-se ainda os testes laboratoriais remotos (TLR) e os dispositivos *wearables*.

#### 3.1 REDES DE ATENÇÃO À SAÚDE

A criação e implementação de sistemas de saúde nos países latino-americanos está diretamente vinculada à evolução dos regimes de proteção social ocorrida nos países ocidentais no início do século XX (OPAS, 2007). Nos anos 1920, o Relatório Dawson já apontava a integração dos serviços de medicina preventiva como ponto crítico para sucesso da obtenção de tratamentos das condições de saúde da população (DAWSON, 1964). Entretanto, conforme aponta relatório da OPAS (2007), o estabelecimento desses modelos na América Latina foi marcado pela estratificação do exercício do direito à saúde, isto é, pela segregação da população por critérios de renda, ocupação, origem étnica e localização urbana ou rural. Em consequência, os sistemas públicos de saúde da região desenvolveram-se de modo fragmentado (MENDES, 2011).

A fragmentação excessiva dos sistemas de saúde se manifesta como uma falta de coordenação entre os diferentes níveis e locais de atendimento, a qual implica na dificuldade de acesso aos serviços por parte da população; na utilização ineficiente dos recursos disponíveis; no aumento das despesas; na perda de continuidade dos cuidados; e na falta de congruência entre o cuidado assistencial e as necessidades dos cidadãos (BRASIL, 2010; OPAS, 2010; MENDES, 2011).

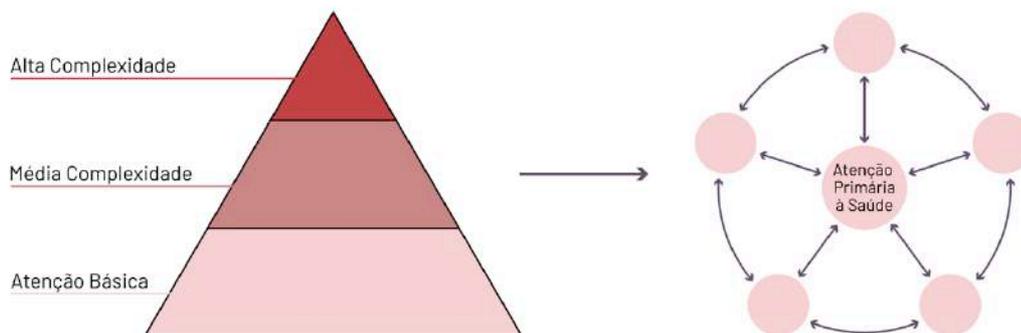
Frente a tal situação, a Conferência Internacional sobre Cuidados Primários de Saúde de Alma-Ata, realizada pela OMS em 1978, estabeleceu a imperatividade da busca por novo modelos de saúde equitativos e abrangentes, capazes de contribuir

efetivamente na proteção social e na garantia do direito à saúde e à continuidade da assistência para todos os cidadãos (OPAS, 2007). Segundo a Declaração de Alma-Ata, a melhoria progressiva dos cuidados de saúde deve ser feita por meio de sistemas integrados, funcionais e de referência (OMS, 1978), objetivo ratificado pela OPAS por meio da institucionalização de Redes Integradas de Atenção à Saúde como parte do processo de renovação dos sistemas sanitários nas Américas (OMS, 1978; OPAS, 2007).

As Redes de Atenção à Saúde (RAS) são descritas como uma proposta de organização gerencial que fornece serviços preventivos e terapêuticos igualitários e abrangentes a uma população regionalmente definida, de forma contínua e por meio de diferentes níveis de atendimento. Ainda que a segregação populacional seja um ponto a ser combatido nos novos modelos de cuidado assistencial, a população sob responsabilidade das RAS deve ser conhecida, registrada e cadastrada em sistemas de informações. A identificação das condições de saúde estabelecidas e dos fatores de risco sócio-sanitários permite que as necessidades de seus usuários sejam atendidas da forma mais eficiente e adequada possível (MENDES, 2011).

No Brasil, as Redes de Atenção à Saúde foram implementadas pelo *Programa Mais Saúde* no ano de 2010 como uma tentativa de articular os serviços de saúde públicos em um sistema de base territorial composto por três níveis de atenção, básica, de média e de alta complexidades, ampliando assim a capacidade de atendimento à população. O nível primário, representado pela Atenção Básica, é entendido como o subsistema coordenador do cuidado e ordenador da rede, sendo a porta preferencial de entrada do usuário no SUS (BRASIL, 2013b). Os pontos de atenção secundária e terciária, por sua vez, ofertam serviços especializados de média e alta complexidade, respectivamente. Devido à sua densidade tecnológica, são constituídos por unidades hospitalares e ambulatoriais distribuídas ao longo do território de forma mais concentrada. É importante lembrar que a divisão em esferas primária, secundária e terciária não constitui relação hierárquica entre os pontos da rede (Figura 1), sendo a atuação equitativa dos três níveis imprescindível para o alcance dos objetivos comuns (MENDES, 2011).

**Figura 1** — Mudança de sistemas hierárquicos para Redes de Atenção à Saúde.



(Fonte: adaptado de Mendes, 2011)

Apesar de integradas em sua essência, as RAS não exigem a propriedade exclusiva dos serviços que as compõem, podendo os mesmos serem prestados através de acordos contratuais ou alianças estratégicas. Tal característica possibilita a busca por opções complementares aos serviços entre organizações de diferentes naturezas jurídicas, públicas ou privadas (OPAS, 2010). Neste âmbito, os sistemas logísticos e os sistemas de transporte aparecem como elos fundamentais das Redes de Atenção e, mesmo não constituindo o atendimento clínico em si, são os principais agentes na garantia de seu sucesso.

Os sistemas logísticos garantem a organização coerente dos fluxos e contrafluxos de informações, produtos e pessoas nas RAS. Desta forma, permitem troca eficiente de informações ao longo dos diferentes níveis de atenção à saúde e dos sistemas de apoio, sendo estes lugares institucionais das redes nos quais se prestam serviços comuns a todos os pontos de atenção da rede (MENDES, 2011). Dentro da logística, destaca-se também a organização do transporte de pessoas e produtos, que deve ser capaz de transportar pacientes e garantir simultaneamente o movimento adequado de material biológico e de resíduos gerados pelas equipes de saúde. Segundo Mendes (2011), o transporte de pessoas é um aspecto central de acessibilidade nas Redes, visto que a impossibilidade física e/ou econômica de deslocamento dos pacientes é considerada uma das principais barreiras no acesso aos serviços e locais de atendimento.

Os próximos passos da América Latina em direção a um sistema de saúde altamente eficiente podem ser observados pelos caminhos tomados no cuidado assistencial a nível global. A reorganização das Redes de Atenção à Saúde em arranjos produtivos híbridos, que visam à concentração de determinados serviços e à dispersão de outros, surge como uma proposta de reagrupamento contínuo de

recursos para a otimização dos resultados sanitários e econômicos (DEKKER, 1998). Os serviços a serem ofertados de forma dispersa são aqueles nos quais há recursos suficientes e em relação aos quais a distância é fator fundamental para a acessibilidade. De modo análogo, a centralização é indicada para recursos escassos ou para os quais a distância tem menor impacto sobre o acesso (MENDES, 2002). Os processos de substituição podem ser operados em quatro instâncias, locacional, tecnológica, clínica e de competências, sendo estas exemplificadas respectivamente pela mudança do local de prestação do serviço; utilização de medicamentos capazes de eliminar a necessidade de intervenção cirúrgica; transição do cuidado profissional para o autocuidado apoiado; e alterações nas funções e habilidades delegadas a cada um dos profissionais da equipe (MENDES, 2011).

Hartz e Contandriopoulos (2004) propuseram ainda a eliminação das barreiras de acesso entre os diversos níveis de atenção por meio da exploração intensa de tecnologias da informação, tornando o sistema de apoio diagnóstico e terapêutico um componente transversal das RAS. A utilização de sistemas de informação clínica, especialmente os de registro eletrônico, possibilitaria assim a qualificação do acompanhamento dos usuários, fornecendo-lhes um serviço de atenção efetivo. A interoperabilidade dos diversos sistemas possibilitaria ainda o fluxo de informações e o acesso das mesmas pelos diversos pontos de atenção da rede (MENDES, 2002).

Dessa forma, a visão sistêmica, além de integrar as atenções hospitalares e ambulatoriais, visa à institucionalização de novos pontos de Atenção Básica, como a atenção domiciliar e os centros de assistência social (EDWARDS *et al.*, 1998). Conforme Johnston *et al.* (2008), a definição da Atenção Básica como porta de entrada das Redes de Saúde; a substituição locacional por meio da atenção domiciliar; e o uso de equipamentos comunitários, centros de enfermagem e tele-assistência apresenta resultados clínicos positivos ao passo que reduz os custos da Atenção (JOHNSTON *et al.*, 2008). Em relação ao contexto brasileiro, o movimento de reorganização do Sistema Único de Saúde implicaria assim na centralização das unidades de processamento de materiais; na descentralização da coleta de exames, levando-as especialmente às unidades de Atenção Básica (OPAS, 2010; MENDES, 2011); e no desenvolvimento de um sistema de logística apto a conectar todos os pontos da Rede por meio de um gerenciamento eficaz das informações (UFMG, 2007).

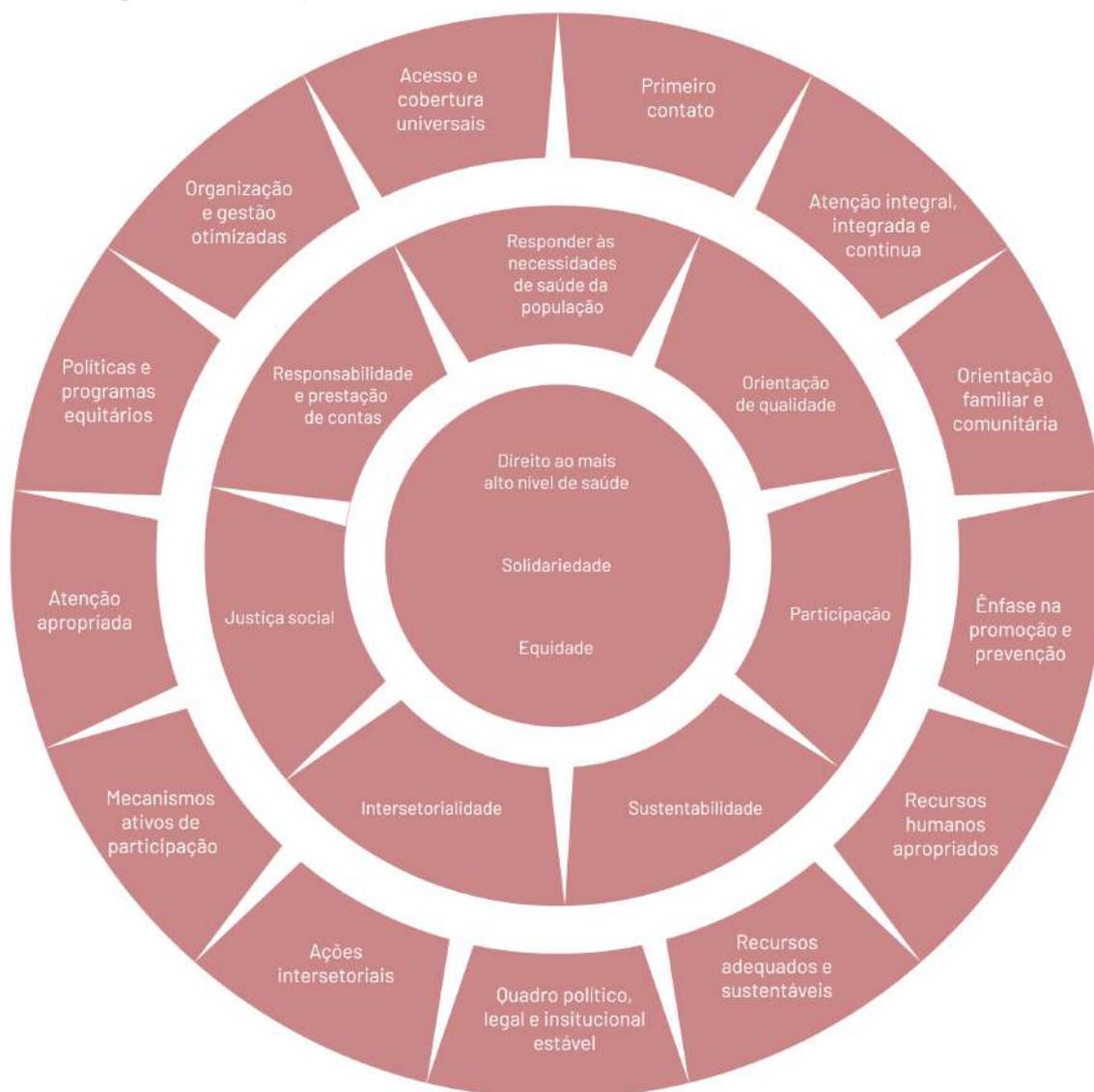
### 3.2 ATENÇÃO BÁSICA À SAÚDE

Considerada a porta de entrada do sistema de saúde (BRASIL, 2011a), a Atenção Básica é definida pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2012a) como um conjunto de ações, individuais ou coletivas, que visa impactar de forma positiva na situação de saúde, na autonomia e nos condicionantes sanitários da população. É responsável por realizar ações de promoção, proteção e manutenção da saúde, sendo estas o diagnóstico, tratamento, reabilitação, prevenção de agravos e redução de danos decorrentes das condições da população (BRASIL, 2011b).

A declaração de Alma-Ata (OMS, 1978), base para a organização das Redes Integradas de Saúde, aponta o papel da Atenção Básica como essencial à saúde coletiva, ancorado em “métodos práticos, cientificamente evidentes e socialmente aceitos, e em tecnologias acessíveis social e financeiramente às comunidades e aos países”, independentemente de seu estágio de desenvolvimento.

A Atenção Básica firma-se nos princípios de acessibilidade, participação social, responsabilização, humanização, continuidade e coordenação do cuidado (BRASIL, 2009), contribuindo para a concretização dos elementos essenciais das Redes de Atenção à Saúde, tais como a cobertura e o acesso universal, a atenção integral, integrada e contínua, a orientação familiar e comunitária e a ação interseccional dentro do sistema (OPAS, 2010). Além disso, estabelece o primeiro contato entre a comunidade e o sistema de atenção à saúde, posicionando os serviços assistenciais o mais próximo possível das áreas de moradia e trabalho das pessoas (BRASIL, 2009). Os valores, princípios e elementos essenciais de um sistema integrado de saúde baseado na Atenção Básica são apresentados na Figura 2.

**Figura 2** — Princípios norteadores de um modelo baseado na Atenção Primária.



(Fonte: adaptado de OPAS, 2010)

Todavia, para que a Atenção Básica seja realmente resolutive, o Ministério da Saúde (BRASIL, 2011b) considera fundamental a existência de sistemas de apoio diagnóstico e terapêutico disponíveis. Nesse sentido, a Atenção Básica deve ser regionalizada e articulada de acordo com as necessidades de saúde da população, expressas em situações sociodemográficas e epidemiológicas singulares (MENDES, 2011). As ações podem ser realizadas por intermédio de Programas de Atendimento Domiciliar (PAD) ou pelas Equipes Saúde na Família (ESF), atuando as últimas em Unidades Básicas de Saúde (UBS) e locais comunitários da região à qual estão vinculadas. Nas equipes, a presença de agentes comunitários de saúde (ACS) é mandatória para o estabelecimento de uma estrutura de vigilância epidemiológica e ambiental adequada (BRASIL, 2012a; 2018). Nas próximas seções, apresentam-se

as equipes mencionadas, ESF e o PAD, consideradas peças-chave para a garantia do funcionamento da Atenção Básica.

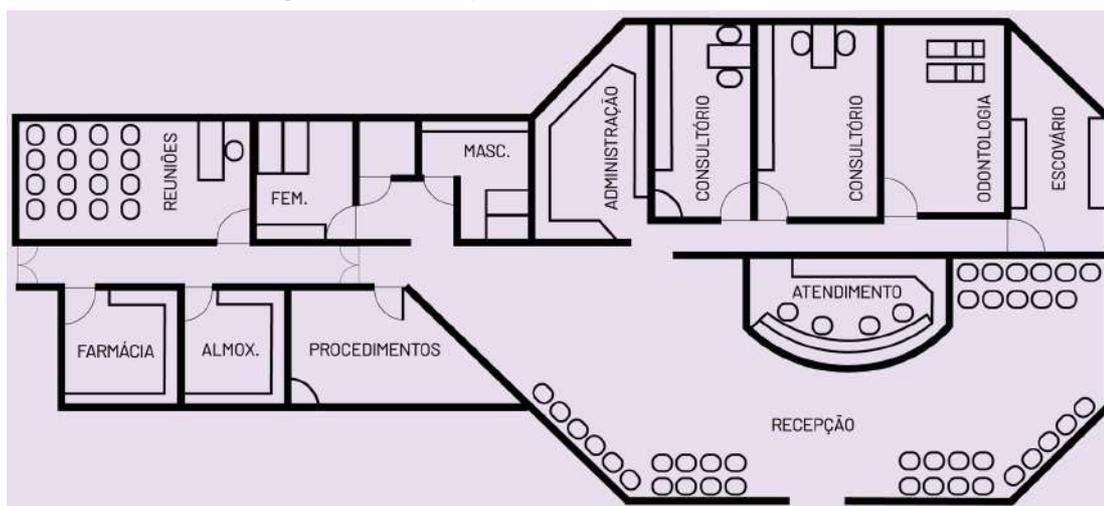
### **3.2.1 Equipes Saúde na Família**

O *Programa Saúde na Família* foi criado em 1994 com vistas à organização da Atenção Básica no SUS, propondo-se como modelo de assistência multiprofissional para a melhoria das condições regionais das comunidades. Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006), o Programa tem como objetivos desenvolver ações de qualificação dos profissionais da Atenção Básica; consolidar e qualificar a saúde da família nos municípios, independentemente de suas características locais; e garantir a infraestrutura necessária ao funcionamento dos serviços, dotando-os de recursos materiais, equipamentos e insumos suficientes para o cumprimento das ações propostas. Nesse quesito, espera-se que as Equipes Saúde na Família (ESF) sejam capazes de resolver cerca de 85% dos problemas de saúde da comunidade na UBS em que atuam.

As Unidades Básicas de Saúde, conhecidas também como postos de saúde, são o ponto de referência e contato da população com a ESF. Instaladas próximas aos locais de residência dos cidadãos, desempenham um papel central na garantia do acesso igualitário à saúde (BRASIL, 2012a). Tomando como exemplo o gerenciamento de doenças crônicas e morbidades associadas, responsáveis pela mudança do perfil epidemiológico brasileiro nos últimos quarenta anos, as UBS são frequentemente buscadas por pacientes crônicos devido a uma série de motivos, desde renovação de receitas, consultas de acompanhamento e verificação da pressão arterial e da glicemia capilar até casos de agravamento de suas condições. Em relação a esta última, de acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2014a), o manejo das complicações agudas na UBS apresenta grandes vantagens, “uma vez que a equipe da Unidade já conhece o paciente, seus problemas de saúde, as medicações prescritas e sua história”.

O Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) sugere ainda uma organização estrutural para o projeto arquitetônico das UBS, na qual incluem-se espaços para a recepção de pacientes e acompanhantes, sala de espera, consultórios, sala de procedimentos, almoxarifado, consultório odontológico, área para depósito do material de limpeza, sanitários, copa, sala de utilidades, área para reuniões e educação em saúde, abrigo de resíduos sólidos e sala de recepção e esterilização de materiais (Figura 3).

**Figura 3** — Exemplo de Unidade Básica de Saúde.



(Fonte: adaptado de Brasil, 2006)

O planejamento e a priorização das ações a serem desenvolvidas pela ESF é montado a partir do diagnóstico de saúde da comunidade mapeada e cadastrada no Programa (BRASIL, 2006). Conforme ilustrado no Quadro 4, além do atendimento básico e gratuito em pediatria, ginecologia, clínica geral, enfermagem e odontologia, as UBS prestam serviços de acolhimento de indivíduos em situação de vulnerabilidade social; atendimento em urgências; vacinação; exames preventivos; planejamento familiar; controle de endemias; e transmissão de doenças por vetores. A equipe é também responsável pelo cadastro e acompanhamento das famílias de sua área, e por encaminhar pacientes aos níveis secundário e terciário de atendimento quando estes necessitam exames de maior complexidade ou consultas com médicos especialistas (BRASIL, 2006; PAC, s.d.).

**Quadro 4** — Ações realizadas pela ESF, atribuídas por profissional integrante.

Profissionais Ações	ACS	Técnico em Enfermagem	Enfermeiro	Médico	Cirurgião-dentista	Técnico em Saúde Bucal	Auxiliar em Saúde Bucal
Realizar planejamento	●	●	●	●	●	●	●
Prescrever medicamentos				●			
Realizar visita domiciliar	●	●	●	●	●	●	●
Orientação sobre higiene bucal	●	●	●	●	●	●	●
Escutar e acolher o usuário	●	●	●	●	●	●	●
Cadastrar famílias	●						
Realizar avaliação	●	●	●	●	●	●	●
Realizar consulta médica				●			
Realizar consulta de enfermagem			●				
Realizar consulta odontológica					●		
Realizar ações de educação em saúde	●	●	●	●	●	●	●

(Fonte: adaptado de Brasil, 2009)

### 3.2.2 Agentes comunitários de saúde

Vinculados às Equipes Saúde na Família, os agentes comunitários de saúde (ACS) são responsáveis pelo exercício de atividades de prevenção de doenças e de promoção da saúde, mediante “ações domiciliares ou comunitárias, individuais ou coletivas, desenvolvidas em conformidade com as diretrizes do SUS que normatizam a Atenção Básica em saúde” (BRASIL, 2009; 2018). De acordo com o Ministério da Saúde (2018), as atribuições dos ACS objetivam a ampliação:

[...] do acesso da comunidade assistida às ações e aos serviços de informação, de saúde, de promoção social e de proteção da cidadania, sob a supervisão do gestor municipal, distrital, estadual ou federal.

Visto que o modelo de atenção à saúde brasileiro tem como princípio basilar a assistência familiar, o acompanhamento de indivíduos e famílias compreendidos dentro da microrregião de incumbência do ACS deve ser realizado por meio de visitas domiciliares rotineiras (BRASIL, 2018). Estas são programadas em conjunto com a equipe de atendimento, que conta também com profissionais médicos, enfermeiros e técnicos em enfermagem (BRASIL, 2009), de modo que a frequência das visitas seja compatível com os critérios de risco e vulnerabilidade associados às famílias atendidas. Como valor de referência, estipula-se a média de uma visita mensal a cada moradia (BRASIL, 2018).

A realização de visitas domiciliares é considerada a atividade mais importante do processo de trabalho do ACS; portanto, deve ser apoiada pelo cadastramento de todos os habitantes sob seu cuidado. Conforme aponta o Ministério da Saúde (2009; 2012a), conhecer as características demográficas da comunidade permite a tomada de ações de promoção à saúde direcionadas por parte da equipe. Estas ações contribuem para proporcionar autonomia aos indivíduos, “com informações que os tornem capazes de escolher comportamentos que vão favorecer a sua saúde, relacionadas ao modo de viver, condições de trabalho, educação, lazer e cultura” (BRASIL, 2009). Além disso, as visitas facilitam a busca e a identificação de eventos importantes para a saúde pública, como o surgimento ou agravamento de doenças agudas ou crônicas e o acompanhamento do estado vacinal de gestantes, idosos e outras populações de risco (BRASIL, 2018).

As situações de risco identificadas pelo ACS devem ser encaminhadas à Unidade Básica de Saúde de referência para uma avaliação mais detalhada. Alguns procedimentos de triagem podem ser realizados antes do direcionamento, desde que assistidas por um profissional de saúde membro da equipe. São eles avaliação antropométrica e aferição de pressão arterial, glicemia capilar e temperatura axilar (BRASIL, 2018). É importante lembrar que as situações de risco podem ser agravadas por questões de acessibilidade da população à UBS, como a localização do serviço em área afastada da comunidade; ausência de condições para acesso de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida; serviços de transporte urbano insuficientes; e horários de atendimento restritos (BRASIL, 2009). Nesses casos, o registro adequado das rotinas de acompanhamento domiciliar e a comunicação das situações encontradas pelo ACS ao restante da equipe possibilitam a intervenção eficiente nos casos em que não ocorra o comparecimento do paciente à unidade de saúde (BRASIL, 2009).

### **3.2.3 Programas de Atendimento Domiciliar**

Para o Ministério da Saúde (BRASIL, 2015a), a Atenção Domiciliar constitui-se em uma modalidade de caráter ambulatorial, substitutivo ou complementar aos serviços hospitalares, “oferecida a domicílio e caracterizada por ações de promoção à saúde, prevenção e tratamento de doenças e reabilitação, com garantia da continuidade do cuidado e integrada às Redes de Atenção à Saúde”. O Programa de Atendimento Domiciliar (PAD) tem como atribuições identificar e treinar os familiares

ou o cuidador dos pacientes, envolvendo-os na realização de cuidados, respeitando os seus limites e potencialidades e abordando-os como sujeito do processo e executor das ações (BRASIL, 2013d).

O atendimento ofertado pelo PAD faz uso de estratégias baseadas nas necessidades da população e de equipes profissionais multidisciplinares, objetivando a redução da demanda por atendimento hospitalar e do período de permanência de pacientes internados; a desinstitucionalização; e a ampliação da autonomia dos usuários (BRASIL, 2013d). Nesse sentido, Cruz *et al.* (2001) apontam a implantação de serviços domiciliares como um dos meios para o maior aproveitamento dos leitos hospitalares e o melhor atendimento terapêutico das comunidades.

Conforme determina a Portaria n. 963, de 27 de maio de 2013 (BRASIL, 2013d), a Atenção Domiciliar está organizada em três modalidades (AD1, AD2 e AD3), divididas em relação à gravidade das condições atendidas (Quadro 5). Como aspecto comum a todas, são considerados usuários os pacientes que apresentam problemas de saúde controlados e dificuldade ou impossibilidade física de locomoção até uma unidade de saúde.

**Quadro 5** — Modalidades de Atendimento Domiciliar.

	AD1	AD2	AD3
PACIENTES ATENDIDOS	Indivíduos com restrição de mobilidade e problemas de saúde controlados	Indivíduos com restrição de mobilidade que requerem acompanhamento contínuo	Indivíduos com restrição de mobilidade e usuários contínuos de equipamentos como suporte ventilatório ou diálise
TIPO DE CUIDADO	Cuidados de menor complexidade	Monitoramento de sinais vitais, exames laboratoriais e procedimentos de baixa complexidade	Monitoramento de sinais vitais, exames laboratoriais e procedimentos de baixa complexidade
FREQUÊNCIA DE VISITA	Mensal	Semanal	Semanal
SERVIÇOS ADICIONAIS	-	Transporte de emergência e atendimento de apoio 24 horas/dia	Transporte de emergência e atendimento de apoio 24 horas/dia

(Fonte: autora)

A modalidade AD1 destina-se a indivíduos que necessitam de cuidados de menor complexidade, e a frequência de visitação pela equipe segue a média mínima estipulada pela Atenção Básica de uma consulta mensal. A modalidade AD2 compreende a necessidade de maior frequência de cuidado e acompanhamento contínuo, atendendo pacientes que demandam monitoramento de sinais vitais e realização de exames laboratoriais e/ou procedimentos de menor complexidade.

Nesta modalidade, é garantido transporte sanitário e atendimento de apoio 24 horas/dia. Por sua vez, para que a classificação como modalidade AD3, o paciente deve apresentar pelo menos uma das situações características da AD2 mais a necessidade de uso contínuo de equipamentos como suporte ventilatório ou diálise.

A adesão ao serviço pode ser realizada por qualquer município brasileiro com população igual ou superior a 20 mil habitantes, sendo possível o agrupamento de municípios com populações inferiores caso estes não atinjam o somatório necessário (BRASIL, 2015a). Além disso, os municípios ou regiões devem ser cobertos por Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e possuírem ao menos um hospital de referência (BRASIL, 2013d). O encaminhamento de pacientes ao cuidado domiciliar pode ser feito tanto pelos hospitais e pronto-atendimentos quanto pelas equipes da Atenção Básica, cabendo a admissão dos mesmos à Atenção Domiciliar referida (FEUERWERKER; MERHY, 2008).

Quanto às equipes de atendimento, o SAD é composto por Equipes Multiprofissionais de Atenção Domiciliar (EMAD) e Equipes Multiprofissionais de Apoio (EMAP), cada uma com suas próprias atribuições. A EMAD é formada por médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e fisioterapeuta e/ou assistente social, e organiza-se a partir de uma base territorial, sendo referência em atenção domiciliar a uma população definida e aos demais serviços de saúde, em especial a Atenção Básica. A EMAP, por sua vez, oferece serviço de apoio à EMAD quando solicitada nas modalidades AD2 e AD3, contando com a presença mínima de três dos seguintes profissionais: assistente social, psicólogo, nutricionista, farmacêutico, fisioterapeuta, fonoaudiólogo, odontólogo e terapeuta ocupacional (BRASIL, 2013d).

Martins (2006) verifica que grande parte dos procedimentos técnico-assistenciais utilizados no cuidado a domicílio são também realizados nas Unidades de Saúde e nos hospitais. Apesar de demandarem adaptações e cuidados especiais, o Ministério da Saúde (BRASIL, 2013c) afirma que a maioria dos procedimentos é passível de ser realizada com segurança no ambiente domiciliar, tais como colocação de curativos, retirada de pontos, aplicação de injetáveis ou vacinas, coleta de exames, teste de glicemia, preparos de dieta enteral e troca de sondas.

A assistência a domicílio insere os profissionais de saúde na realidade das comunidades em que atuam, fornecendo um conhecimento vital para a aplicação de ações educativas eficazes em ampliar os espaços de atuação dos serviços de saúde e em estimular a humanização da atenção, a prática do autocuidado, a autonomia do

indivíduo e o cuidado de si e do outro. Dessa forma, o PAD contribui para a redução de internações hospitalares, seus riscos e custos associados, colaborando com a melhora da qualidade de vida das pessoas atendidas (MARTINS, 2006).

### 3.3 DESIGN E SAÚDE

A prática de design, por definição, fundamenta-se na criação de projetos centrados nos usuários, valorizando as interações dos seres humanos com o universo ao seu redor. Por meio da preocupação com o contexto em que as comunicações e os objetos são utilizados, o design como ciência aplicada objetiva transformar as realidades existentes de modo que os indivíduos tornem-se capazes de responder melhor às demandas da vida cotidiana (FRASCARA, 2002; NOËL; FRASCARA, 2016).

Frente às mudanças de paradigma trazidas pela revolução tecnológica do século XXI, o valor da experiência em design nas abordagens centradas no ser humano difundiu-se por toda a cadeia produtiva, chamando atenção para a importância de uma melhoria contínua de desempenho e qualidade (NOËL; FRASCARA, 2016). Nesse sentido, a implementação de métodos de design abriu as portas para progressos fundamentais na organização da produção e na gestão da cadeia de suprimentos, impulsionando a transição das indústrias para um modelo de negócios, serviços e produtos totalmente novo, conhecido como Indústria 4.0 (KAGERMANN *et al.*, 2013; KAGERMANN, 2014; NAAR *et al.*, 2018).

De acordo com Thümmler e Bai (2017), as estratégias da Indústria 4.0 prometem o aumento da eficácia operacional ao fornecerem meios para que as empresas ampliem sua abrangência, deixando de ser exclusivamente fabricantes e assumindo o papel de provedoras de serviços, cada vez mais individualizados e personalizados de acordo com as necessidades de seus clientes. Dentro de tal abordagem, a evolução dos sistemas de saúde para uma prestação de cuidados assistenciais centrados no paciente surge como um dos cenários mais promissores para a implementação de um modelo de gestão inspirado na quarta revolução industrial (MONTEIRO *et al.*, 2018).

Os seis princípios de design propostos por Hermann *et al.* (2015) para nortear a Indústria 4.0 — interoperabilidade, virtualização, modularidade, orientação a serviço, capacidade em tempo real e descentralização — são também apontados como base para a construção da Saúde 4.0, modelo estratégico cuja força motriz é a

personalização da saúde e dos cuidados em tempo real para pacientes e profissionais (THÜMMLER; BAI, 2017).

A interoperabilidade responde pelo fluxo contínuo de informações em todo o sistema de produção (HERMANN *et al.*, 2015), fator-chave para a garantia da geração de informações significativas a partir de uma coleta e leitura de dados otimizada. O gerenciamento de tais informações ocorre por meio dos chamados sistemas *cyber-físicos* (CPS, do inglês *cyber-physical system*), responsáveis pela virtualização dos processos físicos. Conforme apontado por Collins e Varmus (2015), “a virtualização autônoma e contínua em qualquer lugar, de qualquer forma e a qualquer momento” constitui-se como o grande desafio dos sistemas de saúde atualmente, para os quais as novas estratégias de medicina terapêutica e diagnóstica devem permitir que os indivíduos monitorem a própria saúde, colocando os recursos capazes de conectar os mundos físicos e virtual de forma personalizada à sua disposição (JEELANI *et al.*, 2014; NEEDHAM; GLASBY, 2015; THÜMMLER, 2017).

Dentro das tecnologias CPS na Saúde 4.0, destaca-se a integração da experiência dos profissionais de saúde com dispositivos inteligentes por meio do uso de biossensores no acompanhamento de pacientes. Tais indicadores, segundo Monteiro *et al.* (2008), detectam e enviam à unidade de tomada de decisões do CPS possíveis sinais de alteração na saúde do indivíduo para comparação com seu histórico médico. Se identificados pontos críticos, um conjunto de ações mitigadoras à distância é implementado pelos bio-atuadores, “que podem variar desde uma campanha até a liberação controlada de medicamentos dentro do corpo do paciente” (MONTEIRO *et al.*, 2018). É importante ressaltar, todavia, que o compartilhamento contínuo de dados necessários ao sucesso das estratégias de terapia individualizada propostas pela Saúde 4.0 faz necessária a criação de novas diretrizes referentes à segurança, proteção e privacidade dos indivíduos, aspectos não considerados no modelo operacional da Indústria 4.0 (THÜMMLER, 2017).

Retomando os princípios de design de Hermann *et al.* (2015), o planejamento em módulos flexibiliza o modelo de produção das indústrias, garantindo a individualização dos procedimentos e facilitando a adaptação dos produtos e serviços em casos de flutuações sazonais ou alterações nos requisitos dos clientes (HERMANN *et al.*, 2015; CESELLI *et al.*, 2017). Dessa forma, as empresas tornam-se capazes de acompanhar a crescente demanda pelo uso de sensores, aplicativos e sistemas *cyber-físicos* sofisticados e integrados a redes de comunicação na medicina

diagnóstica e terapêutica (JEELANI *et al.*, 2014; THÜMMLER; BAI, 2017). A modularidade faz-se fundamental também a agregação de serviços centradas no cliente, princípio de design conhecido como orientação ao serviço. A exemplo de Thümmler e Bai (2017), a capacidade de fornecer dados relativos à saúde de seus pacientes e prestar serviços de gestão de doenças poderão se tornar requisitos de entrada no mercado para as indústrias farmacêuticas, posicionando-as além da simples comercialização de medicamentos.

Na Indústria 4.0, as diretrizes de descentralização e capacidade em tempo real traduzem as mudanças observadas nos sistemas de saúde desde o final do século XX. Conforme discutido na Seção 3.1 deste capítulo, a transição dos cuidados para um modelo de atendimento assistencial descentralizado incorpora o pensamento do design em tudo o que faz, colocando os pacientes no centro de cada decisão (NAAR *et al.*, 2018). Para Noël e Frascara (2016),

o design pode contribuir para os serviços de saúde não só por meio da estética, mas fundamentalmente por seu conhecimento de fatores humanos como percepção, cognição, emoções e comportamento, assim como de materiais e processos.

Certamente, as novas abordagens aos cuidados de saúde requerem uma mudança no posicionamento das equipes, cujas funções passam do âmbito de cura para a capacitação e o empoderamento de prestadores de serviço, famílias e pacientes (OMS, 2010). Os profissionais de saúde devem estar preparados para trabalhar em equipes colaborativas interdisciplinares, fundamentadas em práticas de design que têm como base a experiência adquirida ao observar e compreender as necessidades, preferências, comportamentos e opiniões de todos os envolvidos no cuidado assistencial, tanto profissionais quanto pacientes, levando em consideração seus estilos de vida, contextos sociais e diferenças culturais (NOËL; FRASCARA, 2016).

Apesar de trabalhosas, Hibbard e Greene (2013) indicam que políticas e intervenções destinadas a fortalecer os papéis dos pacientes na gestão dos seus cuidados de saúde podem contribuir para a melhoria dos resultados e dos índices de satisfação, aumentando a percepção de valor das experiências tanto para a população quanto para os profissionais da saúde (DE SILVA, 2011; McMILLAN *et al.*, 2013; OLSSON *et al.*, 2013; NAAR *et al.*, 2018). O sistema de saúde centrado no paciente apoia uma cultura de envolvimento contínuo com todas suas partes, na qual os

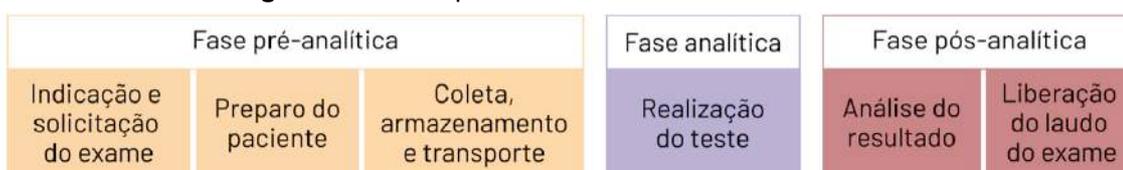
pacientes são vistos como parceiros no planejamento, desenvolvimento e avaliação dos cuidados, assegurando uma organização adequada dos processos para resolver suas demandas iterativamente (DE SILVA, 2014; NAAR *et al.*, 2018).

Dessa forma, através de um processo iterativo, a colaboração contínua entre o design e a saúde promove inovações sistêmicas que resultam em importantes melhorias na agilidade, resiliência e qualidade da prestação de cuidados em saúde, “impulsionando assim o desenvolvimento de projetos de design para o preenchimento de um papel mais significativo na sociedade” (NOËL; FRASCARA, 2016).

### 3.4 ANÁLISES CLÍNICAS

Os exames laboratoriais constituem-se como um dos principais e mais utilizados recursos no apoio diagnóstico à prática clínica, sobretudo na atenção primária à saúde, possibilitando aos profissionais da saúde tomarem decisões sobre tratamento, encaminhamento especializado ou internação hospitalar de pacientes (RESENDE *et al.*, 2009; HOWICK *et al.*, 2014). Conforme definido pela ANVISA na RDC n. 302, de 13 de outubro de 2005, os laboratórios de análises clínicas são fundamentados em um processo dinâmico de três etapas, que rastreiam a amostra do início ao fim do processo: fases pré-analítica, analítica e pós-analítica (Figura 4).

**Figura 4** — Fluxo processual da assistência laboratorial.



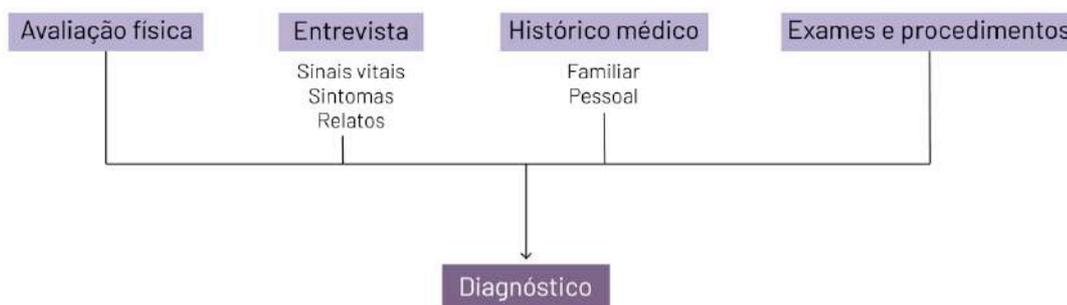
(Fonte: adaptado de Resende *et al.*, 2009)

A fase pré-analítica descreve as atividades que precedem o ensaio laboratorial propriamente dito, desde a solicitação do teste pelo profissional da saúde até a chegada da amostra no laboratório. A esta fase são atribuídas a preparação do paciente e a coleta, manipulação e armazenamento da amostra biológica. A fase analítica, por sua vez, refere-se às realizadas em laboratório com o objetivo diagnóstico, encerrando-se com a obtenção de um resultado válido e adequado à faixa de valores parametrizada. A partir deste, a fase pós-analítica responsabiliza-se pela interpretação, emissão e entrega do laudo ao requerente (ANVISA, 2005; AACC, 2015).

Ressalta-se que todos os métodos de testagem laboratorial devem atender a critérios científicos e legais de funcionalidade, respeitando o órgão regulador do país no qual os mesmos serão aplicados. Segundo a agência federal americana Food and Drug Administration (FDA), um teste deve ser capaz de detectar ou medir com precisão a substância para o qual se propõe; e a medição ou detecção desta substância deve fornecer informações relevantes sobre o estado de saúde de um paciente (AACC, 2015). De modo geral, os testes laboratoriais são calculados para um nível de confiança de 95%, isto é, abrangem 95% dos resultados esperados em uma população normal (SOLBERG, 1987). Neste aspecto, os principais indicadores para determinação da confiabilidade são sensibilidade, seletividade, limite de detecção, repetitividade e reprodutibilidade (JUSTINO *et al.*, 2010). Qualquer procedimento de análises clínicas, todavia, está sujeito a variações externas, biológicas ou não, tais como atividades realizadas pelo paciente antes da coleta, armazenamento e tempo de transporte da amostra e técnica de amostragem utilizada (RICÓS *et al.*, 2007).

Os testes laboratoriais, ainda que ferramentas essenciais para o diagnóstico médico, respondem por apenas uma parte de um conjunto de informações a serem consideradas na avaliação de um paciente (AACC, 2015). Espera-se que um profissional de saúde avalie também informações provenientes de exame físico, histórico pessoal e familiar, sinais vitais, sintomas e resultados de outros exames e procedimentos realizados anteriormente (Figura 5) (AACC, 2015; NHLBI, s.d.). Dada a complexidade da fisiologia humana, assumir uma atitude cuidadosa e ponderada durante a avaliação dos resultados obtidos aumentam a certeza do diagnóstico, podendo assim reduzir a chance de erros médicos (AACC, 2015).

**Figura 5** — Fontes de informação essenciais para o diagnóstico médico.



(Fonte: adaptado de AACC, 2015)

Para diagnósticos médicos, as análises laboratoriais são usualmente realizadas em amostras de sangue e urina. O sangue, fluido composto por plasma e componentes celulares, distribui-se por veias, artérias e capilares realizando funções de transporte de oxigênio e nutrientes para pulmões e tecidos; transporte de células e anticorpos; formação de coágulos; transporte de resíduos para filtragem nos rins e fígado; e regulação da temperatura corporal (ASH, 2019). A urina, por sua vez, é produzida pelos rins com a finalidade de transportar e excretar as substâncias não aproveitadas pelo corpo, caracterizando-se como um subproduto da atividade metabólica (AACC, 2016). Além disso, caracteriza-se como o produto fisiológico mais informativo a ser obtido de forma não invasiva (ROZAND, 2014). Visto que o presente trabalho se propõe ao desenvolvimento de um dispositivo para análise sanguínea, a mesma será abordada em maior detalhe nos parágrafos a seguir.

Em relação aos seus componentes, o plasma sanguíneo atua como promotor do transporte de células sanguíneas, nutrientes, produtos metabólicos residuais, anticorpos, proteínas de coagulação, hormônios e outras substâncias químicas que ajudam a manter o equilíbrio de fluidos corporais. O líquido representa cerca de 55% do sangue total, e é formado por água, glicose, lipídeos, proteínas e sais, promove. Quanto às células sanguíneas, as hemácias, ou glóbulos vermelhos, representam cerca de 40% do volume total do sangue. As hemácias realizam a troca de oxigênio e dióxido de carbono entre os pulmões e os demais sistemas corporais com o auxílio da hemoglobina, proteína avermelhada presente em grande quantidade e responsável pela coloração aparente do sangue. Os leucócitos, por sua vez, são recrutados para proteger o corpo contra infecções. Também chamados de glóbulos brancos, representam somente 1% do volume total sanguíneo, e dividem-se em dois tipos: neutrófilos, célula de resposta imediata; e linfócitos, que auxiliam na regulação da função imunológica (linfócitos T) e produzem anticorpos (linfócitos B). Finalmente, as plaquetas auxiliam o processo de coagulação, formando um coágulo de fibrina junto ao revestimento do vaso sanguíneo que evita a ocorrência de hemorragias e promove o crescimento de um novo tecido no local (ASH, 2019).

Alguns dos exames de sangue mais comuns, geralmente realizados como parte de procedimentos de rotina, são hemograma completo, painel metabólico básico, fatores de risco para doenças cardíacas e testes de coagulação (NHLBI, s.d.). O hemograma completo avalia a contagem das diferentes células sanguíneas, para as quais níveis anormais de hemácias podem indicar anemia, desidratação ou

hemorragias; valores alterados de leucócitos são possíveis sinais de infecção, leucemia ou distúrbio do sistema imunológico; e variação no número referencial de plaquetas pode indicar distúrbio hemorrágico (coagulação insuficiente) ou trombótico (coagulação excessiva), fator de risco para derrames ou ataques cardíacos (ASH, 2019; NHLBI, s.d.). O painel metabólico básico configura a medição de diferentes substâncias químicas no plasma sanguíneo, fornecendo dados a respeito de tecidos muscular e ósseo e de órgãos. Inclui testes de glicose no sangue, cálcio e eletrólitos, bem como exames de sangue que medem a função renal. Outros testes comuns são colesterol total, colesterol LDL e HDL e triglicerídeos, diretamente relacionados ao bloqueio de artérias e riscos de doenças cardiovasculares (NHLBI, s.d.).

Ainda que largamente utilizados, a análise de tais analitos configura-se como um processo trabalhoso devido à complexidade química das matrizes. A exemplo do sangue, a presença de componentes celulares interfere na medição analítica, fazendo-se necessário o uso de métodos de separação do plasma, tais como centrifugação, digestão ou sedimentação (CROWLEY; PIZZICONI, 2005). Para a maioria das amostras clínicas, a separação é tipicamente demorada, requer grande quantidade de analito e exige equipamentos automatizados e trabalhadores qualificados, fatores que aumentam os custos de análise (SONGJAOREN *et al.*, 2012). Após a preparação das amostras, a detecção de biomarcadores<sup>1</sup> pode ser realizada por inúmeros métodos analíticos, tais como fluorescência e espectroscopia. Mais recentemente, os microfluidos surgem como uma área de amplas possibilidades, sobretudo para análise de múltiplos componentes (ROZAND, 2014).

Os dispositivos microfluídicos (*lab-on-a-chip*) permitem a realização de testes complexos que envolvem reação, separação e análise químicas em um único analito. Inicialmente, foram concebidos para a preparação de uma variedade de substâncias em baixos volumes, a fim de substituir o processamento manual e os equipamentos volumosos de bancada (VOLPATTI; YETISEN, 2014). A crescente busca pela simplificação, minimização de custos e maximização da eficiência das tecnologias de diagnóstico viabilizaram a confecção de dispositivos portáteis, com tamanhos reduzidos e tempos de resposta imediatos, a partir de substratos facilmente

---

1. Atributos que podem ser objetivamente medidos e avaliados como indicador de processos biológicos aplicados a ferramentas para diagnosticar doenças e para monitorar, prever e entender mecanismos de resposta clínica a um tratamento (NIH, 2001).

manufaturados. Entre estes, o papel é considerado um dos materiais mais promissores devido à sua pequena espessura, leveza e flexibilidade (LIANA *et al.*, 2012). Além disso, as fibras de celulose permitem a filtragem de partículas e o transporte de líquidos de uma amostra sem a necessidade de suporte mecânico (MARTINEZ *et al.*, 2008).

As amostras a serem analisadas, como explicam Coskun *et al.* (2019), são quimicamente conjugadas à medida que fluem através do dispositivo, seguidas pela captura dos biomarcadores conjugados na linha de teste, uma região de ligação precisa a anticorpos primários específicos. Os sistemas microfluídicos em papel são ainda adaptáveis à preparação de amostras biológicas complexas, como sangue e urina, sem necessitar remoção prévia de células (CHIN *et al.*, 2007).

O uso do papel, todavia, apresenta limitações quanto às técnicas de análise de absorvância convencionalmente empregadas, visto que as fibras causam espalhamento da luz. Nesse contexto, Liana *et al.* (2012) sugerem o uso de técnicas de baixo consumo energético, especialmente a colorimetria, em análises em que resultados semi-quantitativos ou de positivo/negativo são suficientes. A colorimetria, estabelecida como técnica química analítica há mais de um século, permite a identificação qualitativa de resultados a olho nu por meio da mudança de cor no substrato do sistema, quando o indicador a ser medido apresenta-se em quantidades determinadas (YOO; LEE, 2016; SKOOG *et al.*, 2017).

Em relação aos testes convencionais de laboratório, os dispositivos microfluídicos portáteis reduzem uma série de etapas do processamento de análises, evitando a necessidade de coletar uma amostra, transportá-la para o laboratório, realizar testes e transmitir os resultados de volta ao solicitante (AACC, 2016a). Além disso, a integração com *smartphones* permite a transmissão rápida de informações e o emprego de softwares de medição, aumentando a precisão das análises e possibilitando a utilização dos mesmos fora do laboratório, especialmente em locais geográficos remotos (MARTINEZ *et al.*, 2008; ROZAND, 2014).

### 3.4.1 *Wearables* e testes laboratoriais remotos

Conforme explicam Ferreira *et al.* (2009), os *wearables* são:

sensores eletroquímicos que permitem a obtenção de informações sobre o estado de saúde de um indivíduo por meio do monitoramento não-invasivo de biomarcadores, sem etapas complexas de manipulação, amostragem e tratamento.

Os *wearables* têm aplicações médicas no monitoramento doméstico para avaliar a progressão de doenças, respostas farmacológicas ou o monitoramento de condições crônicas (McCALL, 2015). A principal vantagem desses dispositivos está no fornecimento instantâneo de *feedback* ao paciente. Segundo dados da empresa americana International Data Corporation (IDC, 2016), o crescimento exponencial das vendas desses dispositivos no cenário mundial pode alcançar o número de 237 milhões em 2020. O monitoramento em tempo real dos sinais vitais pode reduzir o ônus das consultas hospitalares: nos Estados Unidos, uma série de dispositivos aprovados pelo FDA já estão sendo utilizados para esse fim (YETISEN *et al.*, 2014). No segmento médico, as bombas de insulina dominam o mercado, com cerca de um milhão de usuários em todo o mundo (HEINEMANN *et al.*, 2015). Os dispositivos para monitoramento de pressão arterial vêm em segundo lugar, visto que cerca de 25% da população global é hipertensa (POULTER *et al.*, 2015).

Ainda que compartilhem os mesmos princípios de funcionamento dos testes laboratoriais remotos (TLR), a decisão pelo uso dos *wearables* cabe inteiramente ao consumidor, enquanto a indicação de aplicação de um TLR deve ser feita por profissional da saúde qualificado (CALS; VAN WEERT, 2013). Nesse sentido, uma das principais vantagens dos testes remotos (*point-of-care*, em inglês) em relação aos exames laboratoriais é a rapidez dos resultados. Ao considerar tal parâmetro, Crook (2000) aponta a importância de analisar o ciclo completo do processo, desde seu início com a solicitação clínica do teste até a análise e a transmissão dos resultados. Os dispositivos TLR requerem preparação ou coleta mínima de amostras, possuem um tempo de análise relativamente curto e, por definição, estão próximos do paciente, reduzindo ou eliminando o transporte de amostras e laudos. Além disso, os testes podem ser grandes aliados às estratégias de controle de endemias em países em desenvolvimento no que diz respeito ao diagnóstico de doenças infecciosas virais, como ebola, dengue, zika, HIV e tuberculose (AACC, 2016b).

Para serem úteis nestes ambientes, os TLRs devem necessariamente atender aos critérios *ASSURED* (garantido, em inglês), estabelecidos pela OMS (Figura 6). Desta forma, o teste rápido ideal deve ser acessível, sensível, específico, fácil de executar com treinamento mínimo, robusto, rápido na entrega de resultados e entregue para quem precisa (ROZAND, 2014). É importante ainda lembrar que os sensores químicos de operação em contato direto com o corpo humano requerem o uso de materiais e substâncias estáveis, não-tóxicas e biocompatíveis, bem como a realização de procedimentos não-invasivos ou minimamente invasivos usando componentes leves e flexíveis (FERREIRA *et al.*, 2019).

**Figura 6** — Critério *ASSURED* da OMS para testes rápidos.

<b>A</b>	is for <b>affordable</b>	(economicamente acessível)
<b>S</b>	is for <b>sensitive</b>	(sensível)
<b>S</b>	is for <b>specific</b>	(específico)
<b>U</b>	is for <b>user-friendly</b>	(intuitivo e fácil de manipular)
<b>R</b>	is for <b>robust and rapid</b>	(robusto e rápido)
<b>E</b>	is for <b>equipment-free</b>	(sem equipamentos extras)
<b>D</b>	is for <b>deliverable</b>	(disponível a quem precisa)

(Fonte: adaptado de Rozand, 2014)

No Brasil, ANVISA prevê desde 2005 a execução de testes laboratoriais remotos, desde que os mesmos estejam vinculados:

a um laboratório clínico, posto de coleta ou serviço de saúde pública ambulatorial ou hospitalar. [...] O responsável técnico pelo laboratório clínico é responsável por todos os TLR realizados dentro da instituição, ou em qualquer local, incluindo atendimentos em hospital-dia, domicílios e coleta laboratorial em unidade móvel.

Além disso, a realização de TLRs está condicionada à emissão de laudos que determinem suas limitações diagnósticas (ANVISA, 2005). Outros países também emitiram suas orientações a usuários dos sistemas *point-of-care*. Entre elas, a agência governamental britânica MHRA sugere (1) o envolvimento de laboratório local no suporte e aconselhamento sobre treinamento, interpretação de resultados, controle de qualidade, saúde e segurança; (2) a ciência por parte dos usuários dos riscos potenciais associados ao manuseio e descarte de fluidos corporais, objetos cortantes

e resíduos; (3) a permissão exclusiva de profissionais treinados e capacitados para realização dos testes; e (4) a manutenção de registros dos resultados obtidos em um teste, bem como a identificação do lote do material, e a identidade do operador (RAE; JENKS, 2013).

Apesar de sua disponibilidade e potencial para melhorar o atendimento ao paciente, os testes remotos ainda não foram amplamente adotados na atenção primária à saúde. Uma revisão sistemática realizada por Jones *et al.* (2013) revelou uma série de barreiras e elementos facilitadores para esse motivo. Enquanto as preocupações sobre precisão, excesso de confiança nos testes e utilidade diagnóstica limitada causam receio nos profissionais, os mesmos referem-se à maior segurança no diagnóstico, direcionamento do tratamento, comunicação e decisões compartilhadas. Somado a isso, Howick *et al.* (2014) mostraram que os TLR testes mais utilizados atualmente, glicose no sangue, gravidez e nitritos na urina, correspondem apenas parcialmente às condições que os médicos entrevistados gostariam de poder avaliar (infecção do trato urinário, doenças cardíacas, diabetes e anemia). Tal fato sugere uma necessidade clínica não atendida de maior variedade nos testes disponíveis para auxílio médico (CALIS; VAN WEERT *et al.*, 2013).

Para um desempenho bem-sucedido de análises remotas, portanto, é importante desenvolver sistemas capazes de mimetizar os aspectos de um ensaio clínico, incluindo processamento de sangue e tempos de resposta rápidos. Além disso, o dispositivo deve atuar de modo independente, não exigindo tratamento, preparação ou amplificação prévia da amostra; e os resultados devem ser exibidos com clareza, minimizando assim a necessidade de interpretação subjetiva pelo usuário (SONGJAOREN *et al.*, 2012; VOLPATTI; YETISEN, 2014).

#### 4 PESQUISA EXPLORATÓRIA

Com o objetivo de compreender situação atual do público-alvo e identificar aspectos relevantes ao projeto, a etapa a seguir visa à construção de uma base sólida de informações que viabilize a caracterização das necessidades do usuário. Para Back *et al.* (2008), por serem a expressão da voz do consumidor, as mesmas devem ser identificadas e atendidas como primeira prioridade no projeto de produto.

A coleta de dados iniciais deu-se sob forma de entrevista e questionário, considerados dois dos principais métodos de pesquisa para contato direto com o público-alvo, suas características, experiências, atitudes e percepções (MARTIN; HANINGTON, 2012). Este trabalho tem como público-alvo profissionais vinculados a Unidades Básicas de Saúde (UBS), especificamente médicos, enfermeiros, técnicos em enfermagem e agentes comunitários de saúde (ACS); e os integrantes das equipes de Atendimento Domiciliar; sendo estes entendidos como os dois principais pontos de promoção ao cuidado assistencial público, integrado e abrangente. O produto a ser desenvolvido, todavia, deve também atender às necessidades e aos anseios da população atendida pelo SUS, contribuindo para a adesão de práticas preventivas em saúde pelos pacientes.

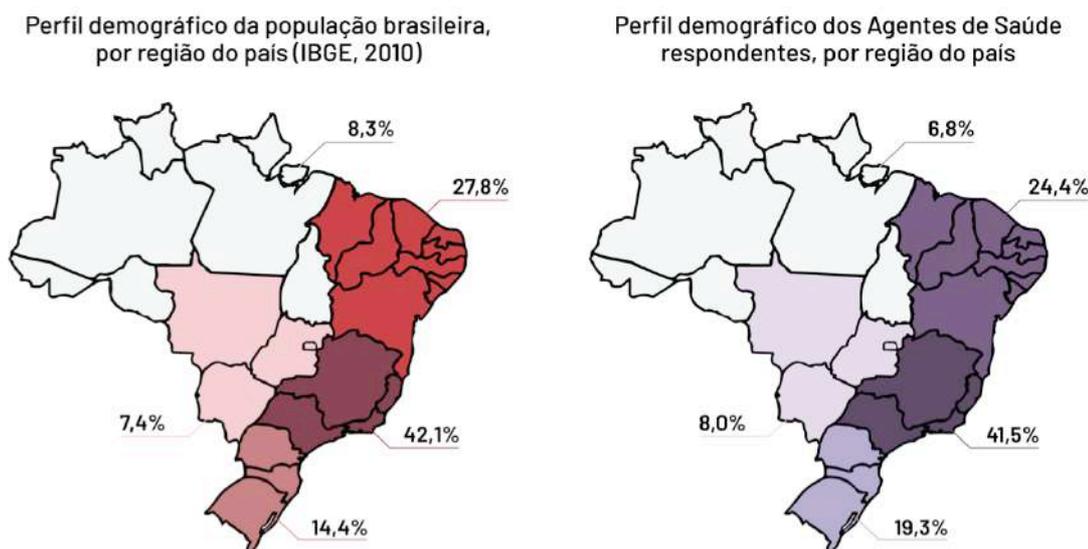
Dessa forma, o questionário *online* foi aplicado em dois grupos nacionais de ACS pertencentes a uma rede social, restringindo-se a abrangência do mesmo devido à escassez de páginas e comunidades de profissionais em enfermagem vinculados às UBS. A decisão de escolha pelos ACS como o foco da pesquisa quantitativa se deu pelo fato de que eles estão inseridos diariamente na realidade da população atendida. Buscando complementar a visão social dos ACS, realizou-se entrevista qualitativa com familiar de uma paciente idosa atendida a domicílio na cidade de Santa Cruz do Sul (RS). As informações de caráter técnico e clínico a respeito dos cuidados assistenciais foram obtidas também por meio de entrevista com médica componente do Programa de Atendimento Domiciliar do Grupo Hospitalar Conceição (GHC) de Porto Alegre (RS). O resumo do questionário e a transcrição das entrevistas encontram-se nos Apêndices A, B e C, respectivamente.

A análise das respostas obtidas por meio das técnicas projetuais Diagrama de Afinidades, Mapa da Jornada do Usuário e *storyboards* permitiu a identificação dos aspectos críticos do funcionamento atual do sistema de saúde brasileiro, bem como as possibilidades de intervenção pontuais por meio do projeto de produto.

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO-ALVO

O perfil demográfico dos 176 agentes de saúde participantes do questionário mostrou-se estatisticamente relevante para a distribuição populacional brasileira. Os estados de atuação mencionados foram agrupados por região e, em seguida, comparados aos dados do último Censo Demográfico (IBGE, 2011). Conforme apresentado na Figura 7, a variação percentual média foi de 2,2%, sendo a maior discrepância observada na região Sul (4,9%) e a menor, nas regiões Nordeste e Centro-Oeste (0,6%). O mesmo pode ser constatado para a área de atuação dos ACS: a população em situação rural é atendida por 20,5% dos respondentes, valor próximo àquele identificado pelo IBGE para os residentes de zonas rurais (15,6%). Para tais áreas, o Nordeste possui a maior concentração de ACS (30,5%), seguido do Sudeste e do Sul, ambos com 25%.

**Figura 7** — Comparação entre distribuição da população brasileira e amostra obtida de agentes de saúde, por região do país.



(Fonte: autora)

Pode-se inferir que a maioria dos agentes comunitários de saúde respondentes trabalha em locais próximos de suas casas, uma vez que o deslocamento para a UBS é feito a pé em 61,4% dos casos. Além disso, 66,5% dos agentes reportaram um tempo médio de locomoção entre zero e 60 minutos. Dez dos 176 ACS afirmaram levar mais de 180 minutos na viagem; neste caso, o deslocamento é realizado por meio de motocicletas, automóveis e bicicletas. Ressalta-se que apenas uma participante, situada na zona rural do estado do Rio Grande do Norte, preencheu o

campo de resposta livre para o veículo utilizado, relatando pegar carona no transporte escolar.

Em relação ao atendimento à população, a maioria dos agentes de saúde relata uma jornada de trabalho entre quatro e oito horas, tendo 39,2% dos turnos de quatro a seis e 29% de seis a oito horas de duração. Quatorze profissionais (8%) relataram trabalhar menos de duas horas ao dia, enquanto 4% afirmaram possuir rotinas com tempo total superior a oito horas. Analisando as respostas obtidas para a questão “Se você pudesse melhorar uma coisa em relação ao atendimento da população, o que seria?”, percebeu-se que os ACS relatam frequência insuficiente para o atendimento domiciliar. Conforme mencionado na entrevista com familiar da paciente idosa, o ACS realiza visitas mensais, nos quais “pergunta como está o quadro clínico, colocando-se à disposição caso [a paciente] necessite”. Alguns profissionais atribuem o fato à necessidade de realização de tarefas administrativas: “ultimamente, o serviço de ACS tem sido deixado de lado na minha cidade, e nosso trabalho tem se resumido a entregar consultas autorizadas e ficar no posto [UBS] fazendo trabalho administrativo por falta de funcionários”.

Os serviços assistenciais do Programa de Atendimento Domiciliar (PAD) do GHC, por sua vez, destinam-se a pacientes provenientes de diferentes hospitais da cidade de Porto Alegre, Unidades de Pronto-Atendimento (UPA) e UBS. De caráter mais especializado, a frequência de visitas domiciliares realizadas pelo PAD varia conforme a evolução do quadro dos enfermos, mantendo a consulta semanal como prática padrão. De acordo com a médica integrante de uma das equipes, o PAD do Hospital Conceição atende semanalmente cerca de 25 pacientes residentes na Zona Norte, do bairro Rubem Berta ao Bairro Navegantes, no Bairro Farrapos e no Bairro Arquipélago, na periferia da cidade.

Retomando o questionário, a maioria absoluta dos ACS visita a população desacompanhado (93,2%), situação organizacional mencionada sete vezes como insatisfatória. Somado a isso, o desejo por mais profissionais da saúde, incluindo equipes multidisciplinares, médicos generalistas e especialistas e enfermeiros foi citado 26 vezes. Nota-se a importância das atividades multidisciplinares também na entrevista: a paciente idosa, que realiza sessões de fisioterapia duas vezes por semana devido a um acidente vascular cerebral (AVC), sente-se muito interessada e percebe benefícios na prática. O familiar comentou ainda, após a entrevista, que a idosa “é outra pessoa” (*sic*) desde que iniciou o tratamento em casa.

Alguns ACS afirmaram que a sua UBS de referência não permite a realização de exames na população, mesmo para aqueles com curso técnico em enfermagem. De fato, apenas 13 dos 176 agentes de saúde respondentes declararam praticar a anamnese de forma independente, e o familiar entrevistado menciona como práticas adotadas durante a visita somente a verificação do estado geral da idosa por meio de perguntas e solicitação de informações extras aos demais residentes da casa. É importante ressaltar aqui a incompatibilidade entre a avaliação adotada pelo sistema de saúde e a real necessidade da população: a possibilidade de realizar exames e triagem nos pacientes durante a visita domiciliar foi o segundo aspecto mais citado pelos ACS quando questionados sobre seus desejos de mudança (13 menções), ficando atrás apenas da maior disponibilidade de médicos generalistas e especialistas (23). Além do mais, o desejo por uma maior autonomia nas visitas aparece sob os pontos de marcar e remarcar consultas (6); agilizar o atendimento médico, sobretudo de especialidades (11); e ter à disposição materiais necessários para a avaliação básica da população (9).

Diferente do sistema adotado pelos agentes comunitários de saúde, o PAD acompanha a evolução do quadro clínico de seus pacientes até que sejam resolvidas todas as situações que motivaram a internação domiciliar. Conforme apresentado no referencial teórico e confirmado pela médica integrante do grupo, o atendimento é realizado por três equipes multiprofissionais: a EMAD, composta por médico, enfermeiro e técnico de saúde; a equipe de apoio (EMAP), integrada por nutricionista, fisioterapeuta, assistente social e fonoaudiólogo; e a equipe de Medicação, formada por técnico de enfermagem e criada pelo PAD com o intuito de administrar medicações injetáveis e coletar exames durante as visitas. Ao receberem alta do programa, os pacientes são redirecionados para a UBS responsável em um processo denominado “Transição do Cuidado”.

Os três procedimentos mais realizados nas UBS são a verificação da glicemia (42,9%), da pressão arterial (35,7%) e da presença de manchas e feridas na pele (14,3%), estando de acordo com o perfil epidemiológico da população atendida. A síndrome metabólica, condição que engloba diabetes, dislipidemia, hipertensão e obesidade, representa a doença mais frequente em quase 70% dos municípios atendidos pelos ACS, seguidas de condições decorrentes do estilo de vida, doenças

cardiovasculares e condições típicas da velhice<sup>2</sup>, com 11,9%, 6,8% e 6,3%, respectivamente. As doenças crônicas também são citadas pelo PAD como o principal motivador dos cuidados, sobretudo em pacientes idosos. Os exames clínicos realizados por estas equipes, de caráter mais especializado, visam ao monitoramento de quadros como infecção ativa, anemia, disfunção hepática ou renal e controle das taxas de coagulação do sangue em pacientes cardíacos (tempo de protrombina). A médica entrevistada demonstrou interesse na possibilidade de avaliar alguns dos indicadores clínicos comumente solicitados de forma mais rápida, tais como o tempo de protrombina, hemoglobina, leucócitos, sódio, potássio e creatinina.

Outro ponto bastante citado refere-se à valorização do Agente de Saúde, tanto pela comunidade quanto na Atenção Básica. Ainda que 76,1% dos respondentes declarem uma atitude positiva da população em relação às visitas, o desinteresse dos moradores e a falta de conhecimento da população sobre o trabalho do ACS são apontados como o principal obstáculo enfrentado em 42,6% dos casos. Nas questões de resposta livre, um respondente sugeriu a veiculação de mensagens nas rádios explicando a importância do Agente de Saúde, enquanto outro alegou que “a população acha que somos meninos de recado” (*sic*). Além da valorização do ACS pela comunidade, citada 11 vezes como o principal aspecto a ser mudado, temas como a realização de capacitações (12), o acesso a sistemas de informação e tecnologias (11), a existência de um espaço adequado para o trabalho (6) e a receptividade da população (6) também são mencionados. A valorização de outros profissionais da Atenção Básica, todavia, aparece de maneira oposta nas entrevistas: tanto o familiar da paciente idosa quanto a médica integrante do PAD afirmam que os usuários se sentem acolhidos, tranquilos, seguros e satisfeitos com o atendimento prestado em suas residências.

Apesar das situações expostas acima, o principal obstáculo identificado é a falta de recursos e de materiais. A questão referente aos itens básicos para a realização adequada do trabalho expôs que, apesar da implementação oficial de *tablets* com aplicativo eletrônico para cadastro e monitoramento de visitas, a caneta foi citada 94

---

2. Condições decorrentes do estilo de vida incluem alcoolismo, tabagismo e uso de substâncias psicoativas; doenças cardiovasculares englobam angina, infarto, insuficiência cardíaca, cardiopatias congênitas, entre outras. Condições típicas da velhice são catarata, diminuição da cognição, demência, fraturas, osteoporose, redução da mobilidade.

vezes, frente a 42 do *tablet*. Isso indica que, mesmo para aqueles que possuem o dispositivo, grande parte das atividades de registro e monitoramento continua sendo realizada de forma manual. Diversos respondentes, ao apontarem os sistemas de informação como essenciais, complementaram suas respostas afirmando que não possuíam nenhum dos recursos mencionados. Um respondente escreveu ainda: “em minha cidade usamos planilhas que nós mesmos elaboramos no *Word* e imprimimos, onde são colocados os dados da família e o responsável assina comprovando a visita”. Como itens fundamentais, são citados ainda materiais para anamnese da população (32), panfletos informativos (16) e equipamentos de proteção individual (14).

Desta forma, a realização de avaliações clínicas rápidas nos pontos de atendimento é citada pelo PAD como uma prática benéfica e útil nas UBS, visto que estas possuem assistência de profissionais em enfermagem qualificados para a realização de procedimentos laboratoriais. A vantagem estende-se ainda às UPAs, que por não contarem com centro de análise interno, necessitam enviar as amostras coletadas a laboratórios conveniados por meio de *motoboys*.

#### **4.1.1 Diagrama de Afinidades**

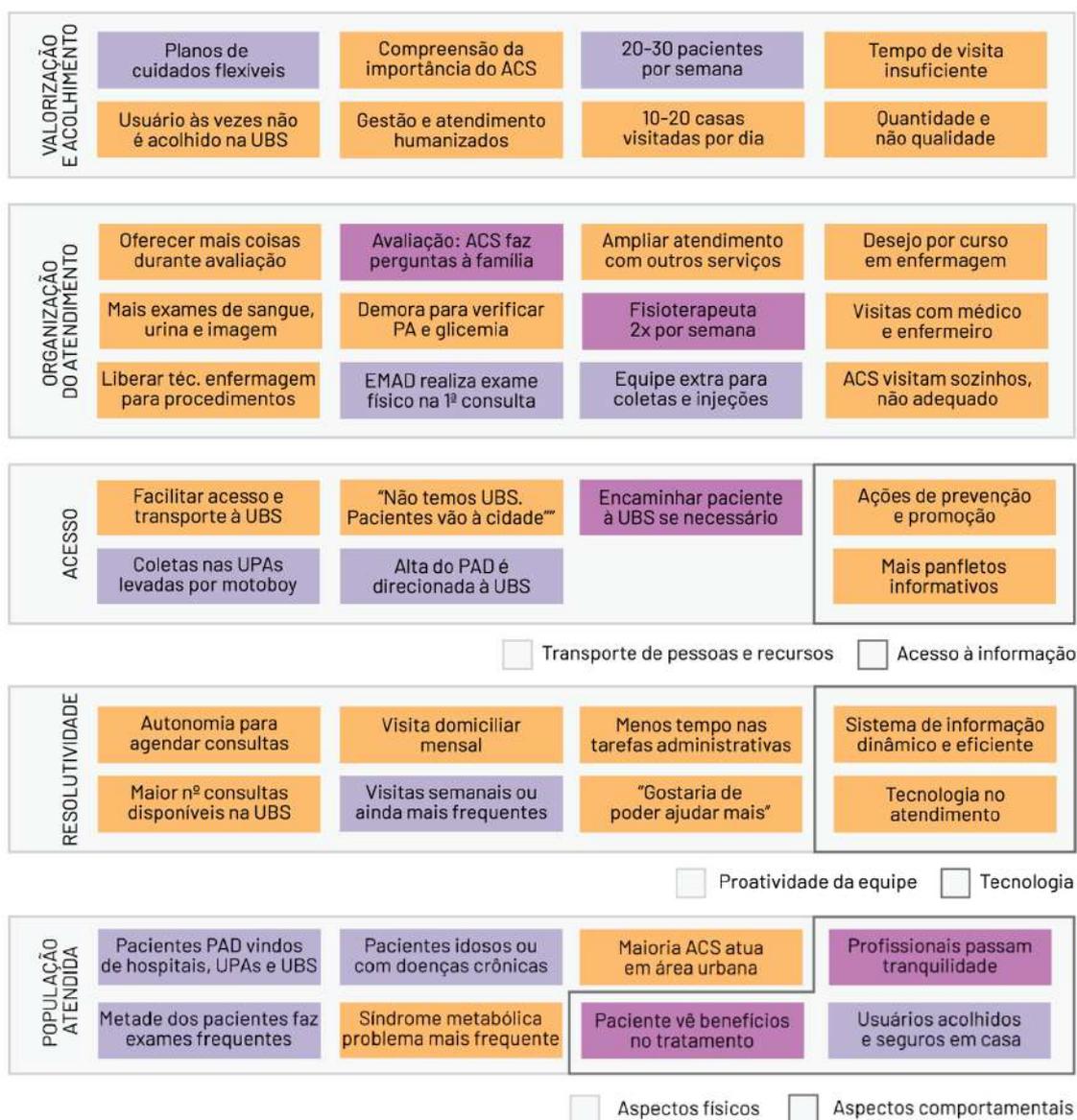
Subsequente à análise da pesquisa primária, as observações mais pertinentes ao tema do trabalho foram utilizadas na construção do Diagrama de Afinidades. Para Martin e Hanington (2012), a técnica auxilia a identificar situações compartilhadas ao propor a interpretação e o agrupamento das intenções e dos problemas trazidos pelo público entrevistado. Assim, a diagramação de afinidades caracteriza-se como um exercício indutivo a partir do qual se constrói uma história sobre os usuários, suas tarefas e a natureza de suas dificuldades, apresentando-se como a expressão do usuário durante o desenvolvimento do projeto.

Para tanto, os tópicos selecionados foram anotados em cartões individuais, estabelecendo-se um sistema de cores para identificação do público-alvo. Conforme observado no Quadro 6, cartões amarelos indicam informações provenientes do questionário aplicado em agentes de saúde, cartões roxos referem-se aos dados coletados na entrevista com o Programa de Atendimento Domiciliar e cartões rosa mostram pontos levantados por familiares da paciente idosa.

Ao final da atividade, cinco temas foram elencados: valorização e acolhimento, organização do atendimento, acesso, resolutividade e perfil da população. Nas três

últimas categorias, a subdivisão de afinidades indica relação de complementaridade entre os aspectos listados, atentando-se assim para a existência de duas ou mais saídas para um mesmo problema.

**Quadro 6** — Diagrama de Afinidades.



(Fonte: autora)

Percebem-se diferenças significativas na organização das ESF em relação ao PAD, sobretudo no modelo de atendimento. O número de pacientes atendidos semanalmente pelo Atendimento Domiciliar (20-30) equipara-se à média diária de residências visitadas pelos agentes de saúde (10-20). No questionário aplicado, um ACS mencionou o atendimento de cerca de 500 pessoas por mês em sua microárea. Em função disso, o plano de cuidados elaborado deixa a desejar quanto à realização

de exames, atendimentos de especialidade e visitas com acompanhamento de profissionais de outras áreas da saúde.

Chama-se atenção também à semelhança do perfil epidemiológico atendido pelas duas modalidades da Atenção Básica. Ainda que a demanda familiar das ESF englobe a atenção preventiva a crianças, gestantes e adultos saudáveis, as doenças crônicas, sobretudo em idosos, correspondem à carga majoritária das condições mencionadas pelos ACS e pelo PAD. Pacientes hipertensos, diabéticos, obesos e com nível de colesterol alterado representam 70% dos casos.

Mesmo com a falta de infraestrutura e de sistemas de informação eficientes, os agentes de saúde veem seu trabalho como recompensador e gratificante. Apesar de não possuírem qualificação técnica para prescrever medicamentos ou realizar exames, o contato direto com a realidade dos usuários e as ações educativas de promoção em saúde fazem dos ACS o elo de ligação entre a população e a Unidade de Saúde. Assim, contribuem para a conscientização e o engajamento dos cidadãos nas atividades de autocuidado, promovendo a busca por atendimento especializado quando necessário.

#### 4.2 ANÁLISE DA TAREFA

O mapeamento do processo de uso de um produto pelo usuário, segundo Back *et al.* (2008), consiste na documentação em escala de tempo de todas as funções desempenhadas pelo produto e pelo usuário, considerando os ambientes e propósitos de aplicação. O conjunto de atividades envolvidas nestas situações, denominado “tarefa”, engloba as interações aos níveis sensorial, psicológico e motor do operário com o objeto (MORAES, 1998; PLATCHECK, 2012).

A rotina dos agentes de saúde e das equipes do PAD foi analisada por meio do Mapa da Jornada do Usuário, ferramenta projetual que documenta a série de eventos e interações que uma pessoa experiencia, focando em uma visão ampla do contexto em que os produtos e serviços são empregados (MARTIN; HANINGTON, 2012). Visando à comparação direta entre as duas jornadas, a técnica foi complementada pelos métodos de análise propostos por Platcheck (2012) e Blanchard e Fabrycky (1981), nos quais sugere-se a listagem de itens-chave como objetivos e características técnicas da atividade, condições de trabalho do operador e interações homem-máquina a nível sensorial e motor (Apêndice D). A rotina das duas equipes foi então organizada em fluxogramas, permitindo identificar possíveis pontos de

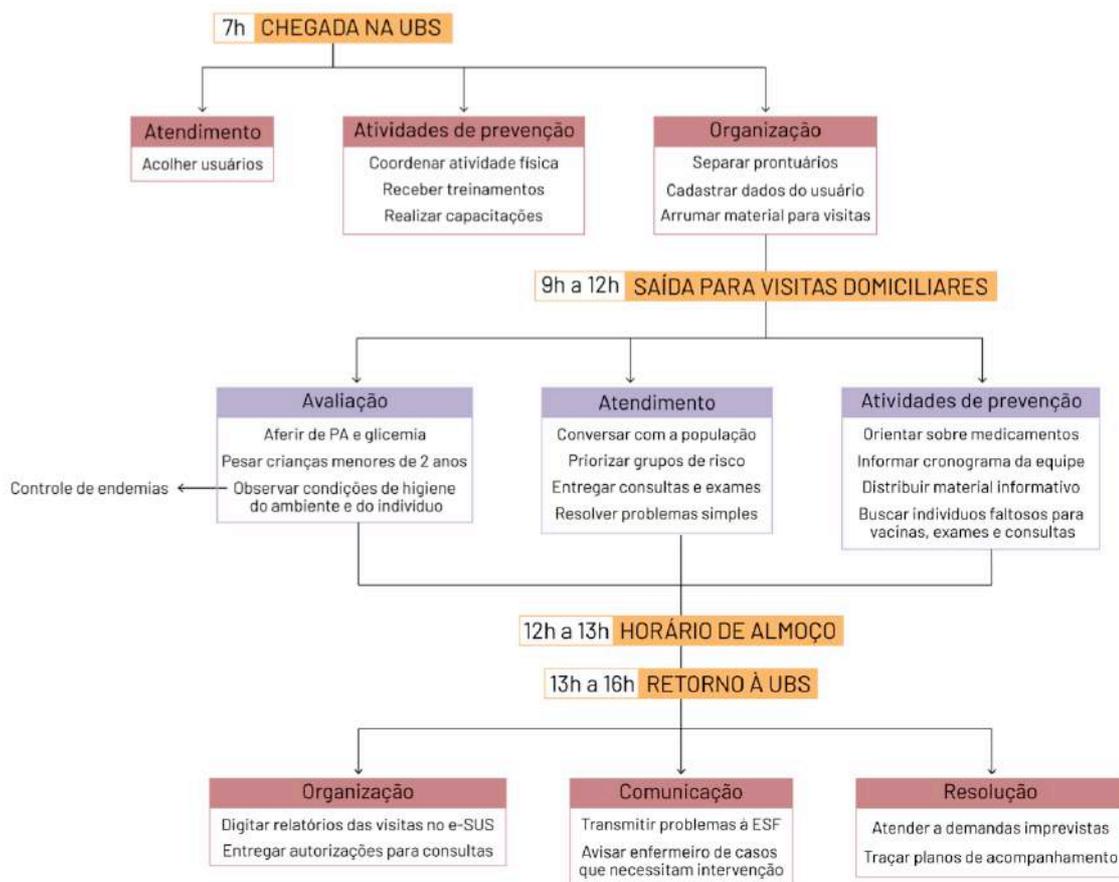
implementação de dispositivos de análise portáteis para triagem e avaliação da população atendida. Os fluxogramas serviram também de roteiro para a construção dos *storyboards*, comunicando o contexto no qual uma tecnologia será utilizada por meio de narrativa visual simplificada (MARTIN; HANINGTON, 2012).

#### 4.2.1 Agentes comunitários de saúde

A rotina dos ACS foi elaborada com base em 112 descrições realizadas pelos respondentes do questionário, configurando-se como um fluxo de atividades padrão e generalizado. É importante lembrar que cada UBS possui autonomia para dividir e organizar as tarefas diárias; dessa forma, as ações pouco citadas ou de caráter muito específico de determinada região não foram consideradas.

A realização das tarefas requer níveis de habilidade básico, em sua maioria, e intermediário, conforme classificação de Blanchard e Fabrycky (1981). Em outras palavras, grande parte das tarefas envolve operações simples de manipulação de controles, comunicações e registros de dados, requerendo do agente apenas breve treinamento e familiarização com o sistema e-SUS e o roteiro de avaliação da visita. O nível intermediário de habilidades é necessário quando as atividades envolvem interpretação de dados, tomadas de decisão e execução de manutenção preventiva no local de atendimento.

Conforme observado na Figura 8, o dia inicia-se às 7 h com a chegada na Unidade Básica de Saúde, na qual são realizadas as tarefas na seguinte ordem: acolhimento dos usuários que esperam atendimento, realização de atividades preventivas de saúde, capacitações e treinamentos, e organização dos prontuários e do material para as visitas domiciliares. Entre eles, citam-se fichas de avaliação, suporte para escrita (prancheta), canetas ou bateria recarregadas, equipamentos de proteção individual (protetor solar, chapéu, repelente), balança, esfigmomanômetro e *tablet*, para os que possuem. O período entre 9 h e 12 h é dedicado à visita da população, no qual realizam-se atividades de avaliação, atendimento e prevenção. Nestas, os grupos de risco (hipertensos, diabéticos, acamados, gestantes, recém-nascidos e crianças menores de dois anos) são priorizados, e identificam-se situações de vulnerabilidade social e pessoas necessitadas de cuidados em saúde.

**Figura 8** — Fluxo de tarefas diárias de um Agente de Saúde.

(Fonte: autora)

Após o almoço, os agentes retomam a jornada na UBS, realizando uma série de atividades administrativas e resolutivas, transmitindo casos que necessitam de intervenção ao restante da equipe, digitando os relatórios das visitas domiciliares na plataforma e-SUS e atendendo a demandas imprevistas. As tarefas se estendem por cerca de três horas, até as 16 h, quando o expediente é encerrado e o ACS retorna à sua casa. De modo geral, esta rotina é realizada cinco vezes na semana, de segunda a sexta. Alguns dos relatos apontaram o início e o término das atividades ocorrendo às 8 h e 17 h, respectivamente.

Por meio de suas atividades, os ACS atuam como o elo entre a comunidade e a UBS, traçando e implementando planos de acompanhamento de prevenção em saúde juntamente com a ESF. Para fins de visualização e futuro levantamento postural e acional, as principais ações foram compiladas em *storyboard* (Figura 9).

**Figura 9** — Storyboard apresentando a rotina de trabalho dos ACS.

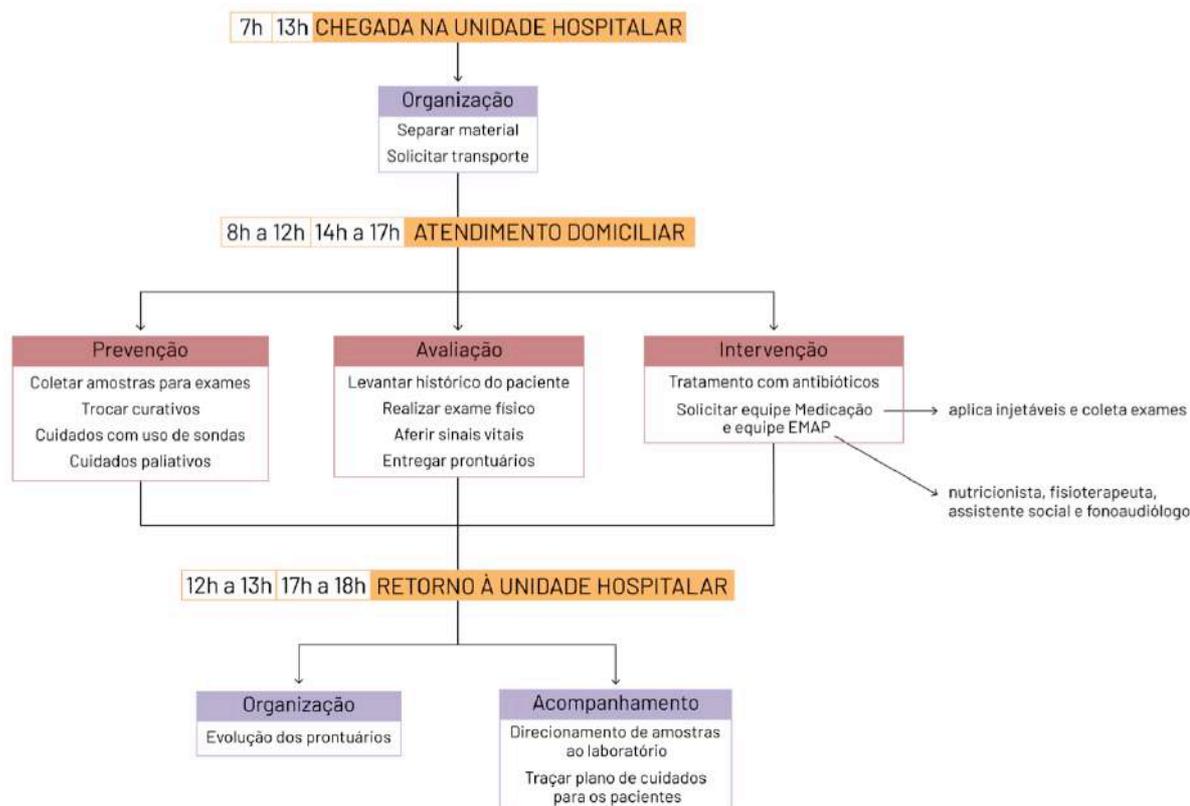


(Fonte: autora)

#### 4.2.2 Equipes de Atendimento Domiciliar

As atividades que compõem o fluxo de trabalho das equipes do PAD requerem níveis de habilidade superiores àqueles observados para os agentes de saúde, visto que o quadro clínico dos pacientes atendidos é normalmente mais delicado. Assim, os profissionais devem ser capazes de realizar tarefas a nível intermediário, como interpretar dados e tomar decisões. Além disso, diversos integrantes das equipes assumem responsabilidades características de um alto nível de habilidade, associado a indivíduos com curso superior completo, experiência nas áreas de atuação e capacidade para interpretar procedimentos e tomar decisões que afetam a organização do plano de cuidados do paciente (BLANCHARD; FABRICKY, 1981).

Algumas equipes do Atendimento Domiciliar trabalham o dia todo, iniciando sua atuação às 8h e encerrando-a às 18h, com pausa para o almoço. Outras equipes organizam-se em um sistema de turnos de atendimento, das 7 h às 13 h e das 13 h às 19 h. O organograma apresentado na Figura 10 mostra a sequência de atividades da EMAD considerando os dois turnos de atendimento. Nestas, as tarefas realizadas pela manhã e à tarde são similares, diferenciando-se apenas pela troca de equipes. A descrição das ações será realizada considerando a equipe matinal.

**Figura 10** — Fluxo de tarefas diárias das equipes de Atendimento Domiciliar.

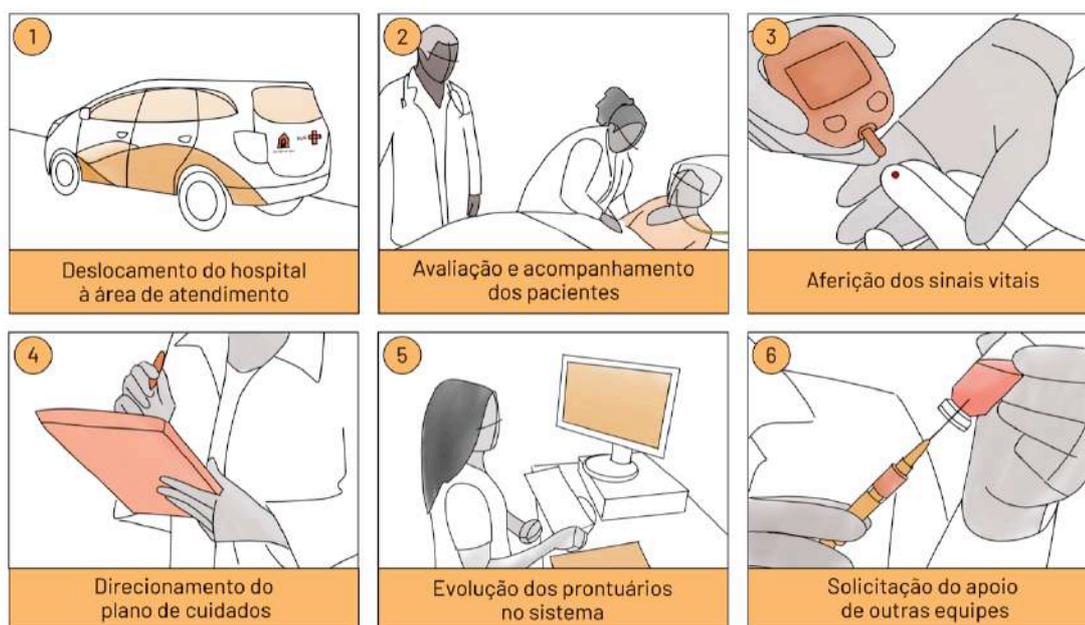
(Fonte: autora)

O dia inicia-se às 7 h com a chegada dos profissionais à unidade hospitalar na qual o PAD está vinculado, onde são armazenados os equipamentos necessários ao atendimento domiciliar. A equipe procede à organização dos prontuários e materiais, sendo alguns deles esfigmomanômetro, termômetro, estetoscópio, oxímetro e hemoglicotestes; e solicita ao hospital automóvel com motorista para deslocamento até a área de atuação. O período entre 8 h e 12 h é dedicado às visitas domiciliares, onde são realizadas atividades de prevenção, avaliação e intervenção. A evolução do prontuário de atendimento em duas vias é realizada manualmente, ficando uma delas em posse do paciente. Ao final do turno, a equipe retorna à sede hospitalar, organiza os prontuários, direciona as amostras coletadas ao laboratório e ajusta os planos de cuidados dos pacientes de acordo com o quadro clínico observado. Caso haja necessidade, a EMAD solicita apoio dos outros grupos que compõem o programa, sendo estes a EMAP (grupo multiprofissional de apoio) e a Medicação (profissionais que aplicam medicamentos injetáveis e coletam amostras fisiológicas para exames clínicos).

Por meio de suas atividades, as equipes do PAD proporcionam o tratamento a domicílio, próximo aos familiares, de pacientes encaminhados por hospitais, UBS e

UPAs. Os usuários são acompanhados pelo programa até a alta, sendo então redirecionados à Unidade Básica de sua microárea. Para fins de visualização e futuro levantamento postural e acional, as principais ações foram compiladas em *storyboard* (Figura 11).

**Figura 11** — *Storyboard* apresentando a rotina de trabalho das equipes do PAD.



(Fonte: autora)

### 4.2.3 Levantamento postural e acional

Subsequente à compreensão do fluxo de atividades que caracterizam a rotina de trabalho dos usuários, a autora Platcheck (2012) recomenda o levantamento postural e acional da tarefa. O termo “postura” refere-se ao posicionamento relativo de partes do corpo, como cabeça, tronco e membros, no espaço. Nesse contexto, assumir o conjunto de posturas mais adequado a cada tipo de tarefa é importante para a realização do trabalho sem desconforto ou estresse. Analogamente, projetos ergonomicamente inadequados de estações de trabalho obrigam o operador a adotar posturas impróprias que, se mantidas por longos períodos, podem provocar fadiga, dores corporais e lesões ocupacionais (IIDA, 2005).

De acordo com Moraes e Mont’alvão (2009), a análise postural e acional se dá por meio da identificação das posturas assumidas pelo operador, as manipulações acionais, estímulos cognitivos e deslocamentos necessários à realização da tarefa. O levantamento de tais informações permite, então, a busca de recomendações ergonômicas para a correção dos problemas identificados.

A rotina de trabalho das equipes entrevistadas estrutura-se de maneira semelhante quanto às posturas básicas assumidas, sendo estas as posições sentada e em pé. A adoção de cada uma está diretamente relacionada ao ambiente no qual a atividade se realiza, caracterizando assim o trabalho dentro das unidades de saúde e as visitas domiciliares, respectivamente. Quanto aos agentes comunitários de saúde, o expediente de trabalho médio de sete horas diárias pode ser dividido em blocos com duração entre uma e três horas, da seguinte forma:

- 1) Nas primeiras duas horas, a posição sentada é assumida. As tarefas de organização e separação dos prontuários são realizadas mediante flexão, rotação e elevação dos braços; e o acolhimento dos pacientes envolve sobretudo o preenchimento manual (caneta) de cadastros e fichas de avaliação e a inclinação do pescoço para leitura e escrita das mesmas;
- 2) As três horas subsequentes são destinadas à visita domiciliar, na posição em pé, para a qual intercalam-se momentos estáticos de coleta de dados e de deslocamento entre as moradias, realizado por meio de caminhada. Os ACS que realizam exames físicos na população durante as visitas o fazem por meio de duas atividades principais; aferição de pressão arterial e pesagem de crianças menores de dois anos. Durante o período, os profissionais carregam mochilas e bolsas contendo os instrumentos de avaliação. As informações são anotadas em *tablets* ou cadernos em situações que fornecem pouco ou nenhum apoio aos cotovelos e antebraços, além de forçarem a inclinação excessiva do pescoço;
- 3) As últimas duas horas são ocupadas novamente com atividades em frente ao computador, na posição sentada. Nestas, verificam-se situações semelhantes às apresentadas no primeiro item, assim como a projeção da cabeça e dos ombros em direção à tela e a inclinação excessiva ou insuficiente do tronco.

Visto que o fluxo de atividades realizadas pelo Atendimento Domiciliar segue a mesma estrutura de posturas básicas assumidas descrita acima, avaliam-se a seguir somente as diferenças mais importantes entre as duas equipes. O transporte ao local de atendimento domiciliar é realizado por meio de automóveis, nos quais os operadores assumem posturas sentadas por intervalos de cinco a 30 minutos. Por causa disso, as equipes não necessitam carregar os equipamentos em bolsas ou mochilas durante o período de visita. Os procedimentos realizados nas residências

(aplicação de injetáveis, coleta de exames, testes físicos, aferição dos sinais vitais e troca de curativos e sondas) possuem caráter especializado, exigindo manipulação de objetos pequenos, precisão de movimentos com as mãos e dedos. Além disso, demandam foco visual por maiores períodos de tempo. Para tanto, é comum a inclinação da cabeça e dos ombros em direção ao objeto de manipulação. A maioria das atividades é também realizada na postura em pé, requerendo aos operadores flexão lombar para acessar os pacientes, normalmente acamados ou com mobilidade reduzida. Devido à condição da população atendida, faz-se necessária também a aplicação de força com os membros superiores para erguer, virar e acomodar o paciente no leito.

Cruzando os dados levantados com as recomendações ergonômicas de Lida (2005) e Dul e Weerdmeester (2012), as atividades realizadas em pé são consideradas adequadas na postura em que assumem, visto que exigem grande mobilidade corporal, cobertura de moderadas distâncias a pé e o uso dinâmico de braços, pernas e tronco. Em adição, a configuração intercalada das atividades estáticas (avaliações) e dinâmicas (caminhada) dos ACS atua como uma forma de prevenir a fadiga e o desgaste osteomuscular inerentes à manutenção de posturas eretas por longos períodos de tempo. Nesse sentido, a possibilidade das equipes do PAD realizarem o deslocamento em veículos é apontada como uma solução ainda mais eficiente. Todavia, a coleta de informações nos domicílios apresenta uma série de inadequações ergonômicas. As tarefas manuais realizadas com os braços erguidos ou suspensos provoca sobrecarga das articulações dos ombros, cotovelos e pulsos. Nesse sentido, o uso de *tablets* durante tarefas em pé possibilita a manutenção de posições neutras nas articulações, uma vez que o acionamento dos comandos é realizado colocando-se o dedo diretamente sobre a tela (DUL; WEERDMEESTER, 2012).

A posição sentada, assumida durante acolhimento de usuários na UBS, digitação de relatórios na plataforma e-SUS, evolução dos prontuários clínicos de atendimento domiciliar, deslocamento em automóveis e realização de procedimentos de enfermagem, apresenta vantagens frente à posição em pé para as tarefas mencionadas. Quando sentados, o maior número de pontos de apoio faz com que peso do corpo dos operadores seja melhor distribuído, além de facilitar a realização de trabalhos delicados com os dedos (IIDA, 2005; DUL; WEERDMEESTER, 2012).

Para as atividades desempenhadas, a inclinação da cabeça e dos ombros para a frente constitui-se como grande problema postural. Segundo Lida (2005), a posição provoca rápida fadiga nos músculos dos ombros e pescoço, sobretudo quando a inclinação da cabeça ultrapassa 30°. Assim, sugere-se que tarefas que exigem acompanhamento visual contínuo sejam realizadas em superfície inclinada, com o objetivo de aproximar o trabalho dos olhos. No caso da leitura, a inclinação recomendada é de 45°, e para escrever, de 15° (DUL; WEERDMEESTER, 2012).

O manejo dos equipamentos, por sua vez, é definido por Lida (2005) como “uma forma particular de controle, onde há um predomínio dos dedos e da palma das mãos, pegando, prendendo ou manipulando alguma coisa”. Além disso, a grande mobilidade dos dedos e a existência do polegar opositor nos seres humanos permite aplicação de variadas intensidades de força, precisão e velocidade nos movimentos executados, para os quais a importância relativa de tais parâmetros indica o uso de manejos finos ou grosseiros (Figura 12).

**Figura 12** — Manejo de objetos.



(Fonte: adaptado de Lida, 2005)

O manejo fino é executado com as pontas dos dedos, em movimentos precisos nos quais a palma da mão e o punho permanecem relativamente estáticos. Em contrapartida, o manejo grosseiro é executado com o centro da mão, cabendo aos dedos a função de prender o objeto. Em relação aos parâmetros de manuseio, o manejo fino caracteriza-se pela grande precisão e velocidade, enquanto o manejo grosseiro transmite forças maiores por meio do punho e do braço, com velocidade e

precisão menores (IIDA, 2005). Nesse contexto, a adequação da pega com o tipo de uso de um objeto aparece como fator de grande influência no desempenho de um sistema homem-máquina. Para que representem o maior nível de conforto possível ao operário, o desenho da pega deve considerar, além dos movimentos a serem transmitidos, a possibilidade de adaptação para uso ambidestro e a redução das tensões na mão, eliminando superfícies angulosas ou o diâmetro da pega (IIDA, 2005). Em relação ao último, recomendam-se diâmetros mínimos de pega entre 6 e 18 mm para o manejo fino e entre 30 e 50 mm para o manejo grosseiro de objetos. Quanto aos limites superiores, o diâmetro máximo indicado para dispositivos portáteis é de 100 mm (PHEASANT; O'NEILL, 1975; PEEBLES; NORRIS, 1998).

Conforme anteriormente mencionado, os procedimentos realizados a domicílio pelas equipes analisadas exigem manipulação de objetos pequenos e precisão de movimentos com os dedos. As operações de manejo fino relacionadas ao manuseio de ferramentas manuais como seringas, termômetros e canetas, são consideradas atividades de baixa duração, visto que seu uso contínuo não ultrapassa dez minutos durante a jornada de trabalho (SPERLING *et al.*, 1993).

Finalmente, o acabamento superficial das pegas também requer cuidados. Para equipamentos de saúde, a orientação para o uso de superfícies lisas em atividades de manejo fino, além de facilitar a mobilidade do operador (IIDA, 2005), contribui para a segurança da interação homem-máquina ao permitir a assepsia do sistema de forma mais eficiente do que superfícies rugosas ou emborrachadas.

#### 4.3 NECESSIDADES DOS USUÁRIOS

As pesquisas exploratórias do estado da arte e do público-alvo deste projeto levantaram questões importantes a respeito da disponibilidade de recursos no sistema público de saúde. A partir desses dados, percebe-se a falta de equipamentos e métodos de avaliação nos locais de atendimento, sejam eles unidades de saúde ou domicílios. De maneira geral, os profissionais da Atenção Básica necessitam de respostas rápidas durante o monitoramento das condições de saúde dos pacientes, permitindo agilidade na tomada de decisões diagnósticas e terapêuticas. Neste contexto, as necessidades dos usuários são apresentadas, acompanhadas de breve descrição, no Quadro 7.

**Quadro 7** — Necessidades dos usuários.

Necessidade	Descrição
Receber informações rapidamente	Resultados rápidos permitem a tomada de decisões imediata, contribuem para a identificação precoce de condições e aumentam as chances de sucesso dos tratamentos.
Tomar decisões acertadas	A eficiência de resposta clínica é um dos principais atributos para a escolha de um método de avaliação. Desta forma, o produto deve fornecer resultados com um grau de precisão mínimo adequado às suas condições de uso.
Trabalhar com segurança	É preciso assegurar a integridade física dos profissionais e dos pacientes, fornecendo condições adequadas de assepsia, capacitação técnica e proteção individual.
Atuar efetivamente na prevenção à saúde	A pesquisa primária revelou o desejo de muitos profissionais por ter à disposição mais recursos de avaliação durante as atividades de prevenção à saúde. Para tanto, é necessário contar com instrumentos de trabalho adequados ao perfil epidemiológico da região.
Transportar facilmente os equipamentos	Os materiais para avaliação domiciliar têm de ser transportados em espaços pequenos ou médios. O atendimento realizado nas unidades de saúde precisa contar com equipamentos portáteis ou carregáveis com pouco esforço.
Os pacientes precisam se sentir seguros	Os usuários do sistema de saúde sentem-se mais dispostos a procurar os serviços quando sentem segurança no atendimento. O acompanhamento efetivo das condições de saúde da população é um dos meios de promover maior qualidade de vida.

(Fonte: autora)

A descrição das necessidades dos usuários viabiliza a compreensão da importância de cada aspecto listado de forma independente e dentro de suas relações situacionais. O desempenho adequado do produto final, portanto, vincula-se diretamente à satisfação das mesmas.

#### 4.4 REQUISITOS DOS USUÁRIOS

Conforme Back *et al.* (2008), para que as necessidades dos usuários sejam facilmente observadas e adotadas durante o desenvolvimento projetual, as mesmas devem ser convertidas em requisitos dos usuários, sistematizados e classificados de modo a expressarem atributos de qualidade do produto. Neste trabalho, o processo de transformação considerou ainda os princípios norteadores da Saúde 4.0 (p.31), incorporando-os como etapa fundamental para atribuição de valor aos requisitos dos usuários, apresentados a seguir (Quadro 8).

Compatíveis com o posicionamento estratégico da Saúde 4.0, os requisitos elencados propõem a concepção de uma solução projetual capaz de proporcionar aos profissionais da Atenção Básica um leque mais amplo de ações de promoção à saúde, fortalecendo a personalização dos cuidados a domicílio e o compartilhamento de dados relativos ao bem-estar de seus pacientes.

**Quadro 8** — Processo de conversão e classificação dos requisitos dos usuários.

Necessidades dos usuários	Requisitos dos usuários	Saúde 4.0	Atributos
Receber informações rapidamente	Reduzir o tempo de espera por resultados	Interoperabilidade	Eficiência Dinamismo
Tomar decisões acertadas	Fornecer métodos de avaliação confiáveis	Interoperabilidade Capacidade em tempo real	Assertividade Reprodutibilidade
Trabalhar com segurança	Minimizar riscos biológicos	Virtualização Segurança	Assepsia Salubridade Proteção
Atuar efetivamente na prevenção à saúde	Ampliar as possibilidades de diagnóstico	Capacidade em tempo real Modularidade Virtualização	Versatilidade Abrangência Disponibilidade
Transportar facilmente os equipamentos	Ser de fácil manejo e transporte	Descentralização	Portabilidade Praticidade
Os pacientes devem se sentir seguros	Transmitir confiança à população	Orientação a serviço	Compreensão Credibilidade

(Fonte: autora)

A fim de estabelecer o grau de importância relativo dos requisitos dos usuários, a hierarquização dos mesmos foi realizada por meio do Diagrama de Mudge, ferramenta proposta por Csillag (1988) para comparação e priorização de diferentes parâmetros, elencando-os por relevância (Figura 13). Os valores atribuídos são lidos como uma comparação direta entre os atributos cruzados, sendo esses “mais importante que” (5); “tão importante quanto” (3); e “menos importante que” (1). Salienta-se que o processo ajuda a identificar os aspectos críticos do projeto, ainda que todos os requisitos levantados sejam relevantes e devam ser contemplados na solução final desde trabalho.

Os requisitos dos usuários, listados em ordem de importância, encontram-se no Quadro 9. Visando à categorização dos itens para aplicação no Desdobramento da Função Qualidade (QFD), os valores indicados no Diagrama de Mudge foram convertidos em pesos relativos (1-5), de acordo com suas faixas correspondentes. Por não apresentarem somatórios entre zero e 5, o peso mínimo (1) foi descartado.

**Figura 13** — Diagrama de Mudge aplicado aos requisitos dos usuários.

		Requisitos usuário						Total	%
		Reduzir o tempo de espera por resultados	Fornecer métodos de avaliação confiáveis	Minimizar riscos biológicos	Ampliar as possibilidades de diagnóstico	Ser de fácil manejo e transporte	Transmitir confiança à população		
Requisitos usuário	Reduzir o tempo de espera por resultados		1	1	3	5	3	13	14.4
	Fornecer métodos de avaliação confiáveis	5		3	5	5	3	21	23.3
	Minimizar riscos biológicos	5	3		5	3	5	21	23.3
	Ampliar as possibilidades de diagnóstico	3	1	1		3	1	9	10.0
	Ser de fácil manejo e transporte	1	1	3	3		1	9	10.0
	Transmitir confiança à população	3	3	1	5	5		17	18.9
							90	100	

(Fonte: autora)

**Quadro 9** — Hierarquização dos requisitos dos usuários.

Nº.	Requisitos de Usuário	Mudge	Peso
1	Fornecer métodos de avaliação confiáveis	21	5
2	Minimizar riscos biológicos	21	5
3	Transmitir confiança à população	17	4
4	Reduzir o tempo de espera por resultados	13	3
5	Ser de fácil manejo e transporte	9	2
6	Ampliar as possibilidades de diagnóstico	9	2

(Fonte: autora)

## 5 LEVANTAMENTO DE SIMILARES

O levantamento de similares é proposto por Platcheck (2012) como forma de coletar informações a respeito de soluções existentes para os problemas de projeto identificados durante a análise exploratória. A autora ressalta ainda que, de modo a verificar suas vantagens e desvantagens, convém analisar os similares segundo critérios de complexidade, mecanismo, segurança, precisão e confiabilidade (PLATCHECK, 2012).

Neste trabalho, duas categorias de similares foram pesquisadas: similares de função, que compartilham a função global do produto a ser desenvolvido, e similares de produto, soluções destinadas para o mesmo problema de projeto. Ao final, os mesmos foram comparados e avaliados quanto às suas possíveis contribuições para a criação do produto final.

### 5.1 SIMILARES DE FUNÇÃO

Entendem-se como similares de função todos os produtos comercializados que compartilham a função principal do produto a ser desenvolvido, ainda que não sejam destinados à mesma aplicação (PLATCHECK, 2012). O critério de seleção escolhido baseou-se em sistemas equipados com sensores para medição portátil, nos quais buscou-se englobar aplicações em diferentes áreas, tipos de ensaio e medição dos resultados. Foram selecionados cinco similares:

- a) **Indicador de pH:** de uso laboratorial, o teste é composto por indicadores cromóforos depositados e secos em tiras de papel absorvente, apresentando uma variável de cor para cada pH da escala ácido-base (1-14). A interpretação dos resultados é realizada comparando-se a mudança de cor na tira com a tabela de cores-padrão na embalagem do produto;
- b) **Teste de gravidez:** de uso doméstico, o teste mede os níveis de hCG e beta-hCG na urina da mulher, hormônios que aumentam rapidamente no início da gravidez. Os testes clássicos fornecem o resultado de forma qualitativa, também por meio de biomarcador que muda de cor caso o resultado seja positivo. Outros modelos digitais, como o da marca *Clearblue*, fornecem o resultado digitalmente, indicando também o número aproximado de semanas em gestação por meio de um conjunto sensor-transdutor;

- c) **Etilômetro**: de uso policial, verifica a concentração de álcool etílico na corrente sanguínea de um indivíduo a partir da análise quantitativa do ar expirado pelos pulmões. A medição se dá por meio de um sensor cuja condutividade elétrica se altera conforme a presença de oxigênio ou etanol no ambiente. Dessa forma, identificam-se condutores de veículos sob efeito de bebidas alcoólicas;
- d) **Nima<sup>®</sup> Sensor**: de uso doméstico, o dispositivo identifica a presença (sim/não) de glúten em amostras de alimentos por meio de reação química entre uma proteína do alimento e seu respectivo marcador alocado na cápsula de teste. O sistema é composto por um sensor, cápsulas descartáveis acopláveis ao sensor, e um aplicativo para *smartphone*;
- e) **DrugWipe<sup>®</sup>**: de uso policial, segue o mesmo princípio de funcionamento dos testes de gravidez. Após ser colocada sobre a superfície a ser avaliada, o teste é imerso em água para que as partículas de drogas sejam carregadas até a área de análise. Os marcadores sofrem alteração de cor caso o resultado seja positivo para pelo menos uma das substâncias avaliadas (*cannabis*, opioides, cocaína e anfetaminas).

Os similares de função foram comparados frente aos requisitos dos usuários, em escala de 1 a 5, valendo-se dos conhecimentos adquiridos por meio do levantamento do estado da arte e da pesquisa exploratória deste projeto (Quadro 10). Os similares de uso policial (etilômetro e *DrugWipe<sup>®</sup>*) ou acessíveis mediante importação (*Nima<sup>®</sup> Sensor*) foram avaliados com base no conteúdo disponibilizado por seus fabricantes<sup>3</sup>. Em contrapartida, os indicadores de pH e de gravidez foram adquiridos e testados pela própria autora. As categorias de análise escolhidas dizem respeito à confiabilidade de resposta do sistema, isto é, aos parâmetros técnicos de precisão e acurácia do equipamento; à segurança do operador frente aos riscos de contato biológico; à credibilidade por parte da população, referindo-se a fatores estéticos e subjetivos no dispositivo que transmitem confiança ao paciente; ao tempo necessário para o equipamento processar as informações químicas da amostra; à facilidade de manuseio e transporte; e à variedade de testes disponibilizada pelo produto.

---

3. Etilômetro BAF-300 — site oficial <http://bit.ly/2Q6AuKC> e manual de instruções <http://bit.ly/37jqtzB>; *Nima<sup>®</sup> Sensor* — site oficial e manual <https://blog.nimasensor.com>; *DrugWipe<sup>®</sup>* — site oficial e manuais <http://bit.ly/2QxRLLI>.

**Quadro 10** — Similares de função analisados frente aos requisitos dos usuários.

	Indicador de pH	Teste de gravidez	Etilômetro	Nima® Sensor	DrugWipe® A
Fornecer métodos de avaliação confiáveis	●●○○○○ faixas de análise pouco diferenciadas, qualitativo	●●●●○○ fácil de identificar, qualitativo	●●●●●●●● fácil de identificar, quantitativo	●●●●○○○ fácil de identificar, qualitativo	●●●●○○○ resultado pode ser confuso, qualitativo
Minimizar riscos biológicos	●○○○○○ requer segurar o reagente com as mãos	●●●●○○○ requer colocar urina em recipiente	●●●●●●●● bocal descartável, não há contato com fluidos	●●○○○○○ pouco higiênico	●●●●●●●● descartável, não há contato com reagentes
Transmitir confiança à população	●●●●○○○ resultado confuso, feedback imediato	●●●●○○○ reação não visualizada, resultado claro	●●●●●●●● precisão quantitativa	●●●●○○○ resultado compreensível em qualquer nível de instrução	●●●●○○○ resultado confuso, listras muito próximas
Reduzir tempo de espera por resultados	●●●●●●●● imediatos	●●●●○○○ até 5 minutos	●●●●○○○ até 10 minutos	●●●●○○○ 10+ minutos	●●●●○○○ até 10 minutos
Ser de fácil manejo e transporte	●●●●●●●● leve e pequeno, não requer preparação	●●●●○○○ leve e pequeno, requer preparo mínimo	●●●●○○○ transporte em maleta, diversas peças	●●○○○○○ leve e pequeno, requer grande preparo	●●●●●●●● leve e pequeno, não requer preparação
Ampliar possibilidade de diagnóstico	●●●●○○○ somente pH, mas em todo o espectro	●●○○○○○ hCG e beta-hCG	●○○○○○ quantidade de álcool no organismo	●○○○○○ presença de glúten	●●●●●●●● 2-5 tipos de drogas, em diferentes superfícies
	●●●●○○○	●●●●○○○	●●●●○○○	●●○○○○○	●●●●○○○

(Fonte: autora)

Conforme observado no somatório geral, o teste *DrugWipe*®, para detecção de drogas em superfícies e em saliva ou suor de um indivíduo, obteve a maior pontuação relativa, seguido pelo teste de gravidez e etilômetro. É interessante notar que o similar de função mais bem colocado é de caráter qualitativo, isto é, fornece indicação positiva ou negativa para a presença de determinado composto químico. O grande diferencial do *DrugWipe*® é a possibilidade de múltiplos testes serem realizados em um mesmo dispositivo. Além disso, a grande superfície de pega, constituída de material polimérico, evita que o operador seja exposto ao contato direto com a amostra analisada, o que não ocorre em testes de gravidez, indicadores de pH ou mesmo no *Nima*® Sensor.

Os pontos elencados para o sensor *DrugWipe*® aparecem como sugestões para o futuro desenvolvimento de alternativas de solução para este projeto. Deve-se, todavia, tomar cuidado com a proximidade das linhas indicadoras nos dispositivos que dispõem de mais de um teste. Estas podem ser fator de confusão na leitura dos

resultados obtidos, prejudicando os requisitos de confiabilidade do teste e confiança da população.

## 5.2 SIMILARES DE PRODUTO

Os similares do produto compreendem todos os produtos comercializados que, além de compartilharem as mesmas funções, possuem as mesmas características e atendem parcial ou totalmente aos requisitos de projeto elencados para o produto em desenvolvimento (PLATCHECK, 2012). Para que sejam fonte de informação e inspiração durante a etapa de geração de alternativas projetuais, os similares de produto devem ser avaliados em relação às suas características estruturais, funcionais, ergonômicas, morfológicas e técnicas. A definição dos diferentes tipos de análise, conforme elaborada por Platcheck (2012), é resumida no Quadro 11 abaixo.

**Quadro 11** — Análises consideradas para a avaliação de similares de produto.

Análise	Tópico de abordagem	Exemplos
Estrutural	Estrutura do produto similar	Componentes, carenagem, sistemas de união, matérias-primas e ciclo de vida
Funcional	Funções do sistema e uso do produto	Aspectos ergonômicos e funções técnico-físicas de cada subsistema
Ergonômica	Uso e manipulação do produto pelo usuário	Praticidade, segurança, manutenção e reparo, transporte e atividades da tarefa
Morfológica	Aparência e elementos formais do produto	Características de forma, cores, estabilidade visual, embalagem do produto e ponto de venda
Técnica	Processos e técnicas de manufatura do produto	Materiais, matérias-primas, processos de fabricação e sistemas mecânicos e eletrônicos

(Fonte: autora)

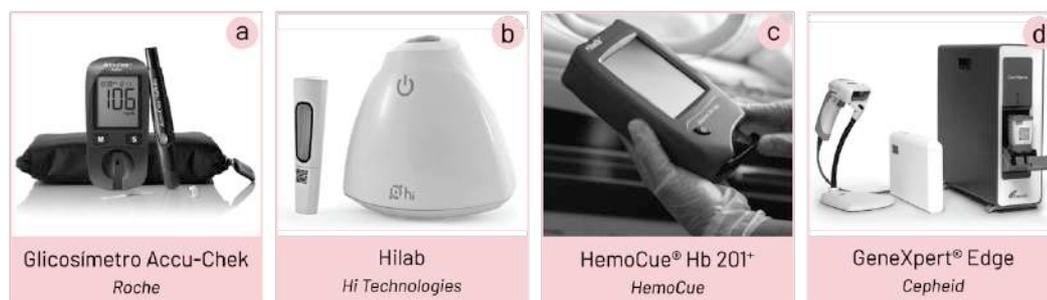
Para a análise de similares de produto, selecionaram-se quatro aparelhos cuja função principal é a verificação de alterações metabólicas por meio da análise de amostras sanguíneas. São estes:

- a) **Accu-Chek Active (Roche)**: kit doméstico para aferição de glicemia capilar, destina-se à realização de autoexame de indivíduos diabéticos. A medição é realizada a partir de uma gota de sangue obtida por punção na ponta de um dos dedos da mão (Figura 14a);
- b) **Hilab (Hi Technologies)**: dispositivo portátil para testagem rápida de diversos indicadores metabólicos e patogênicos a partir de uma gota de sangue capilar. As reações químicas são digitalizadas e enviadas a um laboratório central, no

qual uma equipe de profissionais avalia os resultados e disponibiliza o laudo em ambiente virtual (Figura 14b);

- c) **HemoCue® Hb 201+ (HemoCue)**: aparelho portátil de uso clínico destinado à contagem de glóbulos brancos e vermelhos. A medição é realizada a partir de uma gota de sangue capilar obtida por punção na ponta de um dos dedos da mão (Figura 14c);
- d) **GeneXpert® Edge (Cepheid)**: sistema de análise molecular para uso em laboratório ou em locais remotos. Destina-se à identificação de patologias virais, infecciosas e sexualmente transmissíveis. A preparação das amostras de sangue é realizada dentro do próprio cartucho de teste, semelhante ao ocorrido nas tiras de teste do segundo similar (Figura 14d).

**Figura 14** — Similares de produto escolhidos para análise.



(Fonte: autora)

O Quadro 12 a seguir apresenta a análise dos produtos selecionados, realizada com base em pesquisa nas páginas oficiais de seus fabricantes e distribuidores<sup>4</sup>. Devido à proximidade de algumas características identificadas, os cinco grupos sugeridos por Platchek (2012) (p.65) foram agrupados em três grandes tópicos: análise técnico-estrutural, ergonômico-funcional e morfológica.

4. *Accu-Check* — site oficial <http://bit.ly/2SEeaJZ> e manual de instruções <http://bit.ly/2Q8a4Iy>;  
*Hilab* — site oficial <https://hilab.com.br/>;  
*HemoCue® Hb 201+* — site oficial <http://bit.ly/2F2A1TJ> e manual <http://bit.ly/350BPHi>;  
*GeneXpert® Edge* — site oficial e manuais <http://bit.ly/2F58Lnu>.

Quadro 12 — Análise dos similares de produto.

	Glicosímetro Accu-Chek	Hilab	HemoCue® Hb 201+	GeneXpert® Edge	
					
Análise técnico-estrutural	Componentes do produto	Monitor; lancetador; estojo	Aparelho de análise; kit diagnóstico contendo cápsula de exame, lancetador, pipeta graduada e material para assepsia do dedo do paciente	Monitor; leitor óptico; cabo adaptador	Aparelho de análise; leitor de código de cartuchos; tablet
	Acessórios (não inclusos)	Lancetas descartáveis; tiras para teste	Kits diagnóstico adicionais	Cuvetas para coleta de sangue; lancetador e lancetas; acessórios para limpeza ("cotonetes"); maleta de transporte	Tubo para preparo da amostra; cartucho para teste molecular; seringa ou lancetador; pipeta para transferência da amostra
	Sistemas de união	Encaixe das lancetas, das tiras de teste e do chip de código por pressão; estojo com fechamento por zíper	Fechamento da cápsula de teste e encaixe da cápsula no dispositivo e por <i>snap fit</i>	Leitor de amostra com rotação (deslizamento) para dentro do monitor; encaixe da cuvette no leitor	Compartimento para análise com dobradiça; cartuchos com tampa <i>flip top</i>
	Materiais	Visor do monitor em cristal líquido; carcaça em polímero; estojo em nylon	Não há indicação de materiais	Não há indicação de materiais	Não há indicação de materiais
	Sistemas	Bateria; reação colorimétrica na tira de teste lida por fotometria; embalagem das tiras contém chip codificado com parâmetros do lote para inserção no monitor	Bateria; reação química na tira de teste lida por fotometria; dispositivo com sensor para leitura do sinal de luz convertido (comprimento de onda) a partir da reação química; envio do sinal e recebimento dos resultados por conexão de dados sem fio	Bateria ou energia elétrica; reação química ocorre dentro das cuvetas; leitura do sinal convertido (comprimento de onda) a partir da reação química	Energia elétrica ou bateria; parâmetros de cada teste escaneados pelo leitor digital; reação química ocorre dentro do cartucho; leitura do sinal de luz convertido (comprimento de onda) a partir da reação química; quebra das moléculas por ultrassom
Análise ergonômico-funcional	Mecanismos	Encaixe dos componentes por <i>snap fit</i> ; lancetas descartáveis desacopladas por mecanismo ejetável semelhante a um engate rápido	Encaixe dos componentes por <i>snap fit</i> ; tira de teste posicionada entre guias poliméricas dentro da cápsula de teste	Componentes acopláveis por deslizamento e pressão	Componentes acopláveis por pressão; mistura dos reagentes no cartucho por válvulas; movimentação dos líquidos por rotação de compartimentos
	Versatilidade	1 parâmetro (glicemia capilar)	Cápsulas contendo tiras reagentes para uma série de testes; permite a realização de um teste por vez	2 parâmetros (hemoglobina e leucócitos)	Cartuchos para uma série de testes; modelos de aparelho com mais compartimentos podem realizar testes simultâneos (1 teste/vez por módulo)
	Resistência do sistema	Utiliza reagentes químicos secos; temperatura de teste: 10-40°C; limpeza realizada com pano molhado ou álcool	Utiliza reagentes químicos secos; não necessita refrigeração; limpeza do dispositivo realizada com pano molhado ou álcool	Auto-calibração quando iniciado ou utilizado por mais de 2 horas; armazenamento a 15-30°C; cuvetas estáveis por três meses; leitura da amostra deve ser realizada imediatamente após coleta	Utiliza reagentes líquidos; temperatura de teste: 9-37°C; eliminação da interferência humana; informações pouco claras sobre armazenagem e transporte dos cartuchos; tipos de processo utilizados compatíveis com ambientes controlados
	Acabamento superficial	Polímero preto fosco; ranhuras e desníveis para encaixe dos componentes	Dispositivo em polímero branco de alto brilho; compartimento na porção superior para encaixe da cápsula de teste; janela em polímero transparente para visualização da tira reagente na cápsula de teste	Acabamento em polímero vermelho fosco; reentrância para alocação do leitor e cuvetas, ambos transparentes	Polímero branco fosco com detalhes em azul e cinza; superfícies lisas; reentrâncias para encaixe dos componentes
	Segurança e manuseio	Assepsia com água e álcool; lancetas e tira de teste descartáveis; tiras de teste podem ser utilizadas já acopladas ao sistema, evitando manuseio do material biológico; lancetas protegidas por capa e lancetador com espaço para 6 agulhas; lancetador em formato de caneta	Reagentes em estado sólido; kit diagnóstico inteiramente descartável após o uso; requer preparo e posicionamento corretos da amostra na cápsula, sendo necessária familiaridade com o uso de pipetas; ausência de <i>feedback</i> após a inserção do teste; requer conexão móvel para transferência de dados via <i>internet</i>	Reagentes nas cuvetas em estado sólido; lancetas e cuvetas descartáveis após o uso; leitor óptico de fácil retirada para limpeza (girar e puxar); preenchimento da cuvette requer familiaridade com o uso de pipetas; símbolos de aviso no monitor devem ser aprendidos	Reagentes líquidos armazenados dentro do cartucho, eliminando risco de contato e contaminação; requer preparo prévio da amostra e familiaridade com manuseio de pipetas; passo a passo claro e objetivo
	Transporte	Kit dispõe de estojo com zíper; funcionamento a bateria; não necessita refrigeração	Necessário descarte total do kit diagnóstico após o uso; não há indicação de estojo ou maleta para transporte ao local de análise	Opção de usar baterias; maleta para transporte; necessário fechamento hermético dos reagentes; não necessita refrigeração	Resultado em 80 minutos; aparelhagem grande e pesada; dificuldades em fase pré-analítica semelhantes às laboratoriais
	Antropometria	Componentes podem ser segurados com uma mão; manejo fino para punção do dedo e colocação das tiras de teste e das lancetas	Preparo das cápsulas requer o uso das duas mãos; aparelho de análise apoiado em bancada; manejo fino de pipeta e lancetador; formato da cápsula de teste indica posicionamento correto no dispositivo	Monitor pode ser segurado com uma mão enquanto a cuvette é inserida, mas deve ser apoiado em superfície plana para que seja coletada a amostra de sangue;	Preparo dos cartuchos requer uso das duas mãos; aparelho de análise apoiado em bancada; manejo fino de pipetas
Análise morfológica	Dimensões	Embalagem: 157 x 157 x 66 mm; monitor: 115 x 40 x 22 mm	Não há indicação; dimensões visualmente comparáveis ao monitor Accu-Chek	Monitor: 85 x 160 x 43 mm; peso: 350 g	Dispositivo de análise: 94 x 305 x 297 mm; peso: 4 kg
	Elementos formais/visuais	Tiras de teste contêm setas indicando a posição de inserção no monitor; lancetador com indicador rotatório do número da lanceta em uso (1-6), controlado pelo usuário; lancetador contém um grampo para prender no estojo ou em outras superfícies; visor para leitura de dados com alto contraste e números facilmente identificáveis	Formato em tronco de cone, com compartimento triangular para encaixe da cápsula de teste; cantos arredondados e formas orgânicas; tiras de teste com setas indicando a posição de inserção na cápsula; ausência de visor para leitura de dados, devendo esta ser realizada via <i>smartphone</i> ; botão <i>touchscreen</i> único para ligar e desligar o dispositivo	Formato retangular, com reentrância para inserção das cuvetas de análise; leitor visual em azul; diversos códigos para erros e avisos, necessitando aprendizado prévio do sistema; botões como os de microondas	Aparelho de análise retangular, com abertura frontal para inserção do cartucho; reentrâncias de tamanhos específicos para encaixe dos componentes; passo a passo demonstrado diversas vezes no manual de instruções; falta de reforços visuais nos componentes; sistema de análise computadorizado pouco intuitivo
	Embalagem	Caixa de papel duplex com os componentes; manual de instruções	Não há indicação	Caixa de papel microondulado para distribuição, não permanente; manual de instruções	Não há indicação; manual de instruções

(Fonte: autora)

Percebe-se que três dos quatro similares contam com monitor de leitura óptica para a apresentação dos resultados, podendo este ser um atributo associado à confiança do usuário no sistema. A utilização de materiais poliméricos como polietileno (PE), polipropileno (PP) e politereftalato de etileno (PET) na manufatura dos componentes abre espaço para a possibilidade de um sistema transportável, resistente e inerte a produtos de limpeza como álcool e acetona. Além disso, o funcionamento a bateria, a indicação de uso em temperatura ambiente e a junção dos elementos por pressão facilitam o manuseio e a aplicação dos testes fora do ambiente laboratorial.

Visando à compilação das informações apresentadas e à comparação visual com a análise dos similares de função (ver Quadro 11, p.65), o Quadro 13 avalia o desempenho dos similares de produto selecionados frente aos requisitos dos usuários elencados para o presente trabalho.

**Quadro 13** — Análise comparativa dos similares de produto.

		Glicosímetro Accu-Chek	Hilab	HemoCue® Hb 201*	GeneXpert® Edge
					
Fornecer métodos de avaliação confiáveis	5	●●●●○	●●●●○	●●●●○	●●●●○
Minimizar riscos biológicos	5	●●●○○	●●●○○	●●●○○	●●●○○
Transmitir confiança à população	4	●●●●●	●●●●○	●●●●○	●●●●○
Reduzir tempo de espera por resultados	3	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●○○○
Ser de fácil manejo e transporte	2	●●●●●	●●●●○	●●●●○	●●○○○
Ampliar possibilidade de diagnóstico	2	●○○○○	●●●●●	●●○○○	●●●●○
		●●●●○	●●●●○	●●●●○	●●●●○

(Fonte: autora)



De modo a contemplar eventuais carências projetuais, é importante ainda ressaltar a necessidade de treinamento prévio e a familiaridade com o uso de equipamentos laboratoriais como buretas e pipetas para utilização de todos os similares, reforçando assim a segurança de manuseio e a adequação às práticas sanitárias requeridas em procedimentos de saúde. Além disso, deve-se ponderar a viabilidade de implementação de sistemas que necessitem de cobertura de dados móveis, adaptando os benefícios dos similares avaliados para as condições de trabalho do público-alvo deste projeto.

## 6 DEFINIÇÕES PROJETUAIS

Os parâmetros projetuais definem-se como o conjunto de decisões que norteia o desenvolvimento de alternativas de solução para um problema de projeto. Dessa forma, uma síntese bem elaborada dos dados coletados na pesquisa exploratória, manifestada por meio das necessidades dos usuários, possibilita uma projeção clara e objetiva dos parâmetros projetuais a serem considerados (PLATCHECK, 2012).

Visando à determinação de diretrizes para a concepção do produto, apresenta-se nesta seção o desdobramento sequencial das necessidades dos usuários em requisitos e especificações de projeto, bem como a definição dos materiais passíveis de aplicação na confecção do produto. São ainda consideradas as funções globais e a estrutura técnica do sistema, em um processo de síntese funcional proposto por Pahl e Beitz (2007) e adaptado por Back *et al.* (2008).

### 6.1 REQUISITOS DE PROJETO

A conversão dos requisitos dos usuários em requisitos de projeto constitui-se como a primeira decisão sobre as características físicas da solução projetual. Esses requisitos definem assim os parâmetros mensuráveis a serem alcançados, atuando como um meio para a verificação do atendimento às necessidades dos usuários (BACK *et al.*, 2008; PLATCHECK, 2012). Os requisitos de projeto apresentados no Quadro 14 foram desdobrados a partir dos requisitos de usuário definidos na Seção 4.4 (p.59), ancorados nos princípios da Saúde 4.0 para uma prática descentralizada, dinâmica e flexível de cuidados assistenciais na saúde pública.

**Quadro 14** — Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto.

Requisitos dos usuários	Requisitos de projeto	Justificativa
Reduzir o tempo de espera por resultados	Minimizar tempo de análise	A atuação deve se encaixar no tempo de visita domiciliar (30-40 minutos).
	Facilitar leitura dos resultados	Os resultados devem ser claramente identificados pelos operadores.
	Facilitar coleta de sangue	A condição sanitária dos locais de visita não deve ser impeditiva.
Fornecer métodos de avaliação confiáveis	Possuir sistema robusto	O sistema deve se manter funcional mediante transporte e uso diário.
	Ser estável em condições climáticas adversas	A condição climática e a estação do ano não devem ser impeditivas.
	Possuir sensibilidade adequada ao biomarcador avaliado	Os resultados devem ser adequados às análises realizadas.
Minimizar riscos biológicos	Proteger hermeticamente componentes químicos e biológicos	O sistema deve minimizar riscos de contaminação durante seu transporte.
	Ser de fácil higienização	A assepsia é fundamental em qualquer procedimento de saúde.
	Proporcionar pega firme	Uma pega firme confere maior segurança e controle ao operador.
Ampliar as possibilidades de diagnóstico	Testar diferentes indicadores	A avaliação de múltiplos indicadores torna o cuidado da população mais eficiente.
Ser de fácil manejo e transporte	Possuir dimensões compactas	O sistema deve ser facilmente carregado por um operador deslocando-se a pé.
	Minimizar peso total do equipamento	
	Possuir interface coerente com o nº de ações desempenhadas	O fluxo de interação do operador com o sistema deve ser o mais direto possível.
Transmitir confiança à população	Prezar acabamentos e detalhes por meio de valores estéticos	A preocupação estética influencia a percepção do usuário, contribuindo para a formação de emoções positivas.

(Fonte: autora)

Uma vez definidos, os requisitos de projeto e dos usuários devem ter suas relações analisadas de modo comparativo por meio do QFD (Apêndice E). Para Back *et al.* (2008), a avaliação busca obter indicativos de quanto cada necessidade expressa pelo usuário afeta ou é afetada por dado parâmetro de engenharia. Assim, o produto entre o valor do relacionamento (1 para pouca, 3 para moderada e 5 para forte relação) e o peso de importância do requisito do usuário, obtido pelo Diagrama de Mudge, fornece “uma ordenação de prioridade dos requisitos de projeto de acordo com a importância atribuída pelo usuário às suas necessidades” (BACK *et al.*, 2008). A priorização dos requisitos de acordo com sua pontuação encontra-se no Quadro 15 a seguir.

**Quadro 15** — Priorização dos requisitos de projeto a partir do QFD.

Nº.	Requisito de Projeto	QFD	Descrição
1	Possuir sistema robusto	11,3%	Necessário
2	Minimizar tempo de análise	10,6%	Necessário
3	Proteger hermeticamente componentes químicos e biológicos	10,4%	Necessário
4	Possuir sensibilidade ao biomarcador	10,1%	Necessário
5	Ser de fácil higienização	10%	Necessário
6	Facilitar coleta de sangue	8,7%	Desejável
7	Ser estável em climas adversos	8,4%	Desejável
8	Proporcionar pega firme	5,5%	Desejável
9	Testar diferentes indicadores	5,3%	Desejável
10	Prezar acabamentos e detalhes por meio de valores estéticos	4,7%	Desejável
11	Possuir interface coerente	4,3%	Desejável
12	Facilitar leitura dos resultados	4%	Desejável
13	Minimizar peso total do equipamento	3,8%	Desejável
14	Possuir dimensões compactas	2,9%	Desejável

(Fonte: autora)

A partir da análise do QFD, os cinco requisitos de projeto com percentual de importância maior ou igual a 10% foram considerados vitais para o sucesso do trabalho, sendo estes possuir sistema robusto (11,3%), minimizar tempo de análise (10,6%), proteger hermeticamente componentes químicos e biológicos (10,4%), possuir sensibilidade adequada ao biomarcador avaliado (10,1%) e ser de fácil higienização (10,0%).

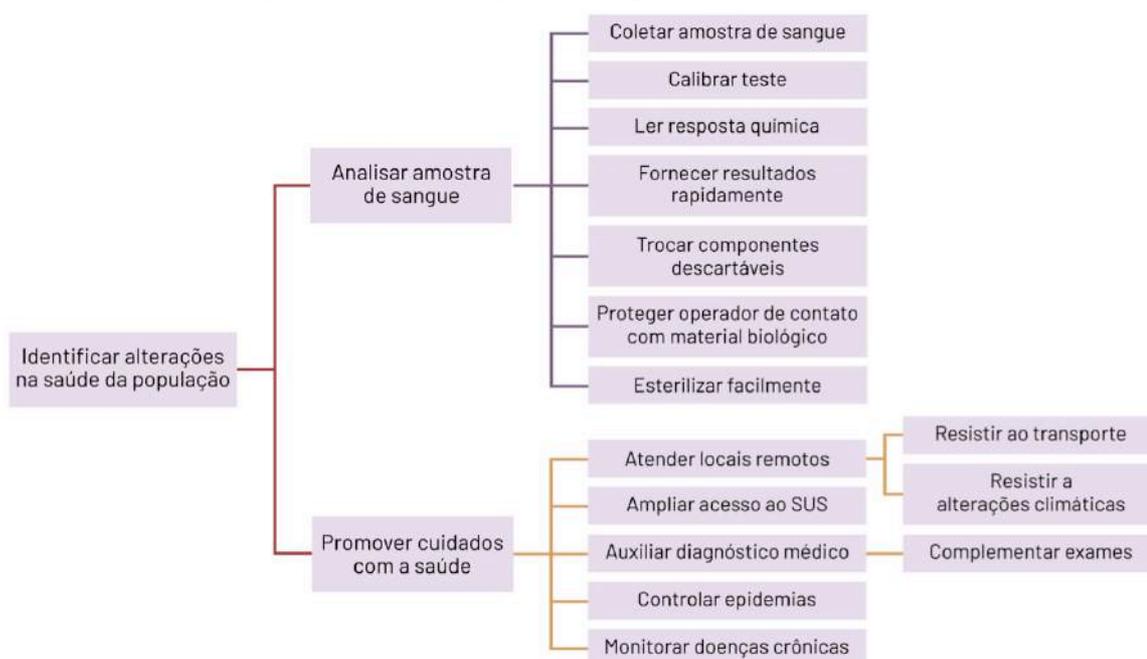
## 6.2 FUNÇÃO GLOBAL DO PRODUTO

Determinadas pelos requisitos de projeto, as funções de um produto ou sistema determinam os objetivos das ações desempenhadas pelos seus componentes, sendo consideradas o aspecto essencial das relações do público-alvo com o objeto (BONSIEPE, 1984; CSILLAG, 1988; LÖBACH, 2001; MORAES; MONT'ALVÃO, 2009). A análise sistemática da função global e seus desdobramentos é um dos métodos projetuais mais referenciados na literatura, e seus resultados são utilizados como ponto de partida para o desenvolvimento, padronização e representação estrutural do sistema técnico (BAXTER, 1998; PAHL; BEITZ, 2007; BACK *et al.*, 2008). Nesse sentido, a identificação das funções de um sistema técnico a ser desenvolvido

auxilia na definição de sua proposta conceitual, e a abordagem dos diferentes modos como cada função pode ser realizada estimula o processo de geração de alternativas de projeto.

Baxter (1998) sugere que as funções elencadas sejam estruturadas em uma árvore funcional, na qual a função principal do produto desdobra-se em grupos hierarquizados de funções básicas. Estas aparecem como consequência direta da função principal, tida como a razão de existência do produto no ponto de vista do usuário. Assim, conforme apresentado na Figura 16, um dispositivo para testagem de biomarcadores em locais remotos tem como função principal identificar alterações na saúde da população, desdobrando-se nas funções básicas de analisar amostra de sangue e promover cuidados com a saúde.

**Figura 16** — Função global e funções básicas do produto.



(Fonte: autora)

O mapeamento das funções desempenhadas possibilita a análise dos sistemas técnicos central e periférico como elementos-chave no processo de transformação de recursos (BACK *et al.*, 2008). Conforme sugerido durante a análise dos produtos similares (p. 69), o sistema principal do teste remoto caracteriza-se pelo dispositivo no qual ocorrem as reações químicas entre os biomarcadores presentes na amostra sanguínea coletada do paciente e os reagentes analíticos adequados para sua identificação. Analogamente, a disponibilização efetiva dos recursos de entrada para mensuração qualitativa no dispositivo é garantida por sistemas técnicos periféricos,

considerados aqui os processos de retirada de sangue por punção transcutânea e o preparo dos recipientes onde o teste será realizado.

Proposto por Pahl e Beitz (2007), o desdobramento da estrutura técnica para solução dos problemas funcionais encontra-se sintetizado no Quadro 16. Neste, as funções básicas anteriormente elencadas para o teste laboratorial (formulação do problema) foram esquematizadas em sucessivas etapas de processamento para os sistemas técnicos periféricos (etapas 1 e 2) e central (3 e 4). Foram considerados dois grupos de soluções alternativas para o projeto, subdivididos em duas modalidades similares: análise química de resposta puramente visual mediante (1a) tiras de papel absorvente e (1b) reagentes em solução; e análise química de resposta visual com auxílio de sensores digitais mediante (2a) tiras de papel e (2b) reagentes em solução.

As configurações técnicas propostas possuem funcionamento semelhante nas etapas de preparo, coleta e reação química, variando apenas o meio de análise. Nesse quesito, o uso de tiras de papel requer a transposição da solução reagente para a matriz de teste (1a e 2a), e as alternativas digitais (2a e 2b) necessitam de calibragem prévia do sensor de análise. Ainda na etapa 1, ressalta-se que as ações referentes à preparação química dos reagentes devem ser realizadas por equipes laboratoriais especializadas, não sendo responsabilidade do operador. Sua inclusão no desdobramento tem como objetivo nortear a reprodução do teste para detecção de ferro a ser realizado pela autora posteriormente (ver Capítulo 7). Em relação à leitura dos resultados, a agregação de dispositivos digitais para conversão do sinal aumenta a complexidade da estrutura funcional em troca de uma maior confiabilidade na interpretação dos valores obtidos. Assim, para que o teste remoto seja passível de implementação na rotina dos profissionais da saúde pública, a futura escolha por uma das opções deve ponderar o nível de capacitação da Atenção Básica e suas necessidades práticas.

**Quadro 16** — Desenvolvimento da estrutura funcional do teste remoto.

Formulação do problema	Estrutura funcional			
	Resposta visual com teste em papel (1a)	Resposta visual com teste em solução (1b)	Resposta digital com teste em papel (2a)	Resposta digital com teste em solução (2b)
<b>1. Preparar análise química</b>	Medir reagentes ↓ Preparar solução ↓ Transferir solução para matriz de papel ↓ Armazenar teste	Medir reagentes ↓ Preparar solução ↓ Armazenar teste	Medir reagentes ↓ Preparar solução ↓ Transferir solução para matriz de papel ↓ Ajustar sinal do sensor ↓ Armazenar teste	Medir reagentes ↓ Preparar solução ↓ Ajustar sinal do sensor ↓ Armazenar teste
<b>2. Coletar amostra de sangue</b>	Higienizar local de punção ↓ Puncionar dedo do paciente ↓ Coletar gota de sangue ↓ Higienizar local de punção	Higienizar local de punção ↓ Puncionar dedo do paciente ↓ Coletar gota de sangue ↓ Higienizar local de punção	Higienizar local de punção ↓ Puncionar dedo do paciente ↓ Coletar gota de sangue ↓ Higienizar local de punção	Higienizar local de punção ↓ Puncionar dedo do paciente ↓ Coletar gota de sangue ↓ Higienizar local de punção
<b>3. Promover reação com o biomarcador analisado</b>	Inserir matriz no dispositivo de teste ↓ Transferir gota de sangue para matriz ↓ Esperar tempo de reação	Inserir solução no dispositivo de teste ↓ Pingar gota de sangue na solução ↓ Esperar tempo de reação	Inserir matriz no dispositivo de teste ↓ Transferir gota de sangue para matriz ↓ Esperar tempo de reação	Inserir solução no dispositivo de teste ↓ Pingar gota de sangue na solução ↓ Esperar tempo de reação
<b>4. Gerar resposta qualitativa</b>	Verificar resposta do teste químico ↓ Comparar sinal com escala visual de referência ↓ Interpretar sinal ↓ Reportar dados à equipe ↓ Tomar as medidas preventivas adequadas	Verificar resposta do teste químico ↓ Comparar sinal com escala visual de referência ↓ Interpretar sinal ↓ Reportar dados à equipe ↓ Tomar as medidas preventivas adequadas	Configurar parâmetros do sensor ↓ Verificar resposta do teste químico ↓ Comparar sinal com escala visual de referência ↓ Captar sinal do teste químico com o sensor ↓ Comparar resultado com valores de referência ↓ Interpretar sinais ↓ Cadastrar resultado no sistema ↓ Tomar as medidas preventivas adequadas	Configurar parâmetros do sensor ↓ Verificar resposta do teste químico ↓ Comparar sinal com escala visual de referência ↓ Captar sinal do teste químico com o sensor ↓ Comparar resultado com valores de referência ↓ Interpretar sinais ↓ Cadastrar resultado no sistema ↓ Tomar as medidas preventivas adequadas

(Fonte: autora)

### 6.3 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

Resultado final do processo de conversão das necessidades dos usuários, o estabelecimento das especificações de projeto é considerado o ponto de referência para a descrição do problema na forma funcional, quantitativa e qualitativa, e, conseqüentemente, para a concepção do produto e seus subsistemas (BACK *et al.*, 2008). De modo geral, as especificações de projeto descrevem por meio de indicadores mensuráveis os atributos necessários ao cumprimento dos requisitos de projeto anteriormente elencados (p. 72).

Nesse sentido, o Quadro 17 apresenta as especificações definidas a partir da hierarquização prévia dos requisitos de projeto. Para tanto, consideram-se as

diretrizes referidas pela ISO 15197:2013 para o desenvolvimento, rotulagem, instruções e segurança de um dispositivo portátil de análise sanguínea; e as informações técnicas a respeito de materiais e seu processamento (CALLISTER; RETHWISCH, 2010).

**Quadro 17** — Especificações de projeto.

Requisitos de projeto	Especificações de projeto
1. Possuir sistema robusto	– Utilizar material com limite de escoamento mínimo de 20 MPa*; – Priorizar acabamentos arredondados;
2. Minimizar tempo de análise	– Permitir que o teste seja preparado para uso no local de atendimento; – Permitir que o teste seja realizado no local de atendimento; – Priorizar sistemas de engate rápido na montagem dos componentes;
3. Proteger hermeticamente componentes químicos e biológicos	– Permitir vedação temporária dos recipientes com anéis, batoques ou tampas; – Projetar embalagem para armazenar os componentes durante o transporte; – Possuir recipiente para separação de materiais contaminados;
4. Possuir sensibilidade ao biomarcador analisado	– Orientar o operador para preparo e coleta das amostras em cada teste**; – Orientar o operador sobre validade dos materiais de análise (data e ano)**;
5. Ser de fácil higienização	– Priorizar sistemas de engate rápido na montagem dos componentes; – Utilizar material com resistência química a etanol e acetona nas superfícies; – Utilizar acabamento superficial liso;
6. Facilitar coleta de sangue	– Contar com material de análise para realização de 5 testes subsequentes; – Permitir que o teste seja realizado no local de atendimento;
7. Ser estável em climas adversos	– Utilizar material com taxa de absorção de água < 10% nos recipientes;
8. Proporcionar pega firme	– Projetar componentes para manejo fino com diâmetro de pega de 6-18 mm; – Projetar dispositivo de análise com largura máxima de 100 mm;
9. Testar diferentes indicadores	– Orientar o operador para preparo e coleta das amostras em cada teste**;
10. Prezar acabamentos e detalhes por meio de valores estéticos	– Utilizar acabamento superficial liso; – Destacar a área de resposta por meio de recursos estético-formais; – Utilizar rótulos de identificação nos componentes que apresentam riscos ao operador, como materiais perfurocortantes e produtos químicos**;
11. Possuir interface coerente	– Orientar o operador para preparo e coleta das amostras em cada teste**; – Utilizar rótulos de identificação nos componentes que apresentam riscos ao operador, como materiais perfurocortantes e produtos químicos**;
12. Facilitar leitura dos resultados	– Destacar a área de resposta por meio de recursos estético-formais;
13. Minimizar peso total do equipamento	– Utilizar material com densidade de até 2 g/cm <sup>3</sup> para confecção do produto;
14. Possuir dimensões compactas	– Projetar dispositivo de análise com largura máxima de 100 mm; – Minimizar a quantidade de componentes avulsos.

\* Valores referentes a materiais poliméricos (CALLISTER; RETHWISCH, 2012).

\*\* Conforme exigido pela ISO 15197:2003.

(Fonte: autora)

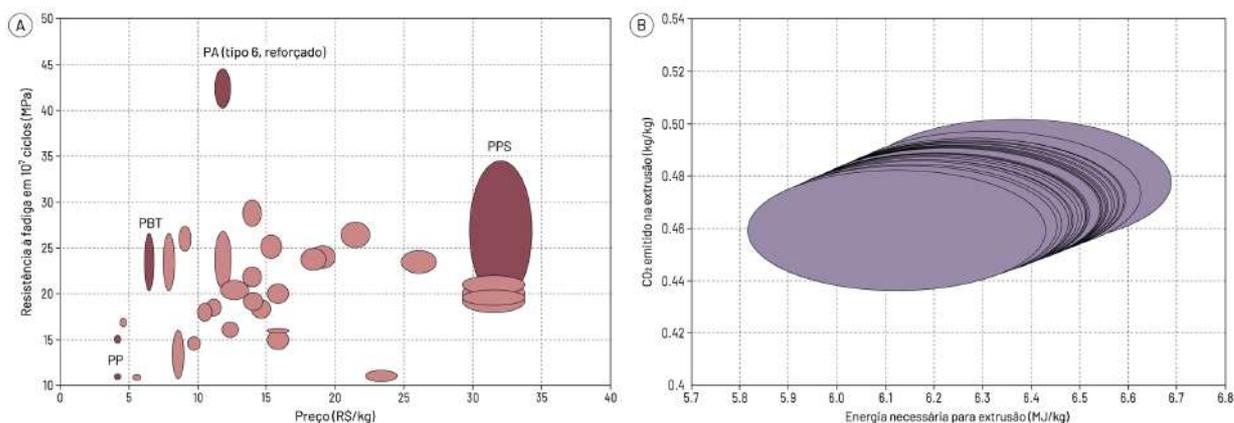
Visto que as especificações de projeto consideram diversas propriedades de materiais, uma série de polímeros termoplásticos foi analisada por meio do *software CES EduPack 2013*, desenvolvido pela empresa Granta Design. Os polímeros, unanimemente utilizados pelos similares de produto e função anteriormente avaliados, são materiais de fácil processamento, apresentando grande liberdade geométrica de conformação a custos reduzidos; possuem baixa densidade em relação a outros

grupos de materiais; e podem ainda ser melhorados de inúmeras formas com o auxílio de cargas e aditivos (CALLISTER; RETHWISCH, 2010).

Inicialmente, a seleção da família de polímeros termoplásticos no *software* gerou 677 resultados. Um filtro de seleção foi aplicado levando em consideração os valores indicados nas especificações de projeto para polímeros semicristalinos e sem adição de cargas, sendo estes limite mínimo de escoamento ( $\sigma_s = 20$  MPa), densidade máxima ( $D = 2$  g.cm<sup>-3</sup>), resistência a solventes orgânicos (valores na faixa de aceitável a excelente), temperatura mínima de transição vítrea ( $T_g = -10$  °C) e taxa máxima de absorção de água (inferior a 10% em 24 h). A pré-seleção dos materiais diminuiu o número de resultados para 68.

O Gráfico 1 ilustra a segunda etapa de análise, na qual o cruzamento de propriedades secundárias levou à redução do número de polímeros possíveis para a aplicação desejada. Os parâmetros máximos para resistência à fadiga em  $10^7$  ciclos e o preço estimado de cada material foram estabelecidos em 50 MPa e R\$40,00/kg, respectivamente (Gráfico 1a). Em seguida, os polímeros aprovados foram avaliados frente a suas características de processamento (Gráfico 1b). Para tanto, considerou-se a emissão de CO<sub>2</sub> e a energia requerida durante processos de extrusão, cujos valores assemelham-se à conformação por injeção. Os limites máximos para aprovação dos materiais foram definidos em 0.6 kg/kg e 7 MJ/kg, respectivamente.

**Gráfico 1** — Seleção de materiais realizada no *software CES EduPack*.



(Fonte: autora)

Ao final da análise, foram selecionados 33 materiais pertencentes a quatro categorias de polímero, sendo estes poliamida (PA), polipropileno (PP), polibutileno tereftalato (PBT) e polisulfeto de fenileno (PPS). Além das características mencionadas, a poliamida possui excelentes propriedades térmicas e mecânicas, tais

como resistência ao desgaste, tenacidade e estabilidade térmica. Por causa disso, o PA é utilizado em na fabricação de peças automotivas e industriais. Como ponto negativo, a poliamida possui a maior taxa de absorção de água entre os polímeros selecionados. O PP, por sua vez, destaca-se pelas baixas densidade e taxa de absorção de água, pela inércia química e pela capacidade de ser soldado. O material é utilizado na indústria para armazenamento de produtos químicos e em produtos médicos como bandejas e superfícies de contato durante a realização de exames (CALLISTER; RETHWISCH, 2010; ENSINGER, 2020).

Similares em suas aplicações, o PBT e o PPS adequam-se a aplicações que necessitam de elevada resistência química, rigidez e estabilidade dimensional. Possuem importantes propriedades mecânicas e elétricas que os tornam propícios para usos em peças de automóveis, como sistemas de combustível, freios e engrenagens; e sistemas elétricos, como conectores, disjuntores, tomadas, placas de aquecimento e semicondutores. O principal diferencial do PPS frente ao poliéster PBT é a manutenção de suas características a temperaturas acima de 200 °C (CALLISTER; RETHWISCH, 2010; ENSINGER, 2020).

A escolha final do material a ser aplicado nos componentes projetados será discutida durante a etapa de detalhamento técnico deste projeto (Capítulo 9, p. 109).

## 7 CONCEITO DO PROJETO

A proposta conceitual tem por base a síntese dos dados coletados durante a fase analítica de um projeto, identificando as qualidades morfológicas, funcionais e estéticas pretendidas para sua solução final. Assim sendo, este trabalho se propõe ao desenvolvimento conceitual de um dispositivo para coleta e análise de amostras sanguíneas em locais remotos, atendendo às necessidades dos profissionais do SUS que realizam atividades de prevenção, avaliação e intervenção sanitárias da população.

A pesquisa exploratória revelou as condições crônicas como principais doenças apresentadas pela população brasileira, sobretudo em idosos, evidenciando-se assim a necessidade de um plano de cuidados assistenciais contínuo suprido de equipamentos e métodos de avaliação nos locais de atendimento, sejam eles unidades de saúde ou domicílios.

Todavia, o cenário atual é marcado pela demanda excessiva de visitas por parte das Equipes Saúde na Família (ESF), a falta de infraestrutura e de sistemas de informação eficientes, e a demora no atendimento médico de especialidade. Nesse sentido, a obtenção de respostas rápidas durante o monitoramento do estado de saúde dos indivíduos atendidos surge como ponto fundamental para a agilidade e a eficiência na tomada de decisões diagnósticas e terapêuticas pelas equipes da Atenção Básica.

No que tange os requisitos de projeto, a minimização do tempo de espera por resultados aparece como característica necessária ao sucesso do produto em desenvolvimento, juntamente com a assepsia do dispositivo, a sensibilidade de detecção adequada e a preservação dos componentes químicos e da funcionalidade do sistema. Tais requisitos vão ao encontro da obrigatoriedade de se projetar um sistema robusto frente ao seu transporte e utilização em condições climáticas e sanitárias adversas.

Quanto às características estéticas da solução projetual, é importante ressaltar que os indivíduos têm a percepção de valor influenciada pelas conexões semânticas por eles conferidas às formas, texturas e materiais de um artefato (SILVA, 2016). Por consequência, ao se apoiar em atributos visuais bem resolvidos, a confiabilidade no produto acaba por conduzir ao desenvolvimento de emoções positivas. No caso de equipamentos de saúde, além das orientações ergonômicas e assépticas para o uso

de superfícies lisas, a preocupação com detalhes e acabamentos dos dispositivos contribui para a sensação de cuidado e atenção percebida pelo consumidor.

Os pontos-chave identificados para o problema de projeto relacionam-se diretamente com a nova abordagem colaborativa, descentralizada, adaptável, tecnológica e empoderadora dos cuidados em saúde trazida pela Saúde 4.0. Tais princípios de design aparecem traduzidos nos requisitos dos usuários e nos atributos de qualidade a eles associados, sendo estes retomados e categorizados em relação aos requisitos de projeto considerados necessários na presente proposta conceitual (Quadro 18).

**Quadro 18** — Requisitos de projeto necessários e seus princípios norteadores.

Requisito de projeto	Saúde 4.0	Atributos
Possuir sensibilidade ao biomarcador avaliado Possuir sistema robusto	Interoperabilidade e capacidade em tempo real	Assertividade e reprodutibilidade
Proteger componentes químicos e biológicos Ser de fácil higienização	Virtualização e segurança	Proteção e salubridade
Minimizar tempo de análise	Interoperabilidade	Eficiência e dinamismo

(Fonte: autora)

Conforme ilustrado pela Figura 17, os atributos listados direcionam o conceito para um posicionamento focado na eficiência e confiabilidade das atividades de prevenção, na agilidade e no dinamismo da avaliação dos pacientes e na assertividade da intervenção clínica. O produto em desenvolvimento preza pela salubridade, proteção e segurança das equipes da Atenção Básica e da população por elas atendida, buscando também contemplar valores estéticos que fortaleçam o vínculo de confiança entre o profissional da saúde, o dispositivo de avaliação e o paciente.

**Figura 17** — Conceito do projeto.



(Fonte: autora)

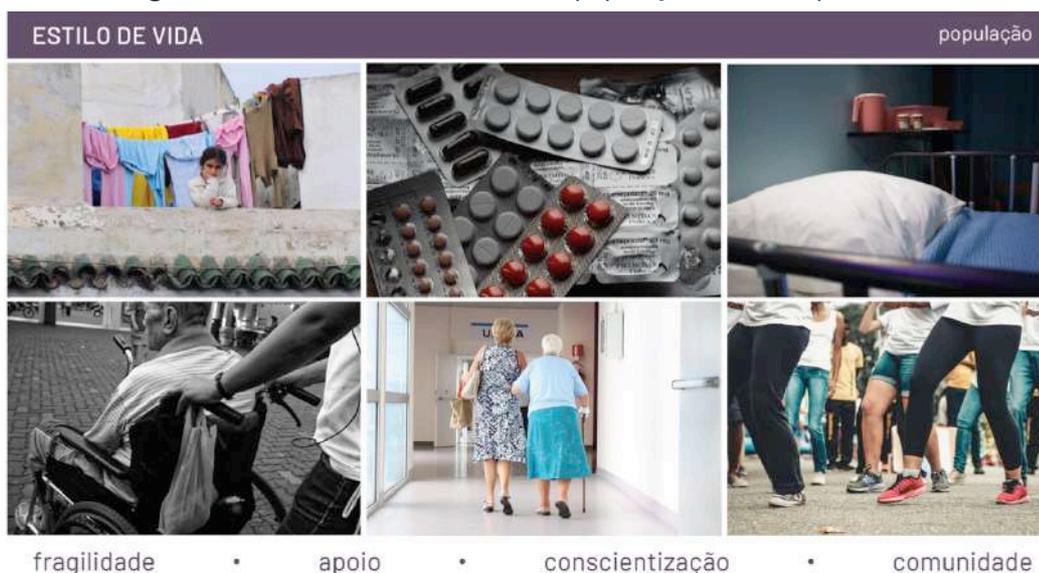
A fim de consolidar os conceitos e atributos a serem transmitidos pelo produto, Baxter (1998) sugere a construção de painéis semânticos. O processo divide-se em etapas, para as quais os dados coletados ao longo da pesquisa são compilados em três categorias de referências visuais: estilo de vida, expressão do produto e tema visual. O painel do estilo de vida reflete a realidade e os valores pessoais e sociais compartilhados pelo público-alvo (BAXTER, 1998). Por necessitarem de abordagem distinta, optou-se por construir dois painéis de estilo de vida, voltados ao público-alvo primário (Figura 18) e secundário (Figura 19), representados pela ESF e pela população atendida, respectivamente. Mesmo que distintas em sua motivação, as interações sociais são destaque em ambos os painéis. Dentro das equipes de saúde entrevistadas durante a pesquisa exploratória, o apoio multiprofissional e o vínculo com a população atendida foram citados inúmeras vezes como fatores de satisfação e realização pessoal. A comunidade, por sua vez, mostra-se disposta a participar de atividades de promoção à saúde nas UBS e sente-se acolhida pelo cuidado assistencial prestado a domicílio. Por outro lado, é importante ressaltar a sobrecarga de trabalho da ESF, a falta de recursos para avaliação dos pacientes e as condições sanitárias adversas encontradas durante as rotinas de visitação.

**Figura 18** — Painel do estilo de vida: equipes Saúde na Família.



(Fonte: autora)

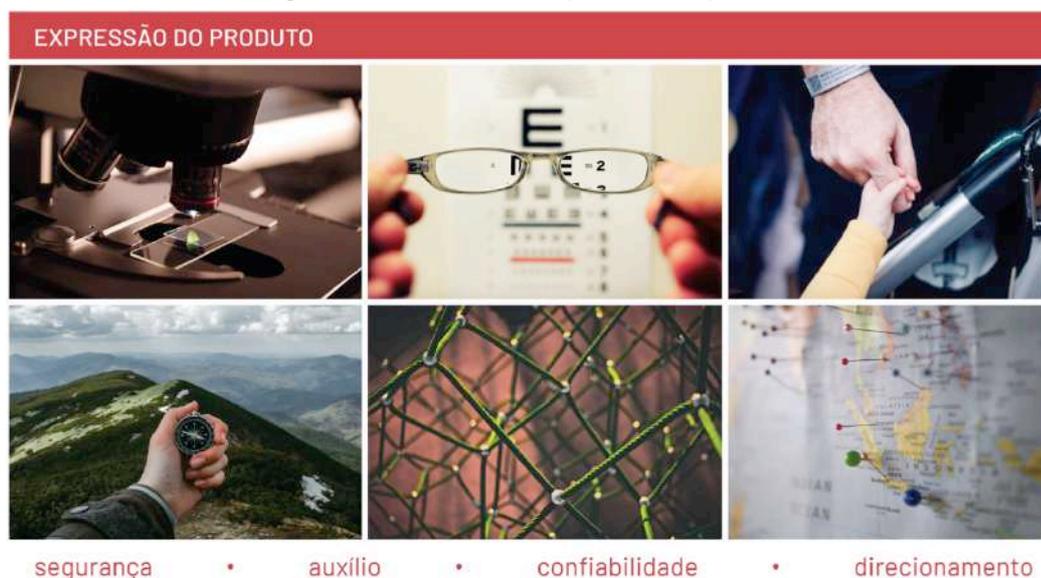
**Figura 19** — Painel do estilo de vida: população atendida pelo SUS.



(Fonte: autora)

Os painéis de estilo de vida auxiliam ainda na identificação de uma expressão de valor para o produto, isto é, nas emoções que por ele serão evocadas (BAXTER, 1998). Desta forma, os aspectos apresentados no painel de expressão do produto (Figura 20) indicam que a solução projetual deve ser precisa, segura e clara, além de facilitar o diálogo com a população e a tomada conjunta de decisões.

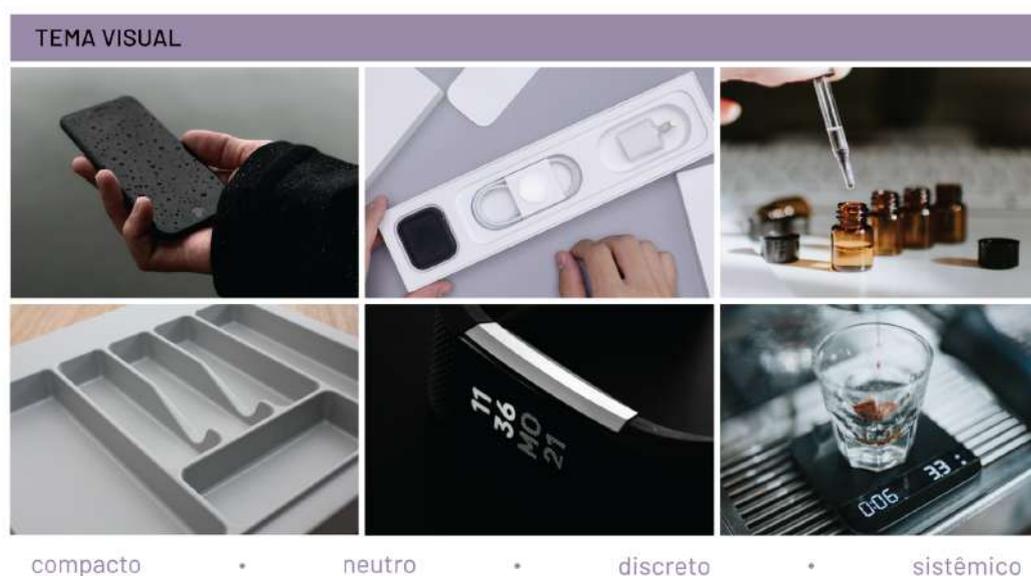
**Figura 20** — Painel de expressão do produto.



(Fonte: autora)

Finalmente, o painel referente ao tema visual organiza as características estético-formais pretendidas para o produto (BAXTER, 1998), trazendo referências a cores neutras e superfícies lisas e inertes, além de encaixes orientados para um melhor aproveitamento espacial e organização dos componentes (Figura 21).

**Figura 21** — Painel do tema visual.



(Fonte: autora)

Após definidos, os atributos estéticos, formais e funcionais pretendidos para a solução final necessitam ser validados em relação às definições projetuais. Para tanto, lançou-se mão da Análise da Oportunidade de Valor e da construção de cenários de uso do produto. De acordo com Martin e Hanington (2012), a primeira técnica mapeia

o alinhamento entre o estilo de vida idealizado pelo usuário e as qualidades aspiradas para um produto, classificando-o frente a sete categorias de atributos: emoção, estética, identidade, impacto, ergonomia, tecnologia e qualidade.

A presente Oportunidade de Valor (Quadro 19) compara a proposta conceitual de um dispositivo portátil para avaliação das condições de saúde dos indivíduos atendidos a domicílio frente ao método atual de acompanhamento da população, realizado em sua maioria por meio de entrevistas e preenchimento de formulários. Para tanto, a Análise foi adaptada do método original de modo a facilitar a leitura dos resultados: além de mudanças na apresentação visual, os atributos considerados incompatíveis com a proposta conceitual foram suprimidos.

**Quadro 19** — Análise da Oportunidade de Valor para a proposta conceitual.

	Métodos atuais de avaliação dos pacientes			Proposta conceitual desenvolvida		
	-		+	-		+
<b>Emoção</b>						
independência	■					■
segurança		■				■
confiança		■				■
poder						■
<b>Ergonomia</b>						
conforto		■		■		
proteção			■	■		
facilidade de uso			■		■	
<b>Estética</b>						
visual	■					■
tátil	■					■
<b>Identidade</b>						
atualidade	■					■
contexto		■				■
personalidade	■				■	
<b>Impacto</b>						
social		■				■
ambiental			■		■	
<b>Tecnologia</b>						
confiável		■				■
capacitante	■					■
<b>Qualidade</b>						
manufatura			■	■		
durabilidade	■				■	
Impacto do produto	■	■				■
Perpetuação no mercado	■				■	

(Fonte: autora)

Comparada às fichas de acompanhamento preenchidas manualmente ou dentro do aplicativo *eSUS*, a proposta conceitual de um dispositivo analítico portátil confere aos profissionais da saúde maior assertividade e rapidez na tomada de decisões preventivas frente aos problemas encontrados nas visitas domiciliares. No sistema atual, as situações de risco são notificadas e os pacientes são orientados a procurar auxílio na UBS. Caso sejam necessários exames médicos, estes devem ser solicitados mediante triagem na própria Unidade. Nesse sentido, o produto proposto permite confirmar ou eliminar suspeitas de alterações na saúde dos indivíduos, diminuindo o tempo de espera e a quantidade de etapas posteriores de atendimento. Em relação à estética do produto, o uso de atributos visuais e táteis capazes de transmitir os requisitos de confiabilidade, eficiência e proteção auxilia na sensação de segurança, atenção e respaldo percebida pela população.

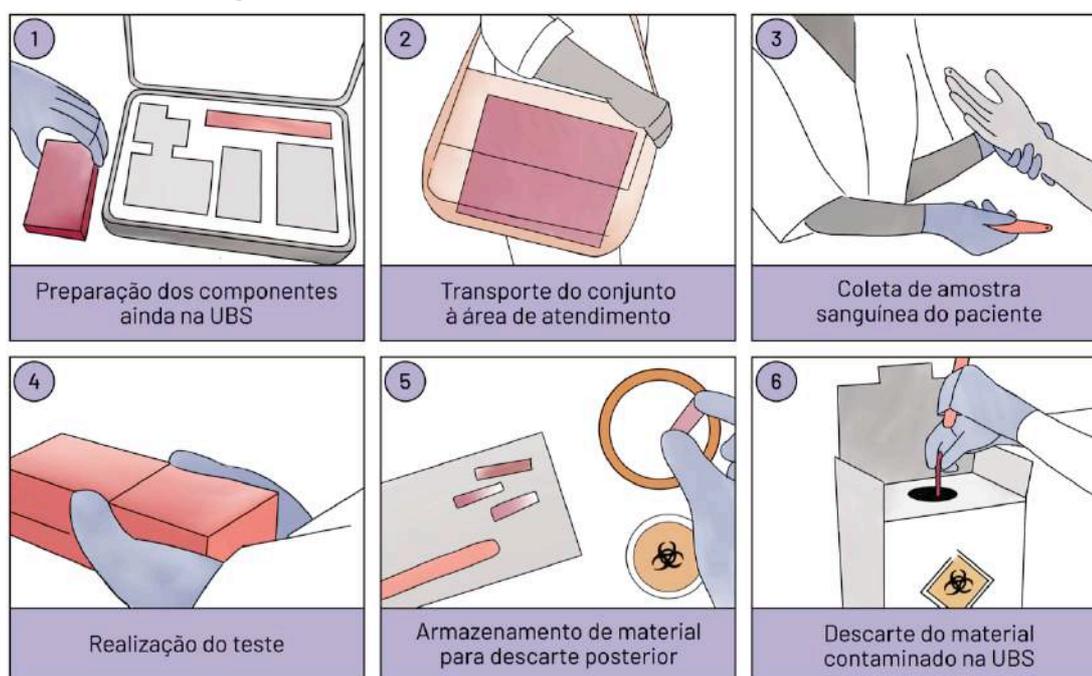
Sabendo que a falta de reconhecimento foi o motivo de frustração mais citado pelo público-alvo durante a pesquisa exploratória, a inserção de tecnologias remotas na rotina dos agentes comunitários de saúde valoriza seu papel dentro da Atenção Básica. Além disso, ainda que mais complexas, as tecnologias projetadas no contexto da Saúde 4.0 diminuem as chances de falhas na comunicação e na integração dos dados coletados do que os formulários vigentes. Assim, o maior engajamento dos profissionais somado à disponibilidade de recursos diagnósticos em locais de difícil acesso podem ser fatores determinantes para o aumento do impacto social da atenção primária na saúde pública e da qualidade de vida das comunidades.

A proposta de valor ressaltou ainda alguns pontos críticos para o sucesso do projeto. Apesar de essencialmente distinto da solução atual em seus componentes e sistema de funcionamento, o produto em desenvolvimento deve atentar para as questões ergonômicas, ambientais e de manufatura. Para que o dispositivo seja transportado confortavelmente durante as rotinas de visita, é necessário fazer uso de materiais leves e sistemas de encaixe capazes de proteger os componentes e reduzir o espaço ocupado pelo produto. Outro ponto levantado diz respeito à segurança do operador no manejo do sistema e das amostras biológicas, sendo imperativa a capacitação prévia das equipes prestadoras de serviços. Finalmente, os custos de manufatura do teste remoto podem ser identificados como um empecilho em um primeiro momento, especialmente se comparados aos formulários impressos utilizados por muitos agentes de saúde. Todavia, é importante lembrar que a longo prazo a implementação de ações de promoção à saúde ajuda a diminuir os gastos

com internações hospitalares e cuidados prolongados, consideradas as áreas mais onerosas da rede pública de saúde (IBGE, 2009; RIPSA, 2013).

Em relação aos cenários de uso do produto, os *insights* fornecidos pela validação da proposta conceitual e pela análise da tarefa elaborada na Seção 4.2 (p.51) permitiram a identificação de possíveis pontos de aplicação do teste remoto dentro do contexto dos usuários. Conforme apresentado na Figura 22, sugere-se a preparação do conjunto ainda na UBS, alocando os componentes na embalagem de transporte. Idealmente, o sistema pode ser carregado na bolsa dos profissionais durante a visita domiciliar, onde o teste é realizado. Os procedimentos-padrão para manejo de amostras biológicas devem ser respeitados, assegurando-se do uso de equipamentos de proteção individual, da higienização do dispositivo e do descarte adequado das peças contaminadas. Para tanto, o profissional precisa contar com um recipiente para armazenamento deste material até o retorno à Unidade.

**Figura 22** — Cenários de uso do teste laboratorial remoto.



(Fonte: autora)

## 8 CONCEPÇÃO DO PRODUTO

Tomando como base a análise de similares, as especificações de projeto e a proposta conceitual, a etapa de concepção prevê a geração de soluções alternativas para o produto em desenvolvimento com o auxílio das ferramentas criativas referenciadas na literatura (BAXTER, 1998; BACK *et al.*, 2008; MARTIN; HANINGTON, 2012). Em seguida, consecutivas análises marcam a seleção da alternativa mais adequada ao projeto de produto, em um processo de triagem que leva em conta múltiplos critérios em um direcionamento do mais amplo ao mais específico (BACK *et al.*, 2008).

A concepção deste trabalho conta com uma série de técnicas estabelecidas por Back *et al.* (2008). A geração de propostas formais se dá pela análise iterativa de uma sucessão de matrizes morfológicas, amparadas pela validação volumétrica das alternativas adequadas. Após selecionada, a solução projetual tem sua proposta de valor comparada ao produto de referência, apontado por meio da etapa de análise de similares. O capítulo conta ainda com a reprodução laboratorial do teste colorimétrico para detecção de ferro, estabelecido pela autora como método para a aprovação conceitual do sistema de análise.

### 8.1 VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE ANÁLISE

A reprodução funcional dos ensaios para detecção em solução líquida de ferro sérico e capacidade total de ligação do ferro foi realizada no Laboratório de Materiais Cerâmicos (LACER) da UFRGS como validação do método colorimétrico para identificação de alterações em indicadores de saúde de indivíduos. O teste foi escolhido em função de sua viabilidade de manufatura dentro dos laboratórios da Escola de Engenharia, e por não requerer amostras biológicas para a confirmação de seus resultados.

Inicialmente, as soluções de trabalho mostradas na Figura 23 foram preparadas pela autora conforme indicado por Horak e Sundermann (1974), sendo estas duas soluções-tampão, de pH ácido (4,5) e básico (7,8); uma solução reagente de ferro (ferrozina) e outra contendo ácido ascórbico (vitamina C); e duas soluções com teores distintos de Fe (III), de 100 e 400 µg/dL. Estes valores simulam as faixas de referência para o ferro sérico e a capacidade total de ligação do ferro em um adulto saudável, de 75-150 µg/dL e 250-450 µg/dL, respectivamente (BRAUNSTEIN, 2018).

**Figura 23** — Preparo dos reagentes.

(Fonte: autora)

Em termos gerais, a dosagem de ferro sérico avalia a concentração do mineral no sangue de um indivíduo, enquanto a capacidade total de ligação dosa a quantidade máxima de ferro que pode ser ligada à transferrina, proteína que realiza seu transporte na corrente sanguínea. Durante o procedimento experimental, a adição da solução-tampão ácida causa a dissociação do Fe (III) ligado à transferrina, e o ácido ascórbico reduz o íon a Fe (II). A ferrozina, elemento cromóforo, é capaz de se complexar com o Fe (II), causando a mudança de cor na solução de transparente para violeta. A intensidade na coloração da amostra é diretamente proporcional à concentração de ferro (HORAK; SUNDERMANN, 1974).

Considerando estas informações, a Figura 24 ilustra o sucesso do experimento. Contudo, devido à pandemia do COVID-19, não foi possível realizar a medição da absorvância das soluções por espectrofotometria, método indicado para avaliação dos resultados (HORAK; SUNDERMANN, 1974). Ainda assim, a diferença na tonalidade de violeta entre as concentrações de ferro pode ser conferida a olho nu.

**Figura 24** — Mudança de cor relativa à concentração de ferro na solução.



(Fonte: autora)

Ainda que prospectivo, o ensaio mostrou que o uso da colorimetria configura-se como uma alternativa viável para a avaliação de indicadores biológicos proposta neste trabalho. Além disso, a aplicação e estudo em larga escala de tais reações nos meios acadêmico, comercial e industrial ratificam sua eficiência e confiabilidade.

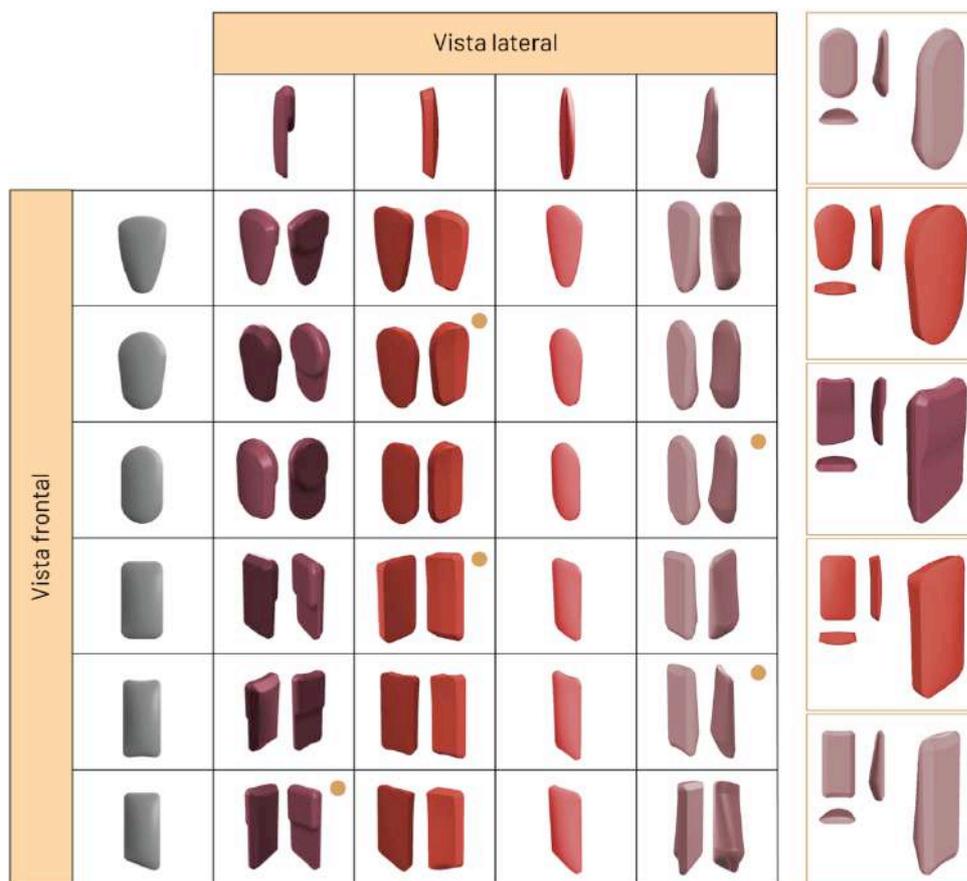
## 8.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Visando à máxima adequação do produto ao seu cenário de uso, o desenvolvimento das alternativas formais foi precedido pela avaliação das possíveis estruturas funcionais mapeadas na Seção 6.2 (p. 75). Seguindo a tendência dos similares de produto mais bem avaliados e a crescente disponibilidade de recursos na modalidade, os testes serão realizados em matriz celulósica. Desta forma, o processo de coleta pode ser simplificado, eliminando-se também os riscos inerentes ao transporte e manuseio de reagentes líquidos. Além disso, a interpretação dos resultados pelo operador será amparada por um colorímetro localizado dentro do sensor de análise, instrumento largamente utilizado em laboratórios capaz de mensurar a mudança de cor na reação química dos testes em parâmetros objetivos.

A geração inicial de alternativas formais para os componentes do sistema deu-se por meio de matrizes morfológicas. De acordo com Back *et al.* (2008), a técnica consiste na pesquisa sistemática de diferentes combinações de elementos ou parâmetros, apoiados pelas especificações de projeto (p. 76). Para tanto, decidiu-se

que o conjunto de análise será composto por três elementos principais: um sensor de teste, no qual a medição do indicador desejado será realizada; um lancetador, necessário para a coleta de sangue do paciente por punção cutânea; e uma embalagem de transporte, capaz de acomodar todos os materiais utilizados durante a realização dos testes. Conforme informações coletadas na análise de similares e na revisão bibliográfica de parâmetros ergonômicos, a faixa dimensional adequada para o sensor de testes e o lancetador foram também definidas. O sensor possui largura desejada 50-80 mm e espessura 10-35 mm, enquanto o diâmetro do lancetador deve ser 8-12 mm. Para ambos, o comprimento desejado é 80-150 mm. A embalagem de transporte, por sua vez, acomodará com segurança os dispositivos portáteis e seus acessórios em uma configuração formal que minimize seu volume total. Além disso, os formatos arredondados e o acabamento superficial liso foram priorizados em todas as alternativas.

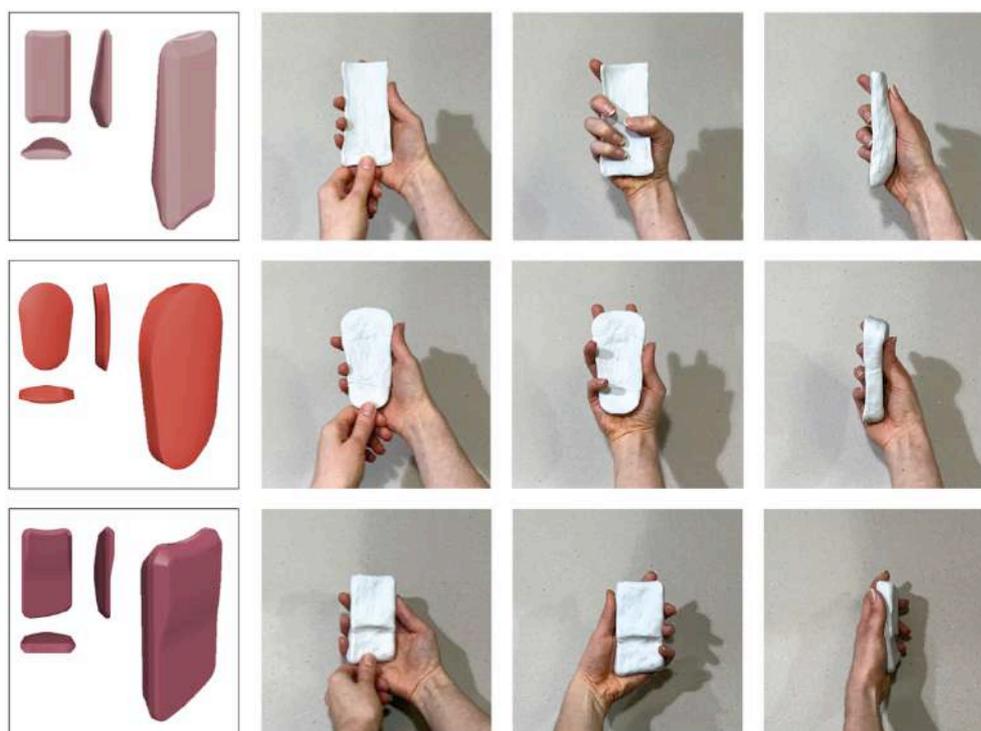
As formas-base do sensor de testes foram definidas a partir da combinação em matrizes morfológicas das geometrias trapezoidal, triangular, elíptica e retangular. A triagem das 15 seções frontais e 12 laterais foi realizada de maneira intuitiva pela autora, conforme sugerido por Mistree *et al.* (1996). As formas-base foram então cruzadas em uma terceira matriz (Quadro 20), e submetidas à análise de uma profissional da saúde do Grupo Hospitalar Conceição (GHC). Os princípios formais selecionados e destacados no Quadro 20 demonstram uma preferência da usuária por dispositivos de maior espessura, característica que confere atributos de robustez e resistência ao produto. Além disso, alternativas mais largas na base foram rejeitadas por causarem a impressão de que o sensor pode ser verticalmente apoiado em uma superfície durante o uso. Em tal circunstância, a entrada da tira de teste ficaria bloqueada.

**Quadro 20** — Estudo preliminar de forma para sensor de testes.

(Fonte: autora)

As soluções formais preliminares foram validadas por meio da confecção de três modelos volumétricos em massa cerâmica. Conforme observado na Figura 25, o ajuste dinâmico e iterativo das estruturas permitiu contemplar diferentes proporções e geometrias, abrangendo todas as seções frontais e laterais selecionadas. De modo geral, a relação entre largura e comprimento foi modificada, conferindo um perfil mais alongado às alternativas. A espessura dos pontos de apoio na palma da mão foi ampliada, aumentando a firmeza da pega. Assim, as alterações realizadas permitiram o manuseio ambidestro e a realização correta das ações previstas por parte do operador, ilustradas pela inserção da tira de testes na porção inferior do dispositivo.

**Figura 25** — Validação volumétrica das formas-base do sensor de testes.

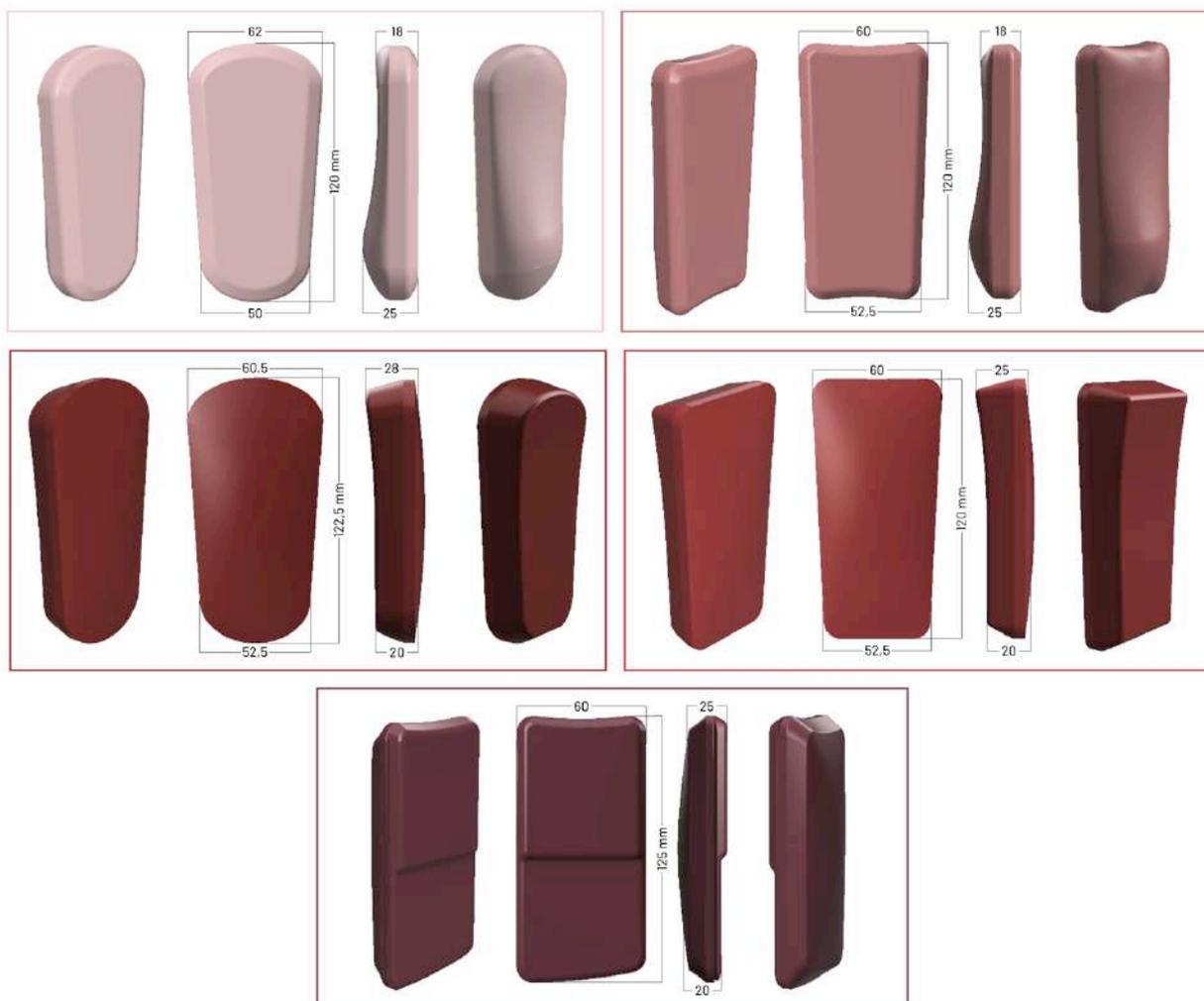


(Fonte: autora)

As faixas dimensionais previamente estimadas para o sensor de testes foram reduzidas, definindo-se comprimento 120-125 mm, largura 50-60 mm e espessura 20-30 mm. Estes valores permitem que o dispositivo seja apoiado inteiramente na palma de uma das mãos e que a tira de teste seja manuseada com facilidade. Confirmando o *feedback* fornecido pela profissional da saúde, observou-se ainda que uma largura uniforme ou com variação de até 6° entre a base e o topo auxilia no conforto da pega e no apoio do polegar durante a utilização do produto.

Finalmente, os *insights* resultantes foram aplicados às formas-base avaliadas (Figura 26), que serão utilizadas para a geração de alternativas de solução para o *kit* diagnóstico, composto ainda pelo lancetador e pela embalagem de transporte.

**Figura 26** — Formas-base do sensor de testes após validação volumétrica.



(Fonte: autora)

O processo de triagem e validação repetiu-se para os demais componentes do produto. Duas propostas conceituais para norteamento do estudo formal do lancetador, ilustradas na Figura 27, foram avaliadas em conjunto com a profissional da saúde: (1) lancetador como dispositivo avulso e (2) como parte acoplável no sensor de testes. Apesar de a segunda opção ser visualmente mais atrativa, os componentes poderiam ser danificados ou extraviados devido ao manuseio diário pelos agentes de saúde. Dessa forma, a opção avulsa torna-se a mais indicada.

**Figura 27** — Propostas conceituais avaliadas para concepção do lancetador.

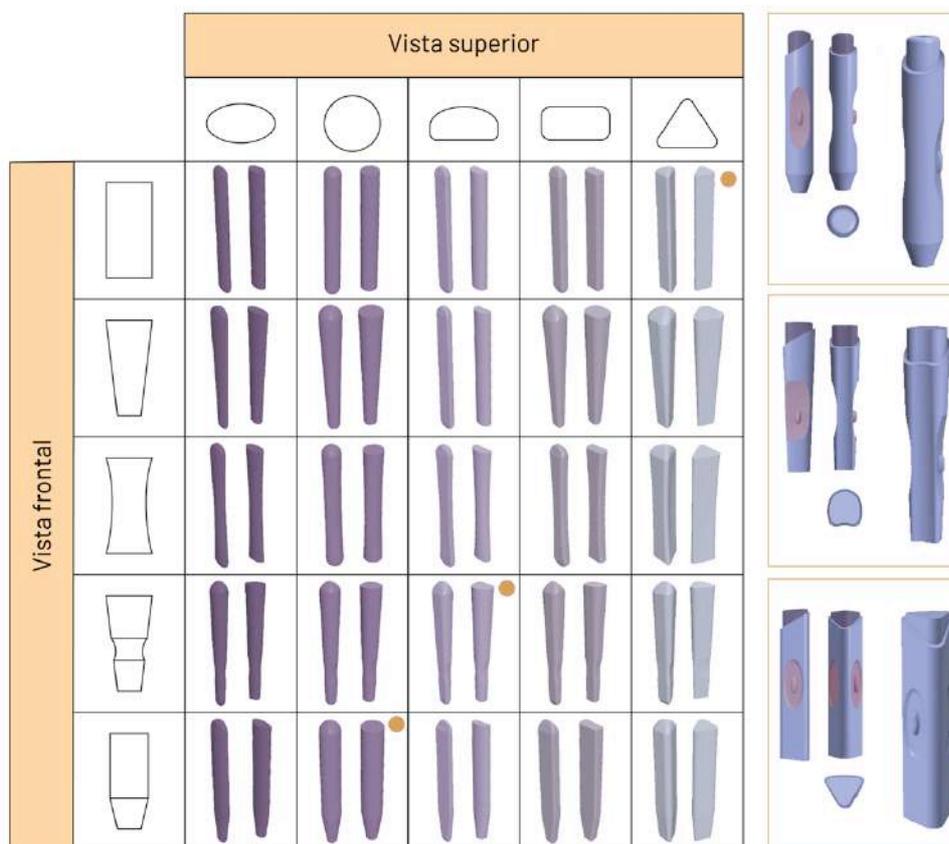


(Fonte: adaptado de <https://omronbrasil.com> e <https://in1case.com>)

O estudo preliminar de forma considerou cinco seções transversais e cinco perfis frontais. Para cada combinação, testou-se um acabamento retangular e outro arredondado (Quadro 21). Destes, os três princípios assinalados foram selecionados para desenvolvimento, no qual foram testados e adicionados botões para disparar e ejetar as lancetas. Estas modificações encontram-se marcadas nas vistas técnicas das alternativas em cor de rosa e roxo, respectivamente.

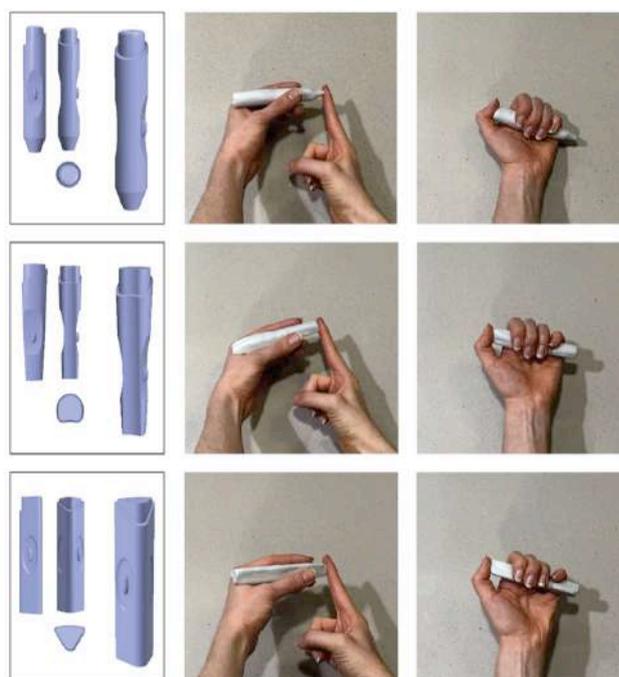
A validação volumétrica das alternativas (Figura 28) mostrou que a disposição afastada dos botões principais confere segurança durante o manuseio, uma vez que estes realizam ações opostas e não podem ser confundidos pelo operador. Em relação ao conforto e firmeza na pega, a variação de diâmetro na seção transversal foi eliminada e a proporção das mesmas foi reavaliada. Como resultado, a seção côncava ao longo do comprimento do segundo formato permite apoio confortável do lancetador no dedo médio durante o uso. No caso do terceiro formato, as faces em ângulo da seção triangular facilitam o posicionamento do polegar e do indicador no corpo do dispositivo.

**Quadro 21** — Matriz morfológica para estudo da forma-base do lancetador.



(Fonte: autora)

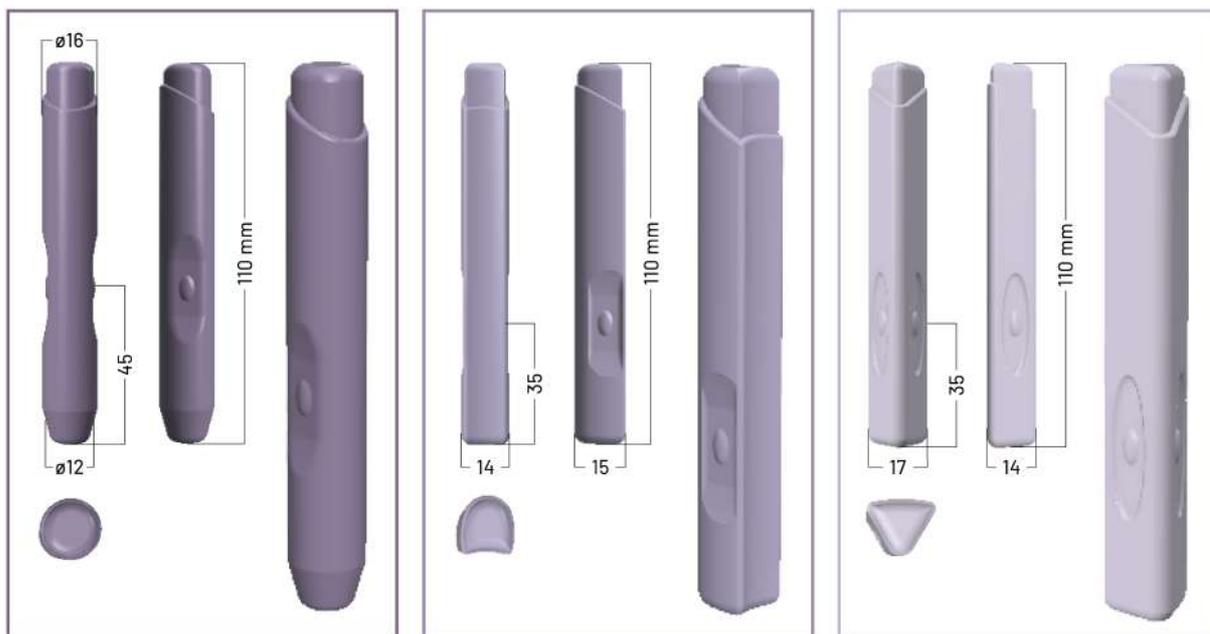
**Figura 28** — Validação volumétrica das formas-base do lancetador.



(Fonte: autora)

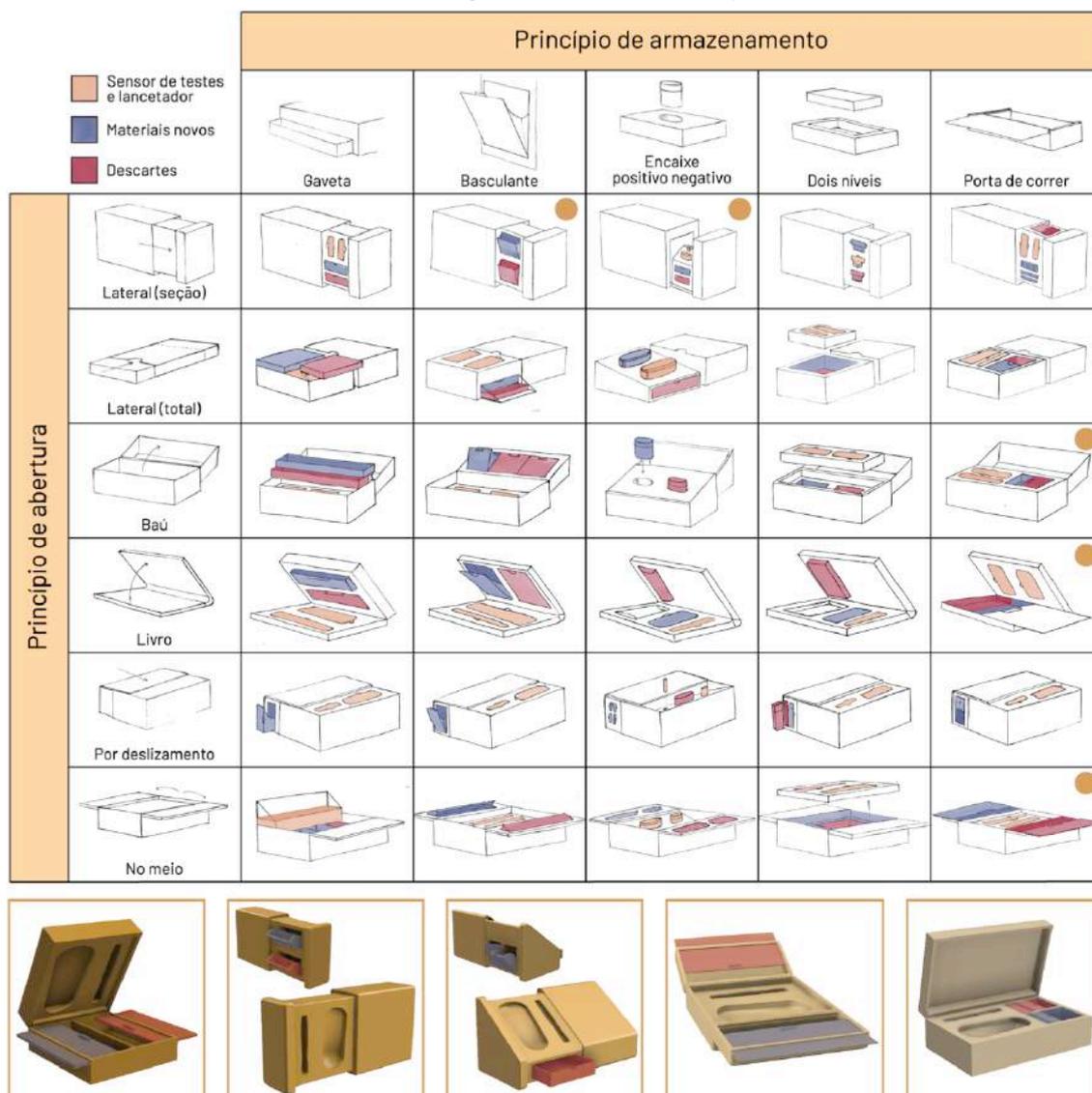
As dimensões estipuladas para o lancetador apresentam-se na Figura 29, estando dentro da faixa de valores previamente estimada. Com diâmetro 14-17 mm e comprimento 110 mm, o componente pode ser apoiado no dorso da mão durante o uso para maior estabilidade de manuseio. Além disso, o comprimento permite que o lancetador seja manipulado inteiramente com uma das mãos.

**Figura 29** — Formas-base para o lancetador após validação volumétrica.



(Fonte: autora)

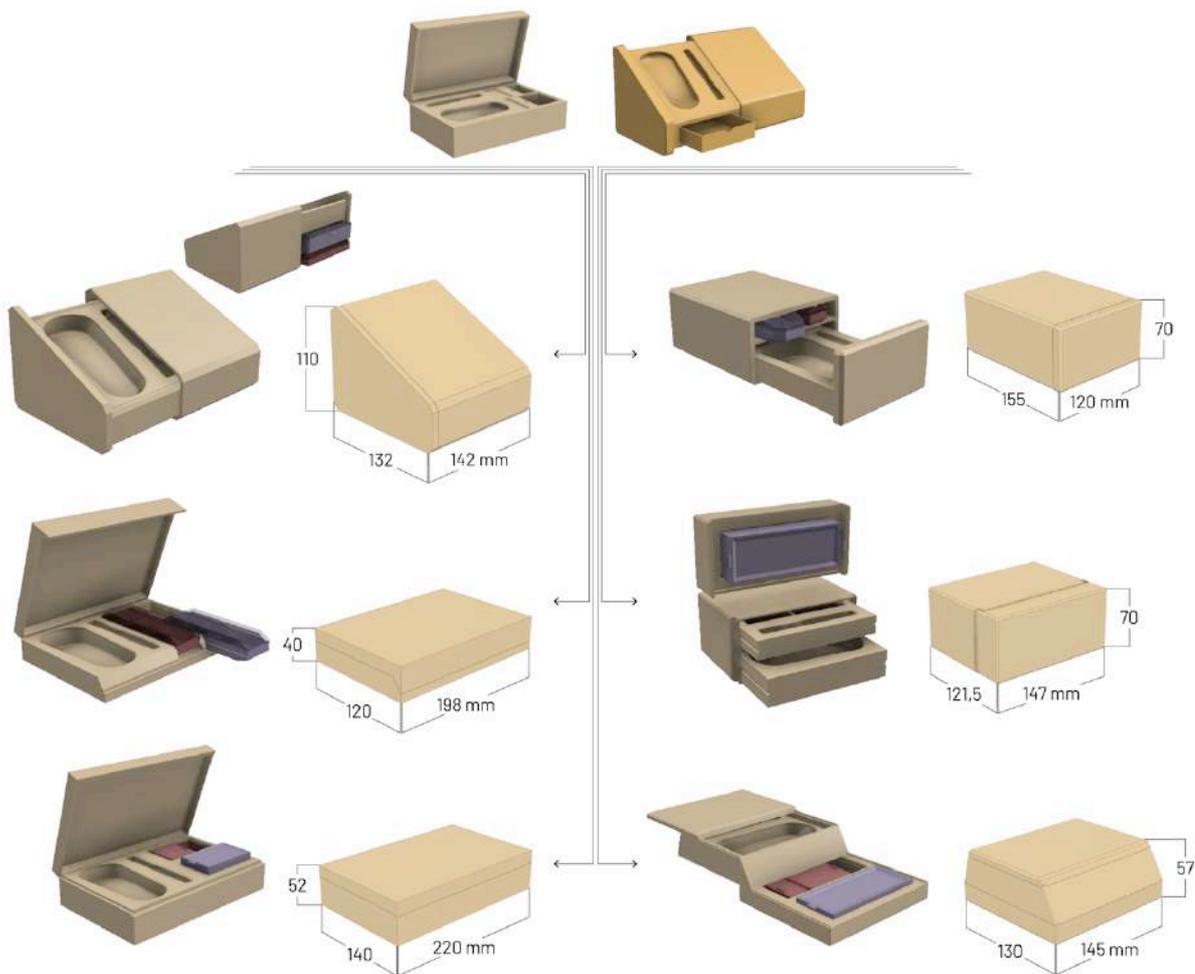
Finalmente, o desenvolvimento do sistema de armazenamento considerou seis princípios de abertura (lateral, revelando seção interna da embalagem; lateral, com remoção total da camada externa; baú; livro; por deslizamento; e abertura pelo meio) e cinco princípios de armazenamento (gaveta, basculante, porta de correr, encaixe positivo-negativo e em dois níveis). Nos sistemas gerados, apresentados no Quadro 22, encontram-se ainda indicações de local para armazenamento dos dispositivos, materiais novos (lancetas, tiras de teste, lenços para assepsia e curativo) e descartados durante o atendimento domiciliar. As cinco propostas pré-selecionadas, triadas a partir de suas características de fechamento, praticidade de uso e proteção dos componentes, foram então avaliadas frente aos requisitos de projeto pertinentes ao sistema de armazenamento (Apêndice F).

**Quadro 22** — Matriz morfológica de funcionalidade para armazenamento.

(Fonte: autora)

Os dois sistemas de armazenamento melhor classificados foram aprimorados com base nos requisitos para os quais obtiveram pontuações insatisfatórias, resultando nas seis embalagens ilustradas na Figura 30. O processo avaliativo (Apêndice F) indicou três propostas a serem utilizadas na geração de alternativas de solução para o problema de projeto, compondo a matriz morfológica apresentada no Quadro 23, juntamente com os sensores de teste e os lancetadores anteriormente selecionados.

**Figura 30** — Aprimoramento dos sistemas de armazenamento.



(Fonte: autora)

**Quadro 23** — Matriz morfológica para geração de alternativas.

<p><b>Sensor</b> Dispositivo para testagem</p>	1 	2 	3 	4 	5 
<p><b>Lancetador</b> Dispositivo para punção</p>	4 	2 5 	1 3 		
<p><b>Embalagem</b> Armazenamento e transporte</p>	2 3 	1 5 	4 		

(Fonte: autora)

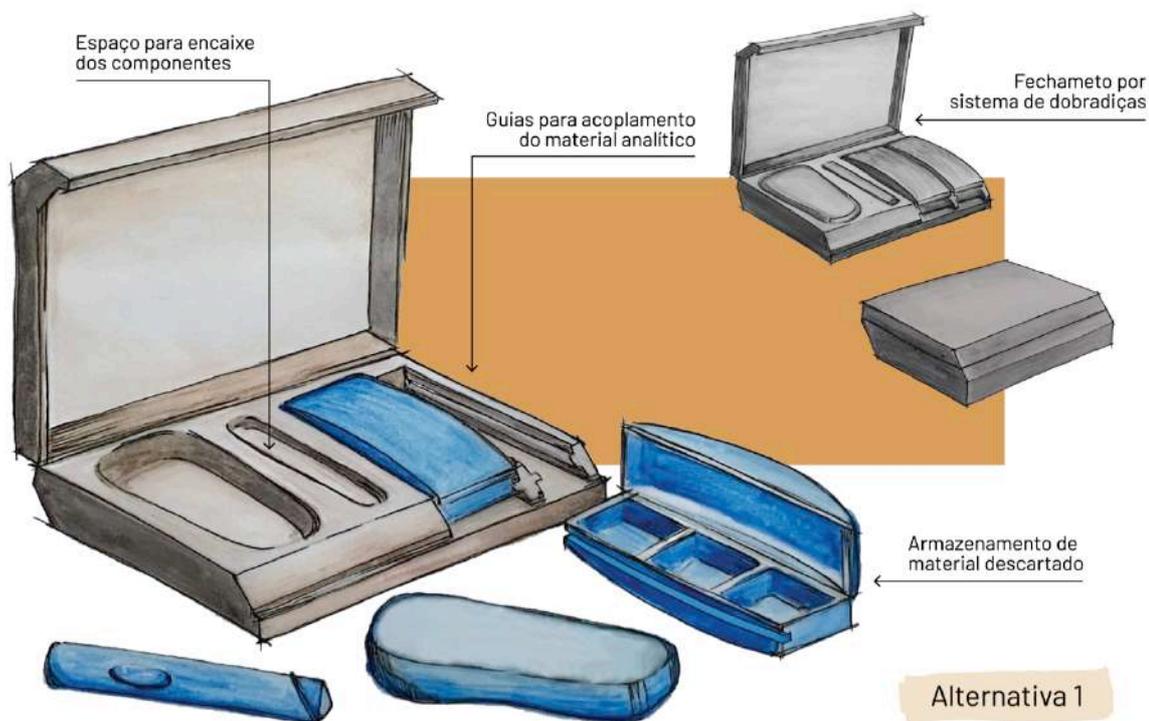
A combinação de cada sensor de testes com um lancetador e um sistema de armazenamento resultou em cinco propostas distintas de solução para o problema de projeto. Visando à conformidade estético-formal do conjunto, as embalagens de transporte foram refinadas com base na morfologia dos demais componentes.

Atendendo às especificações de projeto, algumas características são comuns a todas as alternativas geradas. As cinco propostas possuem seus componentes principais (embalagem de transporte, sensor de testes, lancetador e recipiente para armazenamento) confeccionados em polímero termoplástico, conforme indicado na Seção 6.3 (p. 77). O sistema de análise dos sensores de testes constitui-se por uma placa de circuito impresso (PCB) capaz de ler as informações provenientes da reação química entre as enzimas do teste rápido e o sangue do paciente. A intensidade da cor produzida pela reação é interpretada por um colorímetro, que determina a concentração do analito na amostra. Os recipientes de armazenamento dos acessórios, por sua vez, possuem dimensões capazes de comportar uma quantidade mínima de insumos para cinco testes subsequentes, sendo estes lancetas descartáveis, tiras de teste, lenços com álcool isopropílico para assepsia e curativos. Analogamente, os recipientes destinados ao descarte de contaminados foram projetados em todas as alternativas como peças individuais com fechamento próprio, acopláveis à embalagem de transporte, garantindo-se assim a segurança no manuseio durante as visitas e descarte final na Unidade de Saúde.

Em relação aos aspectos individuais de cada solução, a primeira alternativa (Figura 31) é composta por embalagem de transporte em formato de paralelepípedo e seção romboide, com paredes de espessura 3 mm e fechamento por sistema de dobradiças. Em seu interior, o local para armazenamento do sensor de testes e do lancetador é indicado por concavidades no formato negativo dos mesmos, e os recipientes para materiais novos e descartados são acoplados por deslizamento em sistema de guias. Os recipientes, paralelepípedos de faces superior e inferior convexas e espessura 1,5 mm, contam com o mesmo sistema de fechamento da embalagem de transporte, e diferenciam-se entre si por símbolos de identificação e códigos de cor. O lancetador possui formato triangular, com reentrâncias ao longo de seu corpo para proteção dos botões de disparo. Na extremidade oposta ao local de inserção das lancetas encontra-se o botão para ejeção das mesmas, com mecanismo retrátil. Finalmente, o sensor de testes tem formato ovalado, com a porção superior levemente maior do que a inferior. Uma saliência de perfil arredondado na parte

traseira do dispositivo confere maior conforto à pega, e a face plana frontal conta com um display de cristal líquido (LCD) e botões para seleção e confirmação da análise.

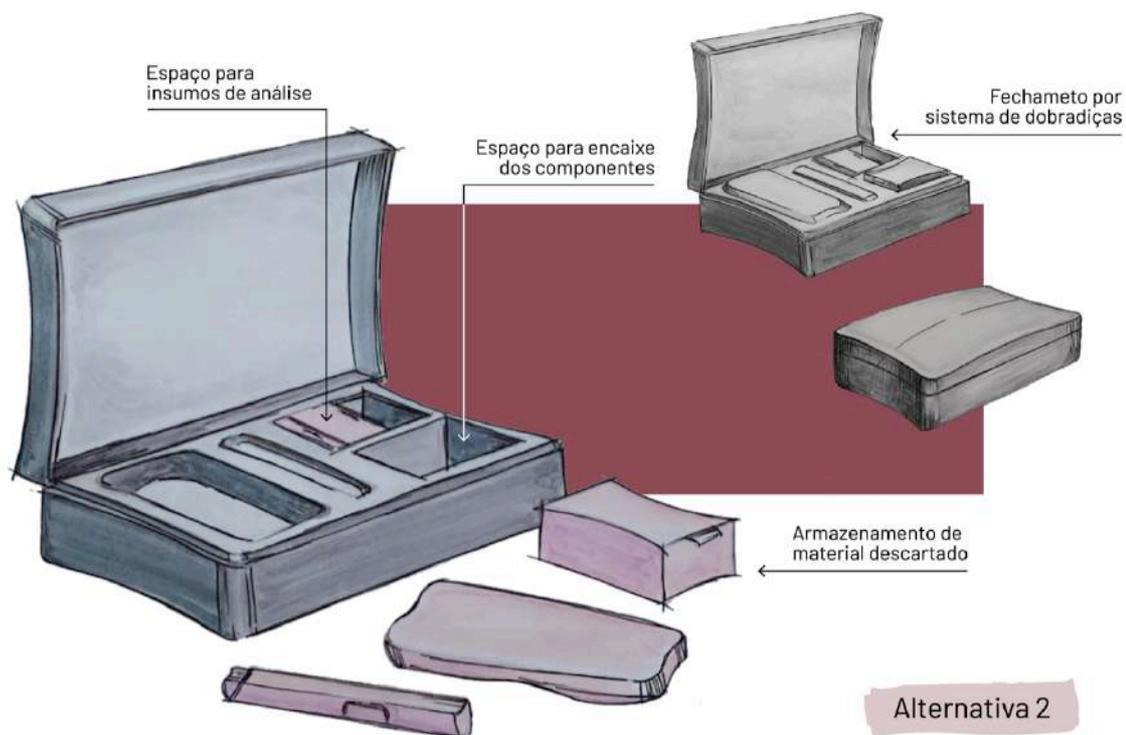
**Figura 31** — Alternativa 1.



(Fonte: autora)

A alternativa 2, apresentada na Figura 32, possui embalagem de transporte em formato de paralelepípedo, côncavo ao longo das laterais menores e levemente arredondado na face superior da tampa. As paredes têm espessura de 5 mm e o fechamento se dá por sistema de dobradiças conectando a tampa e o corpo. Os locais para armazenamento do sensor de testes, do lancetador e do recipiente destinado ao material contaminado são indicados por concavidades no formato negativo dos mesmos. O espaço para acondicionar os insumos de análise constitui-se por vão retangular compartimentado na própria embalagem, protegido por duas chapas poliméricas deslizantes de 2 mm. A caixa para descartes, completamente removível, possui formato similar ao da embalagem, com paredes de espessura 3 mm e fechamento por pressão. O lancetador conta com formato de meia elipse, com concavidade em uma das faces para descanso no dedo indicador durante o uso. O sensor de testes tem formato trapezoidal, com concavidades ao longo de suas arestas menores. A configuração de suas faces traseira e frontal é análoga à alternativa 1, assim como a disposição dos botões do lancetador.

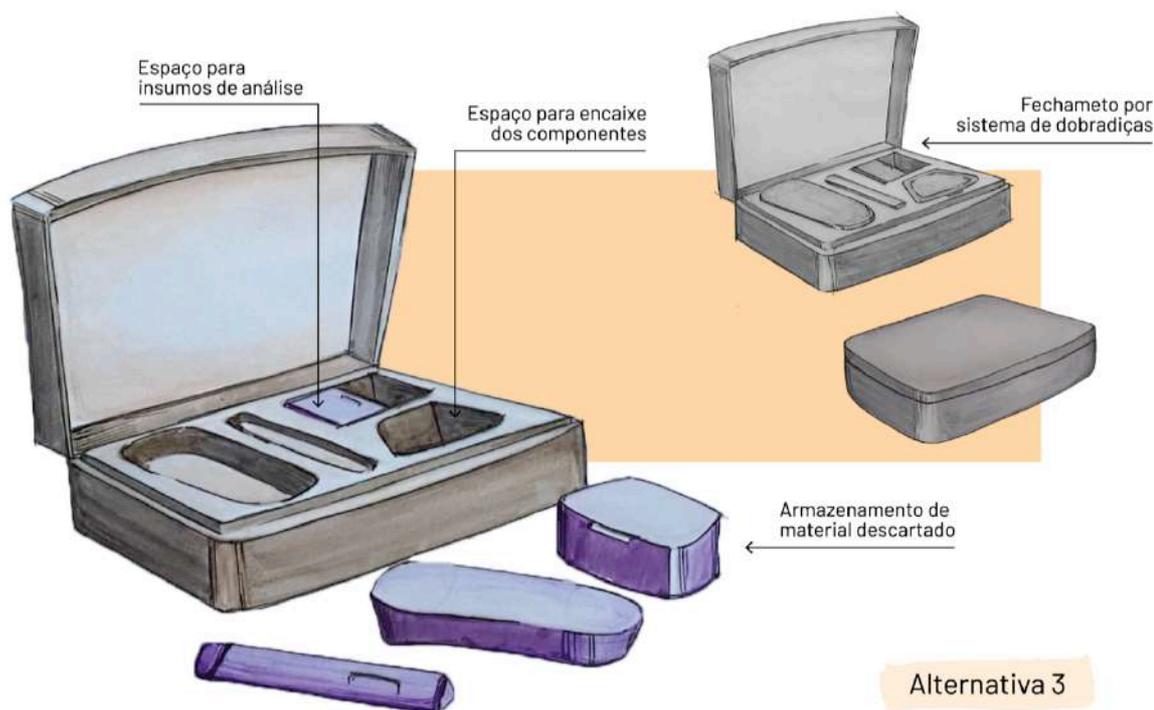
**Figura 32** — Alternativa 2.



(Fonte: autora)

A embalagem de transporte da terceira alternativa (Figura 33) constitui-se por trapézio de arestas arredondadas, paredes de espessura 3 mm, e fechamento com sistema de dobradiças. A disposição dos componentes principais em seu interior e as soluções formais dos recipientes de armazenamento seguem as mesmas diretrizes apresentadas para a alternativa 2. O formato triangular do lancetador conta com reentrâncias ao longo de seu corpo para proteção dos botões de disparo e na extremidade oposta ao local de inserção das lancetas encontra-se o mecanismo retrátil para ejeção das mesmas. O sensor de testes tem morfologia ovalada, com ampliação de sua largura em ângulo de cerca de 5° a partir da face inferior. A curvatura em S na parte traseira do dispositivo auxilia na firmeza da pega, visto que o operador pode apoiar a saliência da seção superior no dedo indicador enquanto realiza a leitura dos resultados. A face frontal, por sua vez, é convexa e conta com display de LCD e botões para seleção e confirmação da análise.

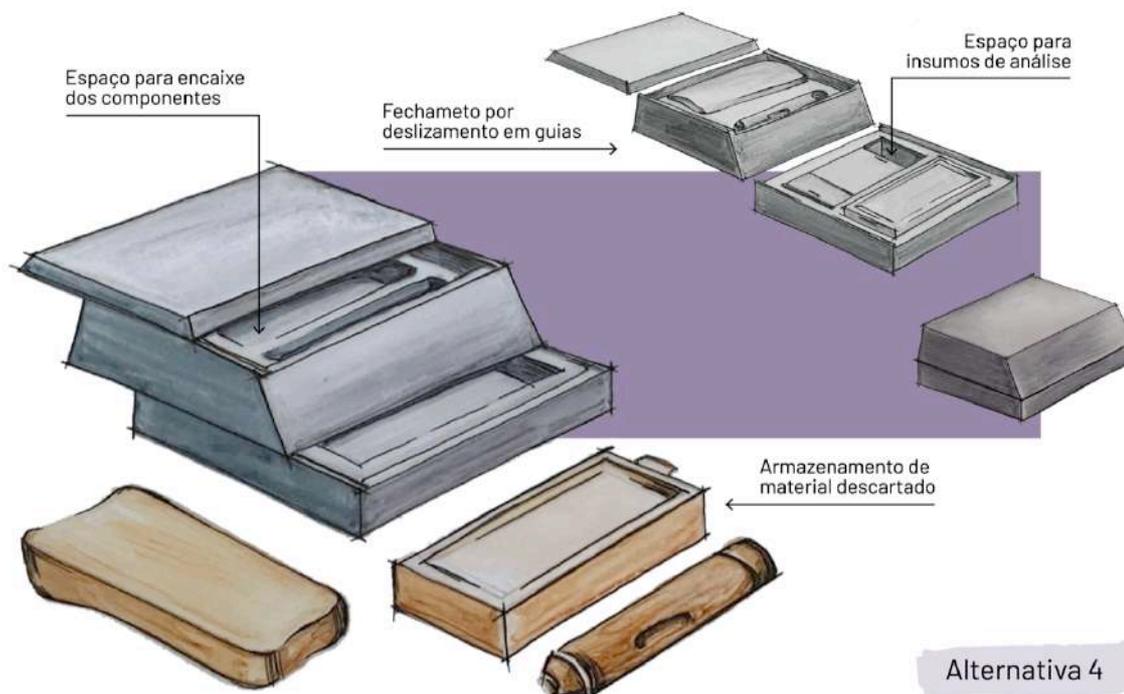
**Figura 33** — Alternativa 3.



(Fonte: autora)

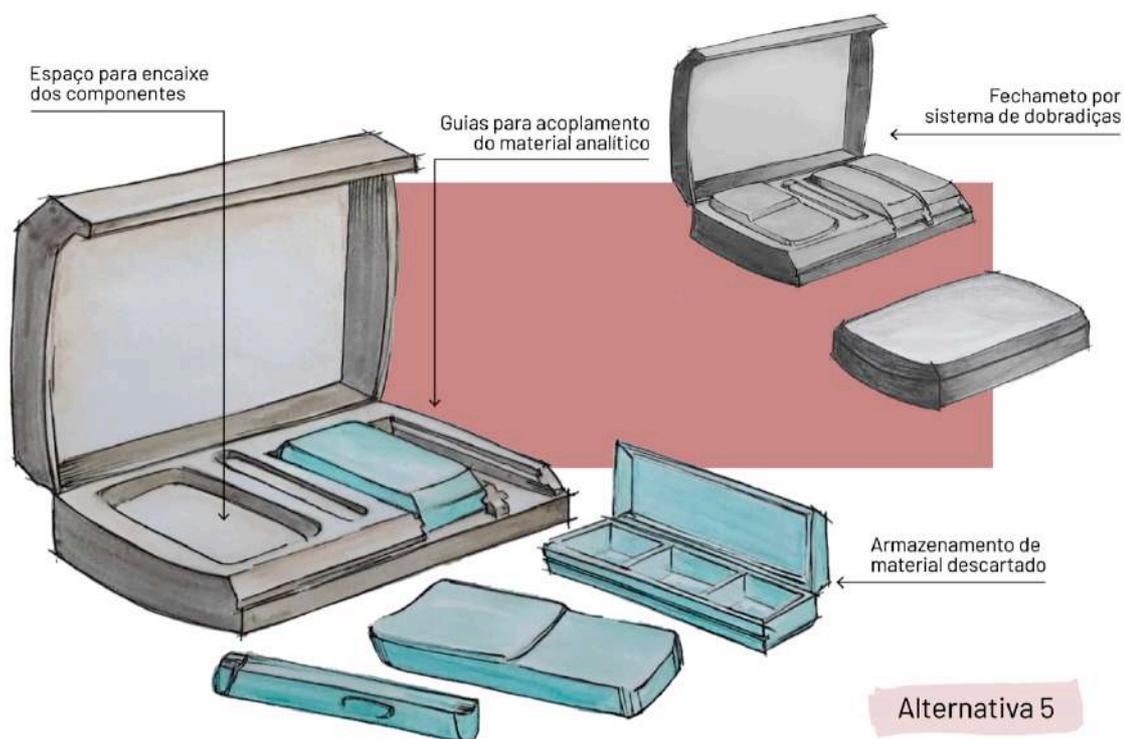
A alternativa 4, ilustrada pela Figura 34, é composta por embalagem de formato semelhante a um tronco de pirâmide, seccionada em três partes acopláveis por deslizamento em guias: uma tampa e dois compartimentos para acomodar os demais componentes. O compartimento superior destina-se ao armazenamento do sensor de testes e do lancetador, enquanto o inferior abriga os recipientes para materiais novos e usados. Assim como nas alternativas 2 e 3, o local de encaixe do sensor, lancetador e recipiente para descartados é indicado por concavidades no formato negativo dos mesmos. O espaço para insumos de análise faz parte da estrutura da embalagem, sendo este um vão retangular compartimentado protegido por duas chapas poliméricas deslizantes de 2 mm. A caixa para descartes possui formato retangular, com paredes de espessura 1,5 mm e fechamento por pressão. O lancetador conta com seção transversal circular, e o sensor de testes tem formato trapezoidal com concavidades ao longo de suas arestas menores. A configuração de suas faces traseira e frontal é análoga à alternativa 3, com perfil em S, assim como a disposição dos botões do lancetador.

**Figura 34** — Alternativa 4.



(Fonte: autora)

Finalmente, a quinta alternativa (Figura 35) possui embalagem de transporte em formato de paralelepípedo, com faces convexas ao longo das arestas menores e vértices chanfrados. Conta com paredes de espessura 3 mm e fechamento por sistema de dobradiças. Assim como nas demais alternativas, as posições de encaixe do sensor de testes e do lancetador são delimitadas por concavidades no formato negativo dos mesmos. Os recipientes de armazenamento são acoplados por guias à embalagem de transporte. São formados por dois trapézios refletidos ao longo de sua base maior, com paredes de espessura 1,5 mm e contam com o mesmo sistema de fechamento da embalagem de transporte. A seção transversal do lancetador tem formato de meia elipse, com concavidade em uma das faces, e a disposição de seus botões é análoga às outras propostas de solução. O sensor de testes possui forma-base retangular, concavidade na face superior e angulação de 6° entre as laterais da face inferior. O perfil arredondado na parte traseira do dispositivo confere maior conforto à pega, e as duas espessuras da parte frontal criam uma distinção entre o display de LCD e os botões do dispositivo.

**Figura 35** — Alternativa 5.

(Fonte: autora)

A fim de selecionar a proposta de solução mais adequada, as cinco alternativas foram comparadas entre si em uma matriz de decisão, apresentada no Quadro 24. Os valores atribuídos referem-se ao grau de satisfação de cada requisito de projeto alcançado pela alternativa avaliada. Estes, por sua vez, encontram-se multiplicados pelos níveis de importância dos critérios de desempenho designados pelo QFD (Apêndice E), convertidos em escala de 1 a 5. Com base na pontuação obtida, indica-se a alternativa 3 como a solução mais adequada ao problema de projeto.

**Quadro 24** — Matriz de decisão para escolha da alternativa a ser detalhada.

		Alternativas de solução					
							
Requisito de projeto	Possuir sistema robusto	5,0	3	3	4	2	5
	Minimizar tempo de análise	4,7	3	5	5	2	3
	Proteger hermeticamente componentes	4,6	5	3	4	3	5
	Possuir sensibilidade ao biomarcador	4,5	5	5	5	5	5
	Ser de fácil higienização	4,4	5	2	3	1	4
	Facilitar coleta de sangue	3,8	2	5	5	3	2
	Ser estável em climas adversos	3,7	5	5	5	5	5
	Proporcionar pega firme	2,4	5	2	5	2	3
	Testar diferentes indicadores	2,3	5	5	5	5	5
	Prezar acabamentos e detalhes	2,1	5	3	2	1	4
	Possuir interface coerente	1,9	2	4	5	3	2
	Facilitar leitura dos resultados	1,8	5	5	5	5	5
	Minimizar peso total do equipamento	1,7	4	3	2	5	1
	Possuir dimensões compactas	1,3	4	2	2	5	4
				182	168	188	138

(Fonte: autora)

A proposta foi validada por meio de uma segunda Análise da Oportunidade de Valor, análoga à exibida na p. 84, e de consulta a profissionais da saúde. Devido aos protocolos determinados pela ANVISA (2020) frente à pandemia do COVID-19 e ao risco de contágio pelo contato social e compartilhamento de objetos com o público-alvo, a avaliação das alternativas foi realizada virtualmente com duas funcionárias do GHC, em formato de entrevistas por vídeo-chamada no aplicativo de mensagens *WhatsApp*. Inicialmente, as colaboradoras exprimiram livremente suas percepções a respeito dos cinco *sketches*, digitalizados e enviados como arquivo pela mesma plataforma, e então solicitou-se que a proposta de solução escolhida na matriz de decisão fosse julgada em sua funcionalidade. A Análise da Oportunidade de Valor (Quadro 25), por sua vez, complementa a validação da alternativa desenvolvida ao compará-la com dispositivo *Hilab*, similar apontado como produto de referência durante a pesquisa exploratória (ver Quadro 13, p. 68).

**Quadro 25** — Análise da Oportunidade de Valor da proposta desenvolvida.

	Produto de referência ( <i>Hilab</i> )		Proposta desenvolvida	
	-	+	-	+
<b>Emoção</b>				
independência		■		■
segurança				■
confiança				■
poder				■
<b>Ergonomia</b>				
conforto		■	■	
proteção			■	
facilidade de uso		■	■	
<b>Estética</b>				
visual				■
tátil		■		■
<b>Identidade</b>				
atualidade				■
contexto				■
personalidade			■	
<b>Impacto</b>				
social				■
ambiental		■	■	
<b>Tecnologia</b>				
confiável				■
capacitante				■
<b>Qualidade</b>				
manufatura		■		■
durabilidade				■
Impacto do produto				■
Perpetuação no mercado				■

(Fonte: autora)

A solução projetual confere maior grau de independência quando comparada ao dispositivo *Hilab*, visto que a implementação do segundo está normalmente vinculada a farmácias e requer conexão móvel para troca de dados com a equipe avaliadora à disposição. A dependência de uma cobertura de *internet* na área de atuação se mostra um empecilho para os ACS que atendem as áreas rurais do país, e a contratação de um time de análises remoto caracteriza uma despesa não compatível com o funcionamento do sistema único de saúde brasileiro.

Quanto aos aspectos ergonômicos, a base triangular do produto de referência e a ausência de embalagens para transporte e armazenamento dos componentes e acessórios denotam que sua utilização depende de superfície de apoio e localização

fixa. Ainda que o dispositivo de análise desenvolvido contemple tais restrições de transporte, a pontuação média atribuída aos quesitos de conforto e proteção está associada aos riscos de deslocamento inerentes ao perfil de trabalho do operador. Os dois produtos devem também ser manejados por usuários capacitados nos procedimentos de coleta e análise laboratorial; todavia, o Hilab conta com uma série de etapas adicionais que aumentam o risco e a exposição do profissional da saúde, como a coleta da gota de sangue capilar por uma pipeta e o manejo da cápsula de testes com as duas mãos. Além disso, o dispositivo não possui *display*, fazendo-se necessário o uso simultâneo de um celular ou computador.

Considerando ainda pontuações equivalentes, a obrigatoriedade do descarte dos materiais após o uso por questões de saúde e contaminação biológica implicam em maiores impactos ambientais se comparados a produtos que não possuem tais demandas. Mesmo assim, a ausência de uma cápsula polimérica envolvendo a tira de testes e a opção por descartar somente as lancetas na proposta de solução apresentada auxilia na diminuição do lixo gerado em cada análise.

Finalmente, a pontuação superior no quesito estético do produto de referência se dá pelo fato de que a portabilidade do sistema de análise é o ponto central da proposta desenvolvido. Assim, formas mais arrojadas ou de dimensões maiores foram descartadas em nome da hierarquia dos requisitos de projeto.

Segundo o *feedback* das profissionais da saúde, a alternativa selecionada apresenta uma série de pontos positivos que reforçam a segurança do operador e a usabilidade do sistema. A utilização de dobradiças no fechamento da embalagem de transporte confere praticidade ao sistema ao descartar o uso de uma tampa avulsa, estando de acordo com os critérios de portabilidade e minimização do número de componentes. A indicação do local de encaixe das peças na embalagem e o formato trapezoidal do recipiente de descartes foram considerados elementos de destaque, orientando o operador para a correta disposição dos itens e auxiliando na visualização do sistema como um todo. Ainda em relação à facilidade de uso, o armazenamento do material de análise no espaço protegido pelas portas deslizantes é uma forma de garantir o acesso aos acessórios sem requerer etapas adicionais de manejo, como ocorreria no caso dos recipientes apresentados nas alternativas 1 e 5. Finalmente, a disponibilização de um componente para depósito temporário do material contaminado com fechamento hermético e fisicamente isolado do restante da embalagem foi elogiada pelas avaliadoras, mostrando-se necessária para a garantia

da segurança dos agentes de saúde durante as visitas domiciliares e o descarte final dos insumos na UBS.

Como sugestão, as profissionais trouxeram o agrupamento dos insumos dentro do recipiente de armazenamento em *kits*, em vez de embalados individualmente ou categorizados por funcionalidade. Assim, o agente de saúde teria fácil acesso ao material necessário, reduzindo o tempo de seleção dos itens e evitando a perda ou falta de componentes avulsos. Nesse sentido, o kit conteria uma lanceta, uma tira de testes, um lenço para assepsia e um curativo, e o operador seria capaz de manejar a quantidade de testes previstos de acordo com a demanda de visitas diária. Outro ponto de atenção foram as laterais arredondadas da embalagem de transporte, consideradas pouco firmes para a pega sob utilização de luvas descartáveis para proteção individual. Frente a isto, uma das avaliadoras sugeriu incorporar arestas mais definidas, semelhante às alternativas 1 e 4.

À luz destas informações, constata-se que a inserção de tecnologias remotas na rotina dos agentes comunitários de saúde confere maior assertividade e rapidez na tomada de decisões frente aos problemas encontrados nas visitas domiciliares. Para que o grau de satisfação dos usuários com o dispositivo seja ainda maior, o refinamento da proposta selecionada buscará a melhoria de aspectos ergonômicos e de armazenamento e distribuição dos componentes, detalhando também os sistemas de fechamento e encaixe.

## 9 DETALHAMENTO DO PRODUTO

O presente capítulo apresenta a proposta final desenvolvida para o problema de projeto em termos de seu dimensionamento, funcionalidade, solução estético-formal, componentes internos, orientações de uso e análise da tarefa. São ainda propostos materiais e processos de fabricação, definidos a partir dos resultados da simulação realizada no Capítulo 6 (p. 76).

Para tanto, utilizou-se o *software* Fusion 360 para a modelagem tridimensional, renderização e detalhamento técnico das partes integrantes do sistema. A animação dos sistemas de encaixe, as vistas explodidas e as imagens utilizadas no Guia do Operador, localizado no interior da embalagem de transporte, foram realizadas com auxílio do *plug-in* Cadasio.

### 9.1 VISÃO GERAL DO SISTEMA

O desenvolvimento deste projeto de produto resultou em um sistema destinado à análise de biomarcadores em indivíduos atendidos pelas equipes da Atenção Básica do SUS fora das áreas ambulatoriais. Baseado no princípio dos testes rápidos, o sistema operacional requer uma quantidade diminuta de sangue capilar, obtida pela punção de um dos dedos do paciente, para seu funcionamento.

Tendo a portabilidade e a segurança do operador como princípios norteadores, o sistema é composto por três componentes principais e um conjunto de acessórios para a realização adequada das atividades de avaliação desempenhadas pelos profissionais de saúde. Conforme observado na Figura 36, são estes: (1) embalagem de transporte, contendo um recipiente desacoplável para descarte do material contaminado (1a) durante as visitas domiciliares e um espaço para armazenamento dos kits com insumos de análise (1b); (2) lancetador para obtenção da amostra sanguínea do paciente; e (3) sensor de testes para processamento e obtenção dos resultados. Os mesmos encontram-se detalhados nas seções subsequentes.

**Figura 36** — Sistema desenvolvido para testagem rápida em locais remotos.



(Fonte: autora)

Em relação à solução estético-formal, optou-se pelo emprego de superfícies com geometria facetada, vincos e acabamentos chanfrados que evocassem os atributos de confiabilidade, eficiência e robustez, assim como uma paleta de cores relacionada ao sentimento de confiança e tranquilidade por parte da população (Figura 37). A combinação dos tons de verde e branco remete ainda à área da saúde, contribuindo para a identificação do produto como uma ferramenta de cuidado assistencial. Os detalhes em amarelo, por sua vez, indicam as peças cujas ações são vitais para o manejo correto do sistema, como fechos, gatilhos, portas de entrada e botões de seleção.

**Figura 37** — Paleta de cores em sistema Pantone.



(Fonte: autora)

### 9.1.1 Embalagem de transporte

Com dimensões totais de 300 x 190 x 78 mm, espessura de parede de 1,5 mm e pesando cerca de 440 g, a embalagem de transporte (Figura 38) conta com sistema de fechamento por *snap-fit* e mecanismo de dobradiças. Os elementos de junção são encaixados na carenagem por pressão, não necessitando de cola ou parafusos. A alça de mão tem posição de descanso horizontal, acompanhando a curvatura das paredes, e pode ser ajustada em um perfil curvado apenas na hora do uso. Os demais componentes e acessórios são armazenados em uma bandeja conformada, facilitando sua reposição após o uso.

**Figura 38** — Embalagem de transporte.

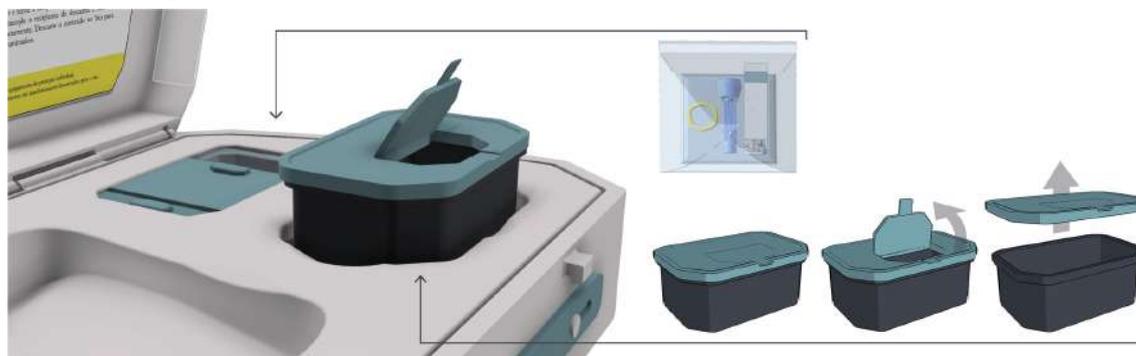


(Fonte: autora)

O corpo da embalagem possui dois compartimentos, conforme observado na Figura 39. O espaço destinado aos insumos de análise, protegido por duas portas corrediças, comporta cinco *kits* contendo uma lanceta universal 28G, uma almofada para assepsia, uma proteção de contato para o lancetador, uma tira de testes e um curativo. Na porção frontal, um reservatório isolado abriga os descartes durante o período em que o operador está em visita domiciliar. Neste caso, o recipiente não necessita ser retirado da embalagem de transporte, visto que a tampa conta com uma peça móvel articulada por sistema de dobradiças. Como precaução adicional, as dimensões reduzidas do compartimento protegem o operador do contato acidental com os resíduos anteriormente descartados. Para que os resíduos biológicos sejam desprezados adequadamente no retorno à Unidade de Saúde, o recipiente deve ser desacoplado e a tampa totalmente retirada. A embalagem de transporte fornece ainda

um Guia do Operador, indicando as etapas para a coleta e análise corretas do material biológico. O guia de operação e o detalhamento técnico encontram-se nos Apêndices G e H, respectivamente.

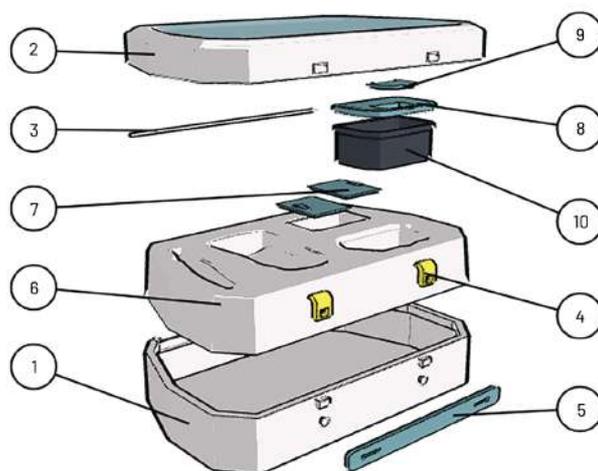
**Figura 39** — Compartimentos para armazenamento de insumos e descartes.



(Fonte: autora)

A perspectiva explodida (Figura 40) ilustra os dez componente integrantes da embalagem de transporte e seus respectivos materiais. Estando de acordo com as especificações de projeto, sugere-se a fabricação das bases de apoio e elementos de junção por injeção e a bandeja interna por *vacuum forming*, em PP. A tampa do recipiente de descartes, por necessitar de maior flexibilidade em seu encaixe, é fabricada em PEAD. Finalmente, o conforto da pega na alça é proporcionado pelo uso de etileno-propileno-dieno (EPDM), elastômero de boa resistência química ao álcool e acetona.

**Figura 40** — Componentes da embalagem em perspectiva explodida.



No.	Componente	Material	Qte.
1	Base externa	PP	1
2	Tampa externa	PP	1
3	Pivô da dobradiça externa	PP	1
4	Fecho	PP	2
5	Alça	EPDM	1
6	Base de apoio interna	PP	1
7	Porta corredeira	PP	2
8	Tampa do recipiente de descartes	PEAD	1
9	Compartimento de acesso rápido	PEAD	1
10	Base do recipiente de descartes	PP	1

(Fonte: autora)

### 9.1.2 Lancetador

O lancetador desenvolvido possui dimensões de  $\varnothing$  20 x 118 mm e espessura de parede de 0,6 mm, somando aproximadamente 15 g com a lanceta acoplada e pronta para uso (Figura 41). Mediante higienização, a estrutura principal do produto pode ser reutilizada, reduzindo-se assim a quantidade de partes descartada após a punção. Os elementos de uso único são disponibilizados nos *kits* de insumo apresentados na seção anterior, sendo estes a lanceta universal e a proteção de contato, que faz as vezes de barreira física entre a ponteira do lancetador e o dedo do paciente.

**Figura 41** — Lancetador.

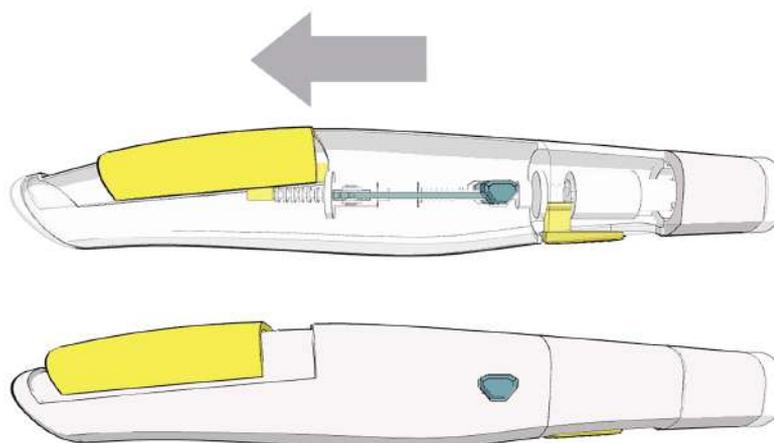


(Fonte: autora)

Para introduzir uma lanceta, o usuário deve inseri-la na cavidade posicionada na parte frontal do lancetador, acessível após a retirada da ponteira. A lanceta é encaixada por pressão e trava quando alcança seu deslocamento máximo. Na sequência, a ponteira pode ser novamente rosqueada e a proteção de contato acoplada à sua extremidade.

Em relação ao funcionamento, o mecanismo de disparo é armado quando o usuário desliza o gatilho amarelo, localizado na porção superior do dispositivo, para trás. Internamente, o movimento causa a rotação dos braços conectores dos botões de disparo, tornando-os salientes e acessíveis (Figura 42). Por ser simétrico em relação ao eixo central, o posicionamento dos botões na lateral do lancetador prevê o acionamento simultâneo com o polegar e o indicador, permitindo ainda o manuseio com qualquer uma das mãos.

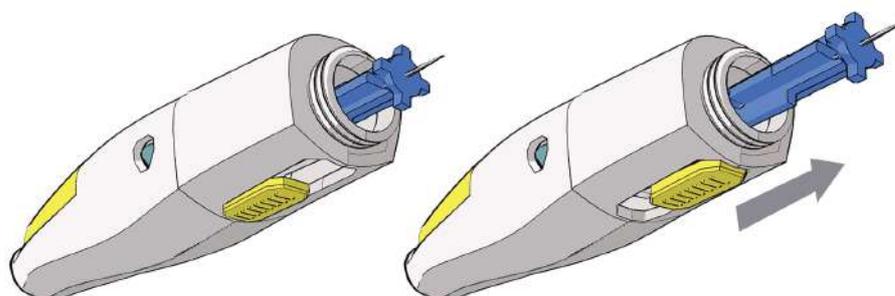
**Figura 42** — Esquema de ativação do lancetador para disparo.



(Fonte: autora)

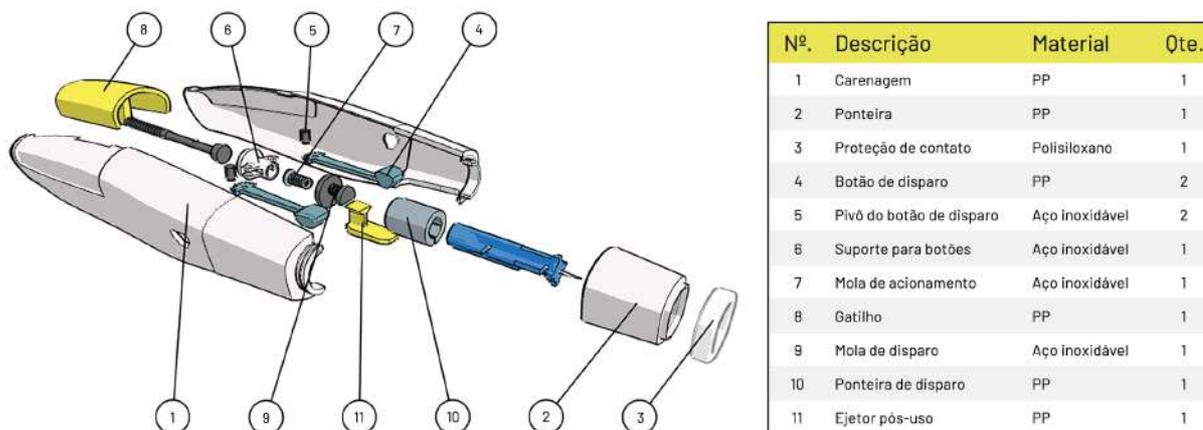
Após a punção, o descarte da lanceta contaminada deve ser feito com o auxílio da alavanca de ejeção, encontrada na parte inferior do lancetador. Internamente, ao ser deslizada em direção à ponta do dispositivo, o mecanismo empurra a base da lanceta ao longo das guias de posicionamento, em sentido contrário ao aplicado na etapa de introdução. Ao final do curso, a lanceta pode ser facilmente desacoplada e descartada no recipiente apropriado, conforme ilustrado na Figura 43.

**Figura 43** — Sistema de ejeção da lanceta pós-uso.



(Fonte: autora)

Os 11 componentes que compõem o lancetador e seus respectivos materiais estão apresentados em perspectiva explodida na Figura 44. O detalhamento técnico dos mesmos está disponível no Apêndice H. As peças principais, assim como na embalagem de transporte, são fabricadas por injeção em PP. Garantindo maior resistência ao mecanismo, as molas, pivôs e suportes de rotação internos são produzidos em aço inoxidável. Finalmente, a opção pela fabricação da proteção de contato em polisiloxano (silicone) garante a biocompatibilidade da peça e minimiza o risco de reação alérgica ao látex. Por ser uma peça de uso único, a baixa resistência química do material não representa empecilhos.

**Figura 44** — Mecanismo do lancetador em perspectiva explodida.

(Fonte: autora)

### 9.1.3 Sensor de testes

O sensor de testes, ilustrado na Figura 45, possui dimensões totais de 121 x 70 x 44 mm, espessura de parede de 0,6 mm e peso aproximado de 80 g. Prezando pela portabilidade, o dispositivo utiliza uma bateria de lítio CR3032, que pode ser acessada através de um compartimento específico, unido à traseira da carenagem por *snap-fit*. O sistema de engate rápido é também utilizado para conectar as partes posterior e frontal da carenagem.

**Figura 45** — Sensor de testes.

(Fonte: autora)

Ao introduzir a tira de testes na abertura, identificada na carenagem frontal do dispositivo pela cor amarela, o sistema de análise inicia-se automaticamente. O operador deve então acessar o menu, pressionando o botão com três linhas, e seleccionar o teste desejado com o auxílio das setas de navegação. Ao confirmar a escolha, as etapas subsequentes são mostradas no visor, como simula a Figura 46. Após a finalização da análise, o sensor de testes pode ser desligado no botão localizado acima da tela.

**Figura 46** — Posicionamento da tira de teste no sensor.



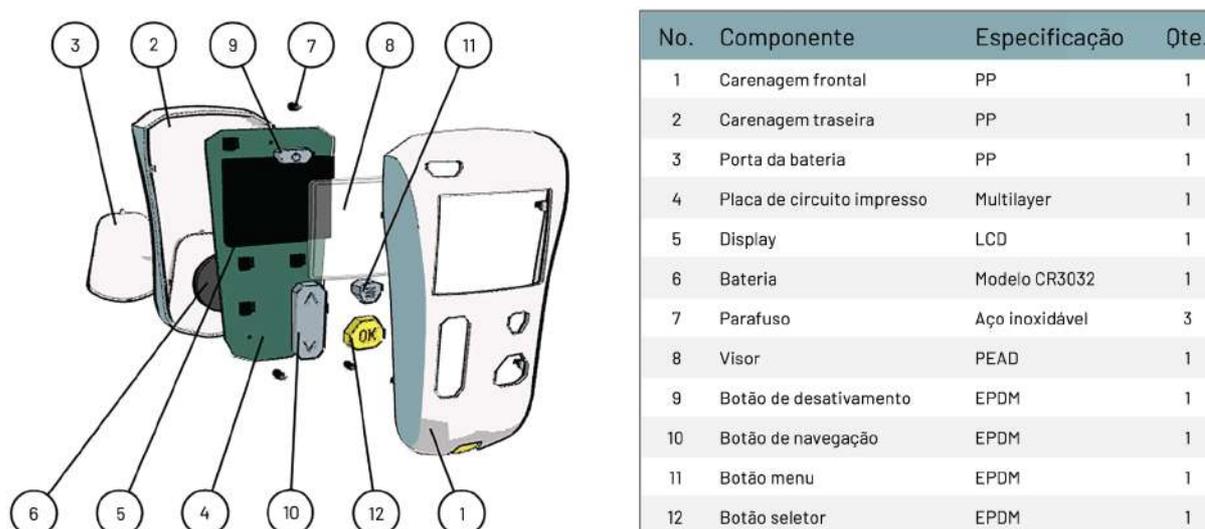
(Fonte: autora)

Em relação ao seu funcionamento, a leitura das informações geradas a partir da reação química entre a tira de testes e a amostra sanguínea ocorre por uma PCB equipada com colorímetro. Eliminando a influência de luminosidade externa, a detecção da mudança de cor do analito se dá no interior do dispositivo. O colorímetro, por meio de uma luz de LED branca, identifica o valor numérico correspondente à cor observada na superfície de análise. Estes dados são então processados pela PCB e o resultado é mostrado no visor. É importante lembrar que a porção da tira de testes inserida no sensor contém apenas os reagentes necessários para a detecção dos resultados, e a zona de contato com a amostra sanguínea do paciente permanece externa ao dispositivo. Conforme exposto na fundamentação teórica (p. 37), a utilização de matriz celulósica permite o transporte dos componentes líquidos da amostra até a área de

reação da tira de testes, minimizando os riscos de contaminação do sensor com a gotícula de sangue.

Os 12 componentes integrantes do sensor de testes em perspectiva explodida, cujo detalhamento técnico encontra-se também no Apêndice H, apresentam-se na Figura 47. A carenagem, moldada por injeção em PP, possui três hastes de apoio em sua peça frontal para o posicionamento da placa de circuito. A junção entre os elementos se dá por parafusos alocados em três pontos. A PCB conta ainda com um display de LCD monocromático de 4,2” protegido por um visor transparente em PEAD. Análogos à alça da embalagem de transporte, os quatro botões de navegação são confeccionados em EPDM.

**Figura 47** — Mecanismo do sensor de testes em perspectiva explodida.

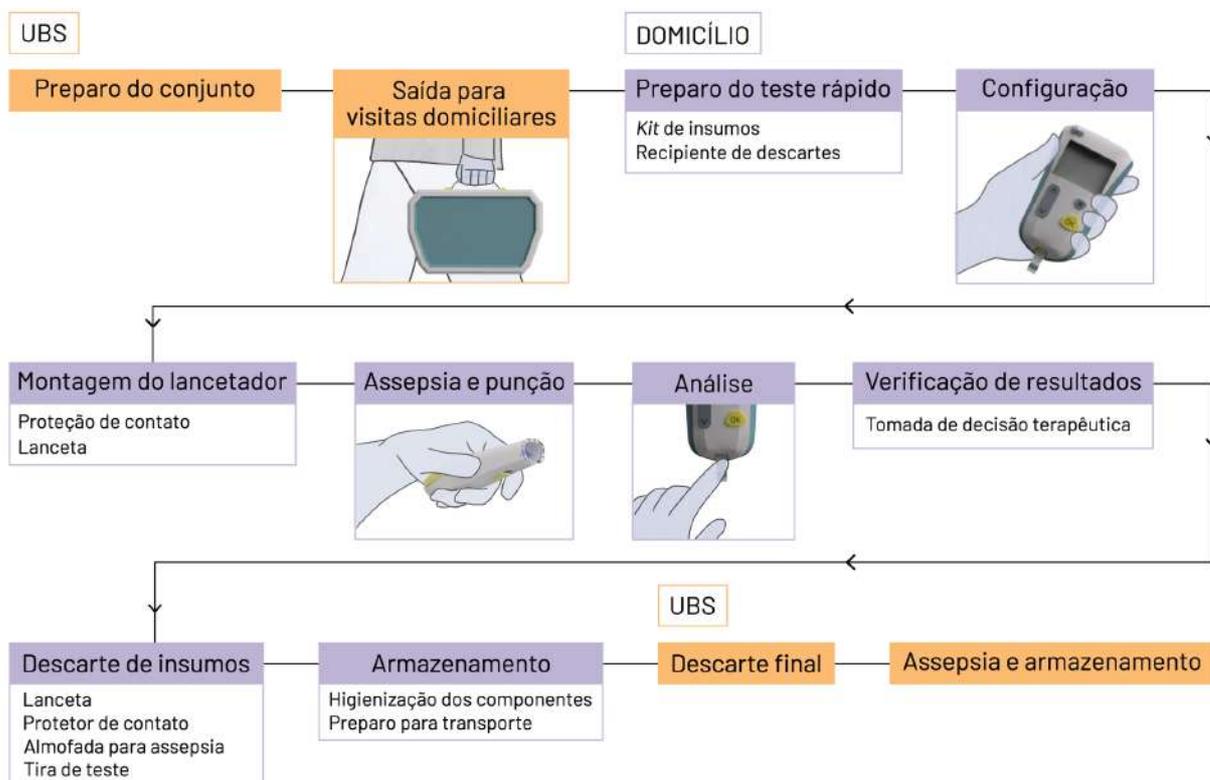


(Fonte: autora)

## 9.2 OPERAÇÃO DO SISTEMA

Para garantir o funcionamento correto dos componentes, o operador deve cumprir uma série de etapas envolvendo o manejo, transporte e higienização do sistema. O fluxograma apresentado na Figura 48 organiza as tarefas em ordem de cumprimento, indicando também o local onde as mesmas devem ser executadas.

**Figura 48** — Análise da tarefa para o projeto desenvolvido.



(Fonte: autora)

Ainda na UBS, sugere-se que o profissional de saúde providencie um número de *kits* de insumo suficiente para realizar as coletas do dia, armazenando-os no compartimento com as tampas corrediças na embalagem de transporte. Ao sair a campo, o operador puxa a alça da embalagem para cima, tornando-a curva e apta para ser carregada. Alternativamente, o sistema pode ser acomodado em uma mochila ou bolsa.

Durante a visita domiciliar, caso verifique a necessidade da realização do teste após concluir a avaliação de rotina, o agente de saúde inicia o preparo da análise. Para tanto, a embalagem de transporte deve ser apoiada em superfície plana, com a tampa para cima, deixando à mão os componentes nela acomodados. O profissional, usando os EPIs que já fazem parte de seu cotidiano, acessa e separa um dos *kits* de insumo. Se necessitar de auxílio, o Guia do Operador afixado na parte interna da tampa da embalagem contém uma versão resumida das etapas a serem cumpridas.

O primeiro passo para a configuração do sistema é a inserção da tira de teste no sensor. O dispositivo inicia-se automaticamente e o tipo de análise desejada é selecionado no menu. Enquanto isso, o usuário alcança o lancetador na embalagem de transporte e retira a ponteira, expondo a abertura destinada à inserção da lanceta.

A capa protetora da agulha é então removida, a ponteira é rosqueada novamente no lancetador e a proteção de contato é acoplada à sua extremidade.

Para minimizar o risco de contaminação, o operador deve abrir o compartimento móvel da tampa do recipiente de descartes antes mesmo de realizar o procedimento. Não é necessário retirar a caixa da embalagem de transporte. Quando estiver pronto para uso, o sensor de testes solicitará a transferência da amostra sanguínea para a tira reagente. Nesse ponto, o local de punção é higienizado com a almofada para assepsia disponível no *kit*. O profissional arma o mecanismo do lancetador puxando o gatilho para trás, movimento que expõe os botões de disparo no corpo do produto, e posiciona sua ponteira contra o dedo do paciente. Realizada a punção, o dedo do paciente é colocado em contato com a tira de testes e imediatamente protegido com um curativo. O início do ensaio é confirmado ao pressionar-se o botão de OK. Se forem identificadas alterações nos valores de referência do teste rápido, cabe ao profissional solicitar uma consulta médica para o paciente.

Assim como a almofada para assepsia, a lanceta, a proteção de contato e a tira de testes devem ser descartadas. Para tanto, a ponteira é novamente retirada e o botão ejetor é deslizado em direção à saída. A lanceta então é projetada para fora e poderá ser descartada. O sistema de ejeção deve ser revertido à posição inicial, e a ponteira novamente rosqueada. Analogamente, a tira de teste é puxada para fora do sensor. Recomenda-se que a pega ocorra na seção delimitada pela faixa esverdeada.

Encerrando-se a análise, o compartimento da tampa de descartes é fechado e os componentes higienizados e guardados na embalagem. O procedimento deve ser repetido para todos os pacientes avaliados. Ao retornar à UBS, o operador remove o recipiente de descartes da embalagem e despreza o conteúdo no lixo para resíduos contaminados. Após higienizado, o reservatório é reposicionado e a embalagem é fechada e armazenada com a tampa voltada para cima.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios impostos ao sistema público de saúde pelo aumento de casos crônicos nos brasileiros requerem mudanças estratégicas no formato dos serviços de atendimento clínico prestados. Além disso, a conscientização da população acerca de seus direitos é refletida em uma exigência por cuidados assistenciais de maior qualidade, abrangência e proximidade de seus locais de residência. A reorganização do SUS implicaria, assim, em uma mudança de foco, na qual a atenção preventiva e centrada no paciente surge como alternativa para a ampliação dos serviços e o melhor gerenciamento dos recursos, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida coletiva.

Nesse contexto, a modalidade de diagnóstico e atendimento laboratorial remoto aparece como facilitadora de um processo rápido e portátil capaz de alcançar indivíduos residentes em territórios onde as condições sanitárias se caracterizam como grande empecilho. Buscando contribuir para a ampliação do acesso da população brasileira a exames clínicos, este trabalho se propõe a desenvolver o projeto de um dispositivo para triagem e avaliação qualitativa de biomarcadores em indivíduos atendidos fora das áreas ambulatoriais, mediante gota de sangue coletada do paciente.

O cumprimento dos objetivos específicos previstos na etapa de Planejamento e Desenvolvimento endossou a base de conhecimentos necessária ao direcionamento técnico e conceitual do projeto. Quanto às necessidades do público-alvo, considera-se que a inserção de tecnologias remotas na rotina dos agentes comunitários de saúde confere maior assertividade e rapidez na tomada de decisões frente aos problemas encontrados nas visitas domiciliares. Assim, a minimização do tempo de espera por resultados aparece como requisito de projeto fundamental para o sucesso do produto, juntamente com a assepsia do dispositivo, a sensibilidade de detecção adequada e a preservação da funcionalidade do sistema em condições adversas.

A reprodução do ensaio laboratorial para detecção de ferro sérico confirmou a viabilidade da colorimetria como técnica para avaliação de indicadores biológicos. Considerando a crescente disponibilidade de recursos na modalidade de testes rápidos e a conseqüente simplificação do processo de coleta, propõe-se a realização das análises mediante reação sobre matriz celulósica.

O sistema desenvolvido é composto por embalagem de transporte, lancetador, sensor de testes e *kits* contendo insumos de uso único, sendo estes almofada para assepsia, lanceta, proteção de contato para o lancetador, curativo e tira de teste. Características como funcionamento a bateria, armazenamento temporário dos resíduos contaminados em recipiente isolado, redução de peso e dimensões totais e uso de mecanismos de engate rápido tornam o produto prático e seguro de ser manuseado, facilitando os processos de transporte e análise remota.

Ao atender todas as especificações de projeto, este projeto contribui para a ampliação da disponibilidade de recursos diagnósticos em locais de difícil acesso. Somado ao engajamento dos profissionais, este pode ser um fator determinante para o aumento do impacto social da atenção primária na saúde pública e da qualidade de vida das comunidades.

## REFERÊNCIAS

AGARWAL, A.; D. RESSLER, D.; SNYDER, G. The current and future state of companion diagnostics. **Pharmacogenomics and Personalized Medicine**, 2015, v. 8, p. 99–110.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC n. 302, de 13 de outubro de 2005. Dispõe sobre regulamento técnico para funcionamento de Laboratórios Clínicos. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2005. Disponível em <<http://bit.ly/2mufEsd>>. Acesso em: 22 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Resolução RDC n. 11, de 26 de janeiro de 2006. Dispõe sobre o regulamento técnico de funcionamento de serviços que prestam atenção domiciliar. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2006. Disponível em <<http://bit.ly/2IPbVWc>>. Acesso em: 05 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Nota técnica GVIMS/GGTES/ANVISA nº 04/2020. Orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (SARS-COV-2). Brasília: **Ministério da Saúde**, 2020. Disponível em <<https://bit.ly/3248vlg>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

AMERICAN ASSOCIATION FOR CLINICAL CHEMISTRY. How Reliable is Laboratory Testing? [s.l.]; 2015. In: **AACC Lab Tests Online**. Disponível em <<http://bit.ly/2mnopEI>>. Acesso em: 22 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Urinalysis [s.l.]; 2016. In: **AACC Lab Tests Online**. Disponível em <<http://bit.ly/2l35pec>>. Acesso em: 22 set. 2019.

AMERICAN SOCIETY OF HEMATOLOGY. Blood Basics. [s.l.]; 2019. In: **American Society of Hematology Official Website**. Disponível em <<http://bit.ly/2leLOYR>>. Acesso em: 22 set. 2019.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; DA SILVA, J.C. **Projeto Integrado de Produtos**: planejamento, concepção e modelagem. 1. ed. Barueri: Manole, 2008.

BAXTER, M. **Projeto de Produto**: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. Tradução de Itiro lida. 1. ed. São Paulo: Blucher, 1998.

BLANCHARD, B.S.; FABRYCKY, W.J. **Systems Engineering and Analysis**. 1. ed. Estados Unidos: Prentice-Hall, 1981.

BONSIEPE, G. **Metodologia experimental**: desenho industrial. 1. ed. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.

BRASIL. **Glossário do Ministério da Saúde**: Projeto de Terminologia em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Manual de estrutura física das unidades básicas de saúde**. Brasília: Secretaria de Atenção à Saúde, 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **O trabalho do agente comunitário de saúde**. Brasília: Secretaria de Atenção à Saúde, 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria n. 4.279, de 30 de dezembro de 2010. Estabelece diretrizes para organização da Rede de Atenção à Saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília: **Diário Oficial da União**, 2010.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 7.508, de 28 de junho de 2011. Regulamenta a Lei no 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre a organização do Sistema Único de Saúde (SUS), o planejamento da saúde, a assistência à saúde e a articulação interfederativa, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2011a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.488, de 21 de outubro de 2011. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes e normas para a organização da atenção básica, para a estratégia Saúde da Família (ESF) e o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS). Brasília: **Diário Oficial da União**, 2011b.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Atenção Básica**. Brasília: Secretaria de Atenção à Saúde, 2012a.

\_\_\_\_\_. Diretrizes para o cuidado das pessoas com doenças crônicas nas redes de atenção à saúde e nas linhas de cuidado prioritárias. Brasília: Ministério da Saúde, 2013a. Disponível em <<http://bit.ly/2ICfoaj>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.387, de 18 de outubro de 2012. Manual instrutivo para implementação da Agenda para Intensificação da Atenção Nutricional à Desnutrição Infantil. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2013b.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Caderno de atenção domiciliar**. Brasília: Departamento de Atenção Básica, 2013c.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria n. 963, de 27 de maio de 2013. Redefine a Atenção Domiciliar no Âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília: **Diário Oficial da União**, 2013d.

\_\_\_\_\_. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica. *In: Cadernos de Atenção Básica*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014a, n. 35.

\_\_\_\_\_. Passo a passo das ações do departamento de Atenção Básica. 2 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Lei n. 13.595, de 5 de janeiro de 2018. Reformula as atribuições, jornada e condições de trabalho, grau de formação e indenização de transporte dos Agentes Comunitários de Saúde e Agentes de Combate às Endemias. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2018.

BRAUNSTEIN, E.M. Anemia por deficiência de ferro. *In: Manual Merck de Diagnóstico e Terapia*, [s.l.], 2018. Disponível em <<https://msdmnls.co/3jQ3B0M>>. Acesso em 7 set. 2020.

CALLISTER, W.D.; RETHWISCH, D.G. **Materials Science and Engineering: an introduction**. 8 ed. Estados Unidos: Wiley, 2010.

CALS, J.; VAN WEERT, H. Point-of-care tests in general practice: hope or hype? **The European Journal of General Practice**, 2013, v. 19, n. 4, p. 251-256.

CENSO DEMOGRÁFICO 1991. **Resultados do universo relativos às características da população e dos domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. Disponível em <<http://bit.ly/2lxts4V>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. 2000. **População residente, por situação do domicílio e sexo, segundo os grupos de idade**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. Disponível em <<http://bit.ly/2IWFBAAt>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. 2010. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em <<http://bit.ly/2k2jfgx>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

CESELLI, A.; PREMOLI, M.; SECCI, S. Mobile Edge Cloud Network Design Optimization. **IEEE/ACM Transactions on Networking**, 2017, v. 25, n.3.

CHAMBERS, J.M.; CLEVELAND, W.S.; TUKEY, P.A.; KLEINER, B. **Graphical Methods for Data Analysis**. 1. ed. Estados Unidos: Duxbury Press, 1983.

CHIN, C.D.; LINDER, V.; SIA, S.K. Lab-on-a-chip devices for global health: past studies and future opportunities. **Lab on a Chip**, 2007, n. 7, p. 41-57.

COLLINS, F.S.; VARMUS, H. A new initiative on precision medicine. **New England Journal of Medicine**, 2015, v. 372, n. 9, p. 793–795.

COSKUN, A.F.; TOPKAYA, S.N.; YETISEN, A.K.; CETIN, A.E. Portable Multiplex Optical Assays. **Advanced Optical Materials**, 2019, v. 7, n. 4.

COUTINHO, D. Startup brasileira cria teste para coronavírus com resultado em 15 minutos. **iG**, [s.l.], 19 mar. 2020. Disponível em <<https://bit.ly/2WJ3nQS>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

CROOK, M.A. Near patient testing and pathology in the new millennium. **BMJ Journals**, 2000, v. 53, n. 1.

CROWLEY, T.A.; PIZZICONI, V. Isolation of plasma from whole blood using planar microfilters for lab-on-a-chip applications. **Lab on a Chip**, 2005, n. 5, p. 922-929.

CRUZ, I. C. F.; BARROS, S. R. T. P.; FERREIRA, H. C. Enfermagem em home care e sua inserção nos níveis de atenção à saúde: a experiência da Escola de Enfermagem da Universidade Federal Fluminense. **Enfermagem Atual**, 2001, v. 1, n. 4, p. 35-38.

CSILLAG, J.M. **Análise do valor**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1988.

DAWSON, B. Informe Dawson sobre o futuro dos serviços médicos e similares. Publicado em 1920. Washington: OPAS, 1964.

DE SILVA, D. **Helping people help themselves**. Reino Unido: The Health Foundation, 2011.

DEKKER, L. **Changing healthcare in the Netherlands**. Haia: Ministry of Welfare, Health and Cultural Affairs, 1988.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B. **Ergonomia prática**. Tradução de Itiro Iida. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2012.

EDWARDS, N.; HENSHER, M.; WERNEKE, U. Changing hospital systems. *In*: SALTMAN, R.B.; FIGUERAS, J.; SAKELLARIDES, C. (Orgs). **Critical challenges for health care reform in Europe**. Reino Unido: McGraw-Hill Education, 1998.

ENSINGER. Soluções em plásticos. [s.l.]; 2020. *In*: **Ensinger Plastics**. Disponível em <<https://www.ensingerplastics.com/pt-br>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

FERREIRA, P.C.; ATAÍDE, V.N.; CHAGAS, C.L.S.; ANGNES, L.; COLTRO, W.K.T.; PAIXÃO, T.R.L.C.; DE ARAUJO, W.R. Wearable electrochemical sensors for forensic and clinical applications. **Trends in Analytical Chemistry**, 2019, v. 119, 115622.

FEUERWERKER, L.C.M; MERHY, E.E. A contribuição da atenção domiciliar para a configuração de redes substitutivas de saúde: desinstitucionalização e transformação de práticas. **Revista Panamericana de Salud Pública**, 2008, v. 24, n. 3, p. 180-188.

FRASCARA, J. **Design and the social sciences**: making connections. Londres: Taylor & Francis, 2002.

FRIES, J.F. Reducing disability in older age. **Journal of the American Medical Association**, 2002. v. 288, n. 24, p. 3164-3166.

FOURNIER, P.E; DRANCOURT, M.; COLSON, P.; ROLAIN, J.; LA SCOLA, B.; RAOULT, D. Modern clinical microbiology: new challenges and solutions. **Nature Reviews Microbiology**, 2013, v. 11, p. 574–585.

GORDILHO, A.; SÉRGIO, J.; SILVESTRE, J.; RAMOS, L.R.; FREIRE, M.P.A.; ESPINDOLA, N.; MAIA, R. VERAS, R.; KARSCH, U. **Desafios a serem enfrentados no terceiro milênio pelo setor saúde na atenção integral do idoso**. Rio de Janeiro: UnaTI, 2000. Disponível em <<http://bit.ly/2IFiBFY>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

HARTZ, Z.M.A.; CONTANDRIOPOULOS, A. Integralidade da atenção e integração de serviços: desafios para avaliar um sistema “sem muros”. **Cadernos de Saúde Pública**, 2004, v. 20, p. 5331-5336.

HEINEMANN, L.; FLEMING, G.A.; PETRIE, J.R.; HOLL, R.W.; BERGENSTAL, R.M.; PETERS, A. L. Insulin pump risks and benefits: a clinical appraisal of pump safety standards, adverse event reporting and research needs. **Diabetologia**, 2015, v. 58, p. 862-870.

HERMANN, M.; PENTAK, T; OTTO, B. **Design principles for Industrie 4.0 cenários**: a literature review. Dortmund: Technische Universität Dortmund, 2015. Disponível em <<http://bit.ly/37bmy8A>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

HIBBARD, J.; GREENE, J. What the evidence shows about patient activation: better health outcomes and care experiences; fewer data on costs. **Health Affairs**, 2013, v. 32, n. 2, p. 207-214.

HILAB. Exames [s.l.]; 2019. In: **Hilab**. Disponível em <<https://bit.ly/3blwJcf>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

HORAK, E.; SUNDERMAN, F.W. An Accurate Spectrophotometric Method for Serum Iron and Iron-Binding Capacity without Deproteinization or Centrifugation. **Annals of Clinical and Laboratory Science**, 1974, v. 4, n. 2, p. 87-94.

HOUSECROFT, C. E.; CONSTABLE, E.C. **Chemistry**: an introduction to organic, inorganic and physical chemistry. Estados Unidos: Pearson Prentice Hall, 2006.

HOWICK, J.; CALS, J.W.L.; JONES, C.; PRICE, C.P.; PLÜDDEMANN, A.; HENEGHAM, C.; BERGER, M.Y.; BUNTINX, F.; HICKNER, J.; PACE, W.; BADRICK, T.; VAN DEN BRUEL, A.; LAURENCE, C.; VAN WEERT, H.; VAN SEVEREN, E.; PARRELLA, A.; THOMPSON, M. Current and future use of point-of-care tests in primary care: an international survey in Australia, Belgium, The Netherlands, the UK and the USA. **BMJ Open**, 2014, v. 4, n. 005611.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008**: Síntese de Indicadores. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

\_\_\_\_\_. Sobre a condição de saúde dos idosos: indicadores selecionados. In: **Indicadores sociodemográficos e de saúde no Brasil 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

\_\_\_\_\_. **Um panorama da saúde no Brasil**: acesso e utilização dos serviços, condições de saúde e fatores de risco e proteção à saúde. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INTERNATIONAL DATA CORPORATION. IDC Forecasts: worldwide shipments of wearables to surpass 200 million in 2019, driven by strong smartwatch growth. **IDC Worldwide Quarterly**, 2015.

JEELANI, S.; JAGAT REDDY, R.C.; MAHESWARAN, T.; ASOKAN, G.S.; DANY, A.; ANAND, B. Theragnostics: a treasured tailor for tomorrow. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, 2014, v. 6, s. 1, p. S6–S8.

JONES, C.H.; HOWICK, J. ROBERTS, N.W. PRICE, C.P.; HENEGHAN, C.; PLÜDDEMANN, A.; THOMPSON, M. Primary care clinicians' attitudes towards point-of-care blood testing: a systematic review of qualitative studies. **BMC Family Practice**, 2013, v.14, n. 117.

JONHSTON, L.; LARDNER, C.; JEPSON, R. **Overview of evidence relating to shifting the balance of care**: a contribution to the knowledge base. Edimburgo: Scottish Government Social Research, 2008.

JUSTINO, C.I.L; ROCHA-SANTOS, T.A.P.; DUARTE, A.C. Review of analytical figures of merit of sensors and biosensors in clinical applications. **Trends in Analytical Chemistry**, 2010, v. 29, p. 1172–1183.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. (Eds.). **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**: final report of the Industrie 4.0 working group. Frankfurt: National Academy of Science and Engineering, 2013. Disponível em <<http://bit.ly/30y5EOF>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

\_\_\_\_\_. Chancen von Industrie 4.0 nutzen. *In*: BAUERNHANS, T.; TEN HOMPEL, M.; VOGEL-HEUSER, B. (Eds.). **Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik**. [s./] Anwendung, Technologien und Migration, 2014.

KUMAR, S.; KUMAR, S.; ALI, M.A.; ANAND, P.; AGRAWAL, V.V.; JOHN, R.; MAJI, S.; MALHOTRA, B.D. Microfluidic-integrated biosensors: prospects for point-of-care diagnostics. **Biotechnology Journal**, 2013, v. 8, p. 1267–1279.

LIANA, D.D.; RASUGE, B.; GOODING, J.J.; CHOW, E. Recent advances in paper-based sensors. **Sensors** (Basel), 2012, n. 12, p. 11505-11526.

LÖBACH, B. **Design Industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. Tradução de Freddy Van Camp. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2001.

MARTIN, B.; HANINGTON, B. **Universal Methods of Design**. 1. ed. Estados Unidos: Rockport Publishers, 2012.

MARTINEZ, A.W.; PHILLIPS, S.T.; CARRILHO, E.; THOMAS S.W.; SINDI, H.; WHITESIDES, G.M. Sample telemedicine for developing regions: camera phones and paper-based microfluidic devices for real-time, off-site diagnosis. **Analytical Chemistry**, 2008, n. 80, p. 3699-3707.

MARTINS, S.K. **Diretrizes para a organização do atendimento domiciliar à saúde**: contribuições da enfermeira. 2006. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

McCALL, W.V. A rest-activity biomarker to predict response to SSRIs in major depressive disorder. **Journal of Psychiatric Research**, 2015, v. 64, p. 19-22.

McMILLAN, S.S.; KENDALL, E.; SAV, A.; KING, M.A.; WHITTY, J.A.; KELLY, F.; WHEELER, A.J. Patient-centered approaches to health care: A systematic review of randomized controlled trials. **Medical Care Research and Review**, 2013, v. 70, n. 6, p. 567–596.

MENDES, E.V. **Os sistemas de serviços de saúde**: o que os gestores deveriam saber sobre essas organizações complexas. Fortaleza: Escola de Saúde Pública do Ceará, 2002.

\_\_\_\_\_. **As redes de atenção à saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2011.

MISTREE, F.; BRAS, B.A.; SMITH, W.F.; ALLEN, J.K. Modeling Design Processes: a conceptual, decision-based approach. **International Journal of Engineering Design and Automation**, 1996, v. 1, n. 4, p. 209-221.

MONTEIRO, A.C.B.; FRANÇA, R.P.; ESTRELA, V.V.; IANO, Y.; KHELASSI, A.; RAZMJOOY, N. Health 4.0: applications, management, technologies and review. **Medical Technologies Journal**, 2018, v. 2, n. 4, p. 262–276.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2009.

NAAR, L.; ZIMMERMANN, A.; BOBINET, K.; SKLAR, A. **The human-centered health system**: transforming healthcare with design. [s./.] WISH Design Healthcare Forum, 2018.

NATIONAL HEART, LUNG AND BLOOD INSTITUTE. Blood tests [s./; s.d]. *In: National Heart, Lung, and Blood Institute Official Website*. Disponível em <<http://bit.ly/2mW62Hd>>. Acesso em: 22 set. 2019.

NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH. Biomarkers and surrogate endpoints: preferred definitions and conceptual framework. **Clinical Pharmacology & Therapeutics**, 2001, v. 69, n. 3, p. 89–95.

NEEDHAM, C.; GLASBY, J. Personalization: love it or hate it. **Journal of Integrated Care**, 2015, v. 23, n. 5, p. 268-276.

NOËL, G.; FRASCARA, J. **Health and Design**: fostering a culture of collaboration through education. [s./.] Health Design Network, 2016.

OLSSON, L.E.; JAKOBSSON UNG, E.; SWEDBERG, K.; EKMAN, I. Efficacy of person-centered care as an intervention in controlled trials: a systematic review. **Journal of Clinical Nursing**, 2013, v. 22, n. 3–4, p. 456–465.

O'NEILL, S.; BOHL, M.; GREGERSEN, S.; HERMANSEN, K.; O'DRISCOLL, L. Blood-based Biomarkers for Metabolic Syndrome. **Trends in Endocrinology & Metabolism**, 2016, v. 27, n. 6. p. 363–374.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **ISO 15197**: In vitro diagnostic test systems – requirements for blood-glucose monitoring systems for self-testing in managing diabetes mellitus. 2013. 46 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Primary health care**: report of the International Conference on Primary Health Care. Alma-Ata, URSS, 6-12 set. 1978. Genebra: WHO, 1978.

\_\_\_\_\_. **The World Health Report 2000**: health systems, improving performance. Genebra: OMS, 2000.

\_\_\_\_\_. **Cuidados inovadores para condições crônicas**: componentes estruturais de ação. Brasília: OMS, 2003.

\_\_\_\_\_. **Preventing chronic diseases**: a vital investment. Genebra: Public Health Agency of Canada, 2005.

\_\_\_\_\_. Framework for action on interprofessional education and collaborative practice. Genebra: OMS, 2010.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Health in the Americas**. Washington: OPAS, 2007a, v.1.

\_\_\_\_\_. Redes Integradas de Servicios de Salud: conceptos, opciones de política y hoja de ruta para su implementación en las Américas. *In: La Renovación de la Atención Primaria de Salud en las Américas*, n.4. Washington: OPAS, 2010. Disponível em <<http://bit.ly/2k57mX1>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

OZCAN, A. Mobile phones democratize and cultivate next-generation imaging, diagnostics and measurement tools. **Lab on a Chip**, 2014, v. 14, n. 17, p. 3187-3194.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K.H. **Engineering Design: a systematic approach**. Tradução de Ken Wallace e Luciëne Blessing. 3. ed. Londres: Springer, 2007.

PARAHYBA, M.I.; SIMÕES, C.A. A prevalência de incapacidade funcional em idosos no Brasil. *In: Ciência e Saúde Coletiva*, out/dez 2006. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2006. v. 11, n. 4, p. 967-974.

PEEBLES, L.; NORRIS, B. **Adult data: the handbook of adult anthropometric and strength measurements: data for design safety**. Londres: Department of Trade and Industry, 1998.

PHEASANT, S.T.; O'NEILL, D. Performance in gripping and turning: a study in hand/handle effectiveness. **Applied Ergonomics**, 1975, v.6, n.4, p. 205-208.

PIRNSTILL, C.W.; COTÉ, G.L. Malaria Diagnosis Using a Mobile Phone Polarized Microscope. **Scientific Reports**, 2015, v. 5, n. 13368.

PLATCHECK, E.R. **Design Industrial: metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

POULTER, N.R.; PRABHAKARAN, D.; CAULFIELD, M. Hypertension. **The Lancet**, 2015, v. 386, n. 9995, p. 801-812.

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO. UBS: Unidade Básica de Saúde. *In: PAC – Ministério do Planejamento* [s.l.; s.d]. Disponível em: <<http://bit.ly/2mRQELL>>. Acesso em: 19 set. 2019.

RAE, P.; JENKS, S. Optimal use of blood tests in acute medicine. **Medicine Journal**, 2013, v. 41. n. 3, p. 132-135.

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE. **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. 2. ed. Brasília: OPAS, 2008.

\_\_\_\_\_. **Indicadores e Dados Básicos para a Saúde no Brasil**. 2013. Disponível em <<http://bit.ly/2ITF95Z>>. Acesso em: 12 set. 2019.

RESENDE, L.M.H.; VIANA, L.G.; VIDIGAL, P.G. **Protocolos Clínicos dos Exames Laboratoriais**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais e Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

RICÓS, C.; INGLESIAS, N.; GARCÍA-LARIO, J.V. Within-subject biological variation in disease: collated data and clinical consequences. **Annals of Clinical Biochemistry**, 2007, v. 44, p. 343-352.

ROZAND, C. Paper-based analytical devices for point-of-care infectious disease testing. **European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases**, 2014, n. 33, p. 147-156.

SCHOENI, R.F. *et al.* Persistent and growing socioeconomic disparities in disability among the elderly: 1982-2002. **American Journal of Public Health**, 2005, v. 95, n. 11, p. 2065-2070.

SILVA, E.S.A. **Design, technologie et perception**: mise en relation du design sensoriel, sémantique et émotionnel avec la texture et les matériaux. 2016. Tese (Doutorado em Design) – Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Paris, 2016.

SINGH, D. How can chronic disease management programs operate across care settings and providers? Copenhagen: European Observatory on Health Systems and Policies, 2008.

SKOOG, D.A.; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. **Principles of Instrumental Analysis**. 7 ed. Estados Unidos: Cengage Learning, 2017.

SOLBERG, H.E. Statistical treatment of collected reference values: determination of reference limits. **Clinica Chimica Acta**, 1987, v. 170, p. 13-32.

SONGJAOREN, T.; DUNGCHAI, W.; CHAILAPAKUL, O.; HENRY, C.S.; LAIWATTANAPAISAL, W. Blood separation on microfluidic paper-based analytical devices. **Lab on a Chip**, 2012, n. 12, p. 3392-3398.

SPERLING, L.; DAHLMAN, S.; WIKSTROM, L.; KILBOM, A.; KADEFORS, R. A cube model for the classification of work with hand tools. **Applied Ergonomics**, 1993, v. 24, n.3, p.212-220.

THÜMMLER, C. The Case for Health 4.0. In: THÜMMLER, C.; BAI, C. (Eds.). **Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare**. Suíça: Springer International Publishing, 2017.

\_\_\_\_\_; BAI, C. Health 4.0: application of Industry 4.0 design principles in future asthma management. In: THÜMMLER, C.; BAI, C. (Eds.). **Health 4.0: how virtualization and big data are revolutionizing healthcare**. Suíça: Springer International Publishing, 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Assistência em patologia clínica**. Belo Horizonte: Departamento De Propedêutica Complementar, 2007.

VASAN, A.S.; MAHADEO, D.M.; DORAISWAMI, R.; HUANG, Y.; PECHT, M. Point-of-care biosensor system. **Frontiers in Bioscience**, 2013, v. 5, p. 39-71.

VERAS, R.P.; CALDAS, C.P. Promovendo a saúde e a cidadania do idoso: o movimentos das universidades na terceira idade. In: **Ciência e Saúde Coletiva**. Publicado em junho de 2004. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, 2004. v. 9, n. 2, p. 423-432.

VERAS, R.P.; PARAHYBA, M.I. O anacronismo dos modelos assistenciais para os idosos na área de saúde: desafios para o setor privado. In: **Cadernos de Saúde Pública**, out. 2007. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2007. v. 23, n. 10, p. 2479-2489.

VOLPATTI, L. R.; YETISEN, A. K. Commercialization of microfluidic devices. **Trends in Biotechnology**, 2014, v. 32, n. 7, p. 347–350.

YETISEN, A.K.; MARTINEZ-HURTADO, J.L.; VASCONCELLOS, F.C.; SIMSEKLER, M.C.; AKRAM, M.S.; LOWE, C.R. The Regulation of Mobile Medical Applications. **Lab on a Chip**, 2014, v. 14, n. 5, p. 833.

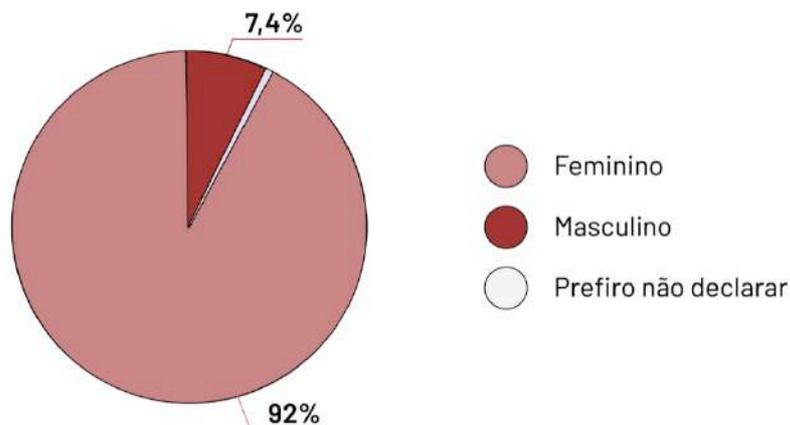
\_\_\_\_\_ ; MARTINEZ-HURTADO, J.L.; ÜNAL, B.; KHADEMHOSEINI, A.; BUTT, H. Wearables in Medicine. **Advanced Materials**, 2018, v. 30, n. 33.

YOO, S.M.; LEE, S.Y. Optical biosensors for the detection of pathogenic microorganisms. **Trends in Biotechnology**, 2016, v. 34, n. 1. p. 7-25.

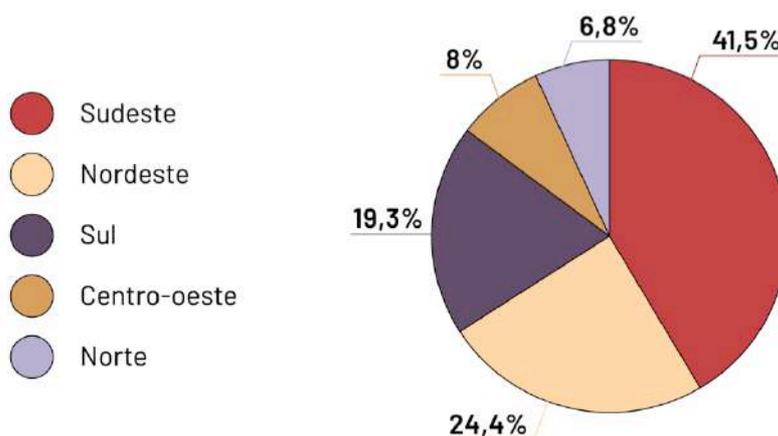
ZANAKI, M. Prefeitura de Americana vai ampliar testagem do coronavírus. *In: O Liberal*, São Paulo, 17 mai. 2020. Disponível em <<https://bit.ly/2O435i7>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

**APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO COM AGENTES DE SAÚDE****1. Sexo:**

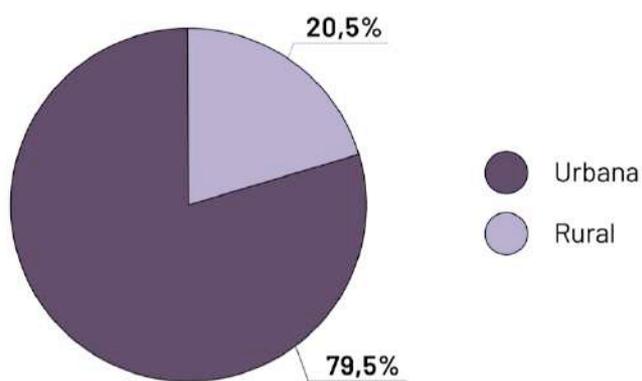
(n = 176)

**2. Em qual região do país você atua?**

(n = 176)

**3. A sua área de atuação é:**

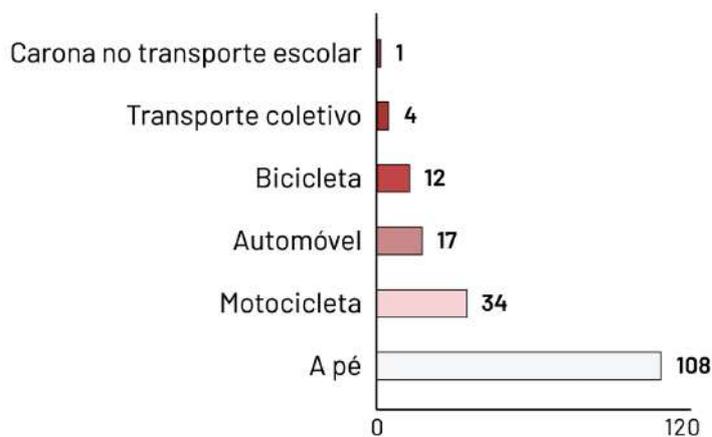
(n = 176)



#### 4. Como você se desloca até o local de atendimento?

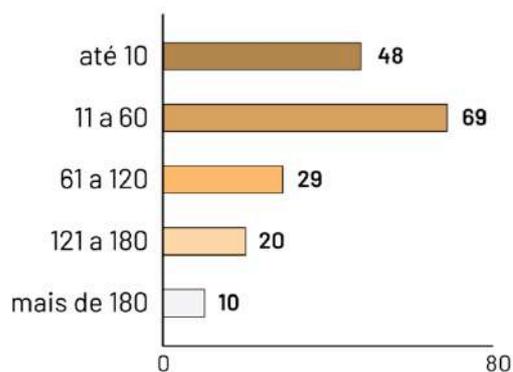
Se você utiliza dois ou mais recursos, assinale aquele no qual você passa MAIS tempo.

(n = 176)



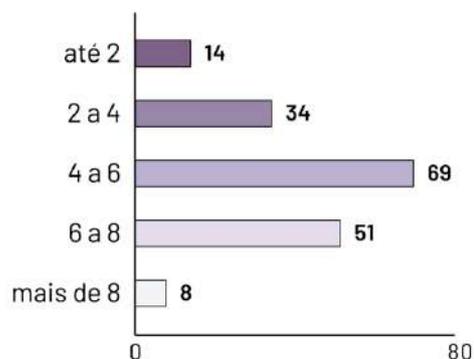
#### 5. Em média, qual o tempo total de deslocamento? (minutos)

(n = 176)



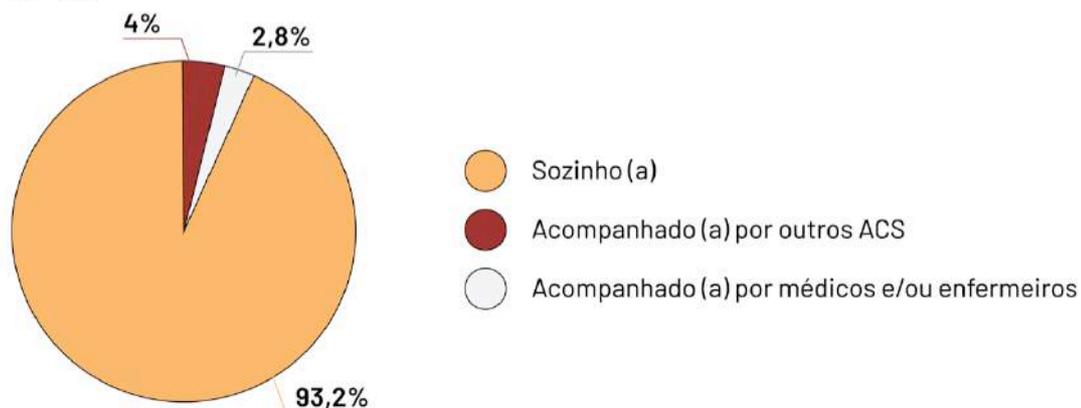
#### 6. Em média, quanto tempo você passa visitando a população? (horas)

(n = 176)



### 7. Você realiza as visitas:

(n = 176)



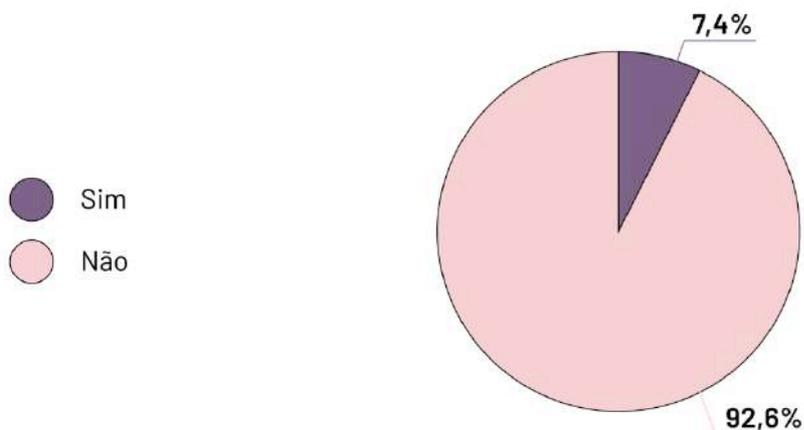
### 8. Que materiais são necessários para realizar o seu trabalho da forma correta?

questão dissertativa

Item	Citações
Caneta, lápis e/ou borracha	94
Formulários e documentos oficiais para registro da visita	78
Caderno	68
Tablet	42
Materiais para anamnese da população	32
Mochila ou bolsa	19
Panfletos informativos	16
EPI (protetor solar, chapéu, sombrinha, repelente)	14
Uniforme	9
Cronograma, agenda	8
Cartões de vacinação, criança e idoso	7
Meio de transporte	6
Crachá de identificação do ACS	4
Computador	4
Carimbo	3
Relógio	2
Produtos de higiene e limpeza	2
Calculadora	1
Medicamentos	1

### 9. Você realiza algum tipo de exame nas pessoas atendidas?

(n = 176)



### 10. Caso tenha respondido "sim" à questão anterior, quais?

questão dissertativa



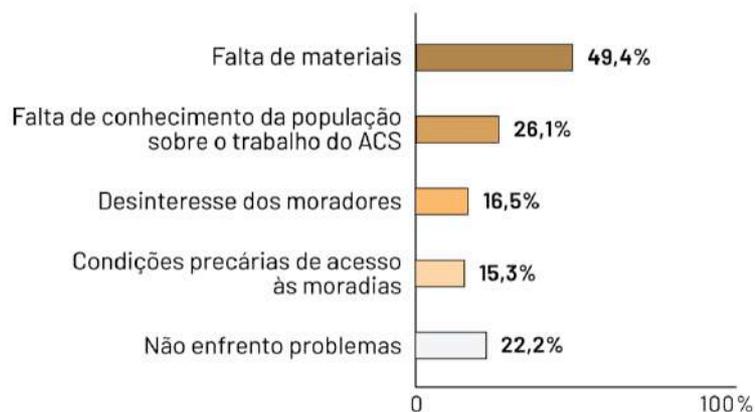
### 11. Como a população recebe sua visita?

(n = 176)



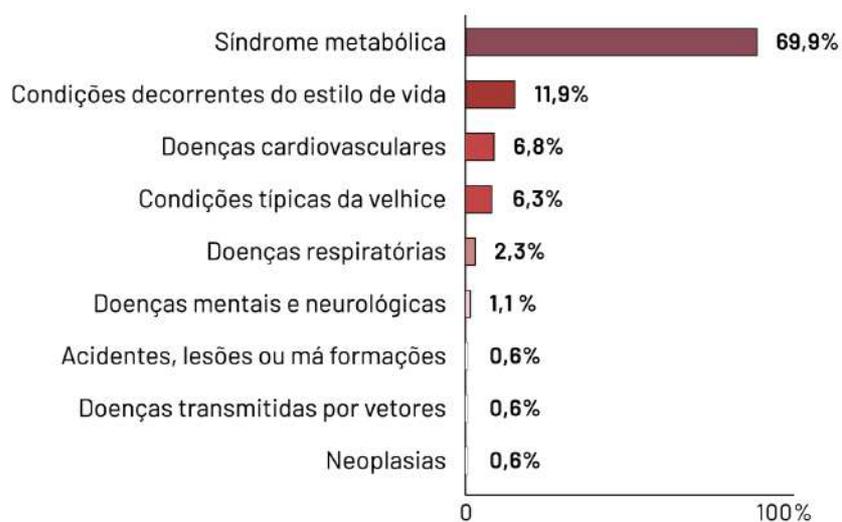
## 12. Quais os principais obstáculos que você enfrenta?

(n = 176)



## 13. Qual o problema de saúde mais frequente na sua região?

(n = 176)



#### 14. Se você pudesse melhorar uma coisa em relação ao atendimento da população, o que seria?

questão dissertativa

Aspecto	Qte.	Aspecto	Qte.
Mais médicos generalistas e especialistas	23	Mais interesse por parte dos profissionais	6
Realização de exames e triagem nos pacientes	13	Espaço adequado de trabalho	6
Capacitação do ACS e dos profissionais	12	Maior receptividade por parte da população	6
Agilizar o atendimento e a marcação de consultas	11	Acolhimento dos pacientes	4
Sistema de informações	11	Conscientização sobre autocuidado preventivo	4
Valorização do ACS pela comunidade	11	Direitos iguais	3
Facilidade de acesso	9	Mais profissionais da saúde	3
Campanhas e atividades de promoção à saúde	9	Conscientização sobre epidemias	2
Material básico para avaliar a população	9	Fazer entender a importância dos medicamentos	2
Mais consultas médicas disponíveis	8	Estímulo ao exercício físico	2
Visitas realizadas por equipe multidisciplinar	7	Suporte e supervisão do atendimento	2
Humanização do atendimento	7	Mais ACS	2
Mais tempo e frequência nas visitas	7	Medicação	2
(Re)marcar consultas	6	Material informativo de distribuição	1

#### 15. Por último, se você desejar colaborar ainda mais, descreva brevemente um dia de trabalho.

questão dissertativa utilizada para Análise da Tarefa.

## APÊNDICE B — ENTREVISTA COM FAMILIAR DE PACIENTE

### 1. Qual o quadro clínico da paciente? Que condições de saúde apresenta?

AVC que comprometeu o braço e a mão esquerda. Controlado por medicações.

### 2. Quem realiza o atendimento a domicílio?

Fisioterapeuta e a agente de saúde.

### 3. Com que frequência esse atendimento acontece?

Duas vezes por semana a fisioterapia, e a agente de saúde mensalmente.

### 4. Como ocorre o atendimento, na maioria das vezes?

A agente da saúde sempre pergunta como está o quadro clínico, colocando-se à disposição caso necessite.

### 5. O profissional realiza procedimento de avaliação na paciente durante a visita?

#### Se sim, qual(is)?

Basicamente, são perguntas. Caso haja necessidade, faz-se o encaminhamento ao posto da saúde.

### 6. A equipe conversa com os familiares para obter informações extras?

Sim, sempre.

### 7. Quando há piora no quadro clínico da paciente, qual o procedimento indicado pelo profissional de saúde?

Encaminhar para o pronto atendimento do hospital.

### 8. Como os familiares avaliam a visita dos profissionais?

Bem positiva. Passam uma certa tranquilidade.

### 9. A paciente sente interesse ou enxerga benefícios no atendimento?

Muito.

### 10. Vocês se sentem satisfeitos com a atenção fornecida?

Sim, a equipe é muito prestativa.

## **APÊNDICE C — ENTREVISTA ATENDIMENTO DOMICILIAR DO GHC**

### **1. Descreva brevemente como funciona o Programa de Atendimento Domiciliar do Hospital Conceição.**

O Programa de Atendimento Domiciliar do Hospital Conceição funciona como uma internação mas com a diferença que é realizada no domicílio do paciente. Os pacientes são provenientes de Hospitais de Porto Alegre, Unidades de Pronto-Atendimento e de Unidades Básicas de Saúde, através da solicitação de consultorias formais para o serviço. Geralmente os casos assistidos pelo PAD compreendem feridas abertas que necessitam de curativos especiais, tratamento de infecções com antibioticoterapia por via oral, via endovenosa e via intramuscular, reabilitação multiprofissional de pacientes que sofreram algum tipo de acidente vascular cerebral, cuidados com uso de sondas (sonda nasoentérica, gastrostomia, sonda vesical de demora), e pacientes com doenças crônicas incuráveis e em estado avançado que encontram-se em final da vida, entre outras demandas. Na maioria dos casos, os pacientes são acompanhados até se resolver as situações que motivaram a internação, quando então recebem alta e são redirecionados para sua UBS (Unidade Básica de Saúde), o que se denomina “Transição do Cuidado”. É realizado por 2 tipos de equipes de profissionais: a EMAD (Equipe Multidisciplinar de Atendimento Domiciliar) que consiste de 1 médico, 1 enfermeiro e 1 técnico de saúde; e a EMAP (Equipe Multiprofissional de Apoio) que consiste de 1 nutricionista, 1 fisioterapeuta, 1 assistente social e 1 fonoaudiólogo. Existe um terceiro tipo de equipe, que se denomina “Medicação”, e que foi criado pelo PAD para realizar a administração de medicações injetáveis e as coletas laboratoriais; é composta de 1 técnico de enfermagem. São várias equipes (total de 6) que assistem pacientes moradores da Zona Norte de Porto Alegre (do bairro Rubem Berta ao Bairro Navegantes, Bairro Farrapos e Ilhas). Os pacientes recebem pelo menos 1 visita por semana, podendo ser realizada mais visitas conforme surgimento de novas demandas. São vistos em torno de 20 a 30 pacientes por semana.

### **2. Existe um perfil de majoritário atendido pela equipe?**

A maior parte dos pacientes são idosos, portadores de várias doenças crônicas (Diabetes Melitus, Hipertensão Arterial Sistêmica, Insuficiência Renal Crônica, Acidente vascular cerebral, úlceras de pele de pressão em acamados, Neoplasias, Esclerose Múltipla, Esclerose Lateral Amiotrófica, entre outras).

### **3. Você poderia descrever brevemente o passo-a-passo das visitas realizadas aos pacientes?**

Na primeira visita da EMAD, realiza-se uma entrevista mais longa pois se coleta informações da história de saúde antiga e atual do paciente, focando-se mais na atual, investiga-se de maneira resumida o quadro social da família do paciente, principal cuidador para se ter um primeiro entendimento da dinâmica dessa família. Após realiza-se exame físico pelo médico e enfermeira, e coleta de sinais vitais pelo técnico de enfermagem (pressão arterial, temperatura, frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação de oxigênio e hemoglicoteste). Identifica-se o que está acontecendo com paciente e suas necessidades, e se constrói um plano de cuidados que vai se desenrolando e se modificando com o passar do acompanhamento, nas próximas visitas segue-se a mesma sequência mas de forma mais direcionada no problema atual. Na primeira visita da EMAP, os profissionais fazem suas entrevistas respectivas, examinam fisicamente o paciente, e constroem seus planos de cuidados respectivos. Nas próximas visitas, seguem com o plano ou o modificam se novas demandas aparecem. A visita inicial da medicação é semelhante as demais subsequentes, visto que vão para realizar a demanda específica de cada paciente (exemplo: receber antibioticoterapia por via intramuscular).

### **4. Quanto aos exames laboratoriais, quais são normalmente realizados, em qual frequência e em que circunstâncias?**

Os exames de sangue mais realizados são hemograma, plaquetas, uréia, creatinina, sódio, potássio, TGO (Transaminase Glutâmico-Oxalacética), TGP (Transaminase Glutâmico-Pirúvica), bilirrubinas, PCR (Proteína C Reativa), TP (Tempo de Protombina). Os exames de urina mais solicitados são EQU (Exame Qualitativo de Urina) e Urocultura. A frequência é conforme demanda dos pacientes de acordo com suas doenças (suspeita de infecção ativa, anemia, plaquetopenia, disfunção hepática ou renal, além de controle de TP em pacientes que estão usando anticoagulante (Varfarina), geralmente um pouco menos da metade realiza exames laboratoriais, e menos ainda necessita de mais de 1 coleta por semana.

**5. Como os usuários percebem o atendimento domiciliar, na sua opinião e vivência?**

Os usuários, de forma quase unânime, percebem de forma muito positiva o atendimento domiciliar. Sentem-se acolhidos, seguros e satisfeitos de poderem se tratar em seus lares e estarem próximos de seus familiares.

**6. Você acha válido, juntamente com a aferição dos sinais vitais, poder realizar também uma avaliação qualitativa de possíveis alterações em indicadores medidos por amostra de sangue para pacientes crônicos?**

Sim.

**7. Caso positivo, quais indicadores seriam relevantes de serem avaliados?**

Tempo de protombina, hemoglobina, leucócitos, creatinina, sódio, potássio, PCR.

**8. Você acha que esse tipo de triagem qualitativa poderia trazer mudanças a respeito da resistência dos pacientes em realizarem exames laboratoriais de rotina ou investigarem possíveis problemas de saúde?**

Acredito que não.

**9. O encaminhamento dos pacientes para o atendimento domiciliar é normalmente realizado por ACS, pelas UBS ou UPAs. Você acha que essa avaliação qualitativa seria mais proveitosa de ser realizada em qual instância?**

Acredito que seria benéfico e útil para as UBS (seriam realizados dos enfermeiros e/ou técnicos de enfermagem) e nas UPAs (que não possuem laboratório - geralmente as coletas são transportadas a um laboratório conveniado que se encontra fora e longe do estabelecimento, necessitando de motoboys). Acho que os agentes de saúde não são aptos para realizar tais procedimentos.

## APÊNDICE D — ANÁLISE DA TAREFA

### 1. Objetivo

**Agente Comunitário de Saúde:** atuar como o elo entre a comunidade e a UBS, traçando e implementando planos de acompanhamento de prevenção em saúde juntamente com a Equipe Saúde na Família.

**Atendimento Domiciliar:** acompanhar internações realizadas no domicílio de pacientes, até sua alta. Os pacientes são provenientes de unidades hospitalares, UPAs e UBS.

### 2. Operador

**ACS:** Agente Comunitário de Saúde, integrante da ESF

**PAD:** 3 equipes:

EMAD (Equipe Multidisciplinar de Atendimento Domiciliar) — médico, enfermeiro e técnico de saúde;

EMAP (Equipe Multiprofissional de Apoio) — nutricionista, fisioterapeuta, assistente social e fonoaudiólogo;

Medicação (aplicação injetáveis e coletas laboratoriais) — técnico de enfermagem.

### 3. Características técnicas

**ACS:**

Atividades na UBS, 7h às 9h e 13h às 16h — arquivamento e organização de prontuários, atendimento e acolhimento da população, preenchimento e atualização de cadastros, digitação dos relatórios de visita na plataforma e-SUS, identificação e destino de casos que necessitam de cuidados especiais (receitas médicas, autorização para exames e consultas), comunicação à equipe da UBS sobre casos que necessitam intervenção identificados durante a visita domiciliar.

Atividades nas ruas, por rotina ou demanda, 9 às 12h — atendimento prioritário de hipertensos, diabéticos, usuários de psicotrópicos, acamados, gestantes, recém nascidos e crianças menores de dois anos. Avaliação da população; busca ativa para vacinação e consultas médicas e odontológicas; aviso à população sobre o cronograma de atendimento; distribuição de material informativo; orientação sobre

medicamentos; entrega de consultas e exames; observação da situação de higiene das residências e dos indivíduos; pesagem de crianças menores de dois anos; resolução de problemas de menor complexidade; aferição de pressão arterial e glicemia (somente algumas equipes).

Outras atividades — grupo de atividade física; campanhas preventivas de vacinação, saúde mental, saúde da mulher; controle de endemias; grupos de treinamento para cuidados e educação em saúde da população; dias de ação ou visita acompanhada de médico.

### **PAD:**

Casos assistidos — doenças crônicas incuráveis; feridas abertas que necessitam de curativos especiais; tratamento de infecções com antibióticos (via oral, endovenosa e intramuscular); cuidados com uso de sondas (sonda nasoentérica, gastrostomia, sonda vesical de demora); e cuidados paliativos.

Atuação — solicitação de consultoria formal proveniente das unidades hospitalares, UPAs e UBS. Em caso de alta, paciente é redirecionado à UBS de sua microárea (Transação do Cuidado).

EMAD — na primeira visita da EMAD, realiza-se uma entrevista mais longa pois se coleta informações da história de saúde antiga e atual do paciente, focando-se mais na atual, investiga-se de maneira resumida o quadro social da família do paciente, principal cuidador para se ter um primeiro entendimento da dinâmica dessa família. Após realiza-se exame físico pelo médico e enfermeira, e coleta de sinais vitais pelo técnico de enfermagem (pressão arterial, temperatura, frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação de oxigênio e hemoglicoteste). Identifica-se o que está acontecendo com paciente e suas necessidades, e se constrói um plano de cuidados que vai se desenrolando e se modificando com o passar do acompanhamento, nas próximas visitas segue-se a mesma sequência mas de forma mais direcionada no problema atual.

EMAP — na primeira visita da EMAP, os profissionais fazem suas entrevistas respectivas, examinam fisicamente o paciente, e constroem seus planos de cuidados respectivos. Nas próximas visitas, seguem com o plano ou o modificam se novas demandas aparecem.

Medicação — a visita inicial da medicação é semelhante as demais subsequentes, visto que vão para realizar a demanda específica de cada paciente.

#### 4. Localização do posto de trabalho

**ACS:** UBS próxima da área de atendimento e da residência dos ACS. Visitas domiciliares realizadas em microárea, com até 200 famílias.

**PAD:** equipes do GHC (total de 6) atendem áreas da Zona Norte de Porto Alegre, compreendidas em um raio de 10 km (dos bairros Rubem Berta a Navegantes, Farrapos e Arquipélago).

#### 5. Sistema de transporte de materiais

**ACS:** material para avaliação da população armazenado nas UBS e transportado até o local de atendimento em bolsas ou mochilas. Em sua maioria, o deslocamento é realizado a pé; alguns ACS utilizam automóveis, motocicletas ou bicicletas para cobertura de áreas mais afastadas, sobretudo rurais. Em dias de visita com médico, deslocamento com automóvel.

**PAD:** deslocamento em veículo automotivo aos locais de atendimento, a partir da sede de referência. Materiais para tratamento dos pacientes armazenados na sede, normalmente vinculada a um hospital. Dependendo do quadro clínico do paciente, instalam-se equipamentos de uso contínuo e instrumentos de tratamento no domicílio.

#### 6. Condições de trabalho do operador

**ACS:** dias de trabalho planejados a partir do cronograma da equipe, na noite anterior ou na manhã do próprio turno. Planejamento requer grande flexibilidade devido ao surgimento de inúmeras necessidades e demandas de urgência. Cronograma elaborado de acordo com eventos do calendário do Ministério da Saúde (setembro amarelo, agosto dourado, outubro rosa) e com demandas observadas no atendimento. Diálogo é o principal instrumento de trabalho.

ACS realizam as refeições nas UBS ou em suas residências. Alguns municípios não fornecem auxílio para transporte ou alimentação durante horário de trabalho. ACS da área rural enfrentam maiores problemas. Horários de visita incompatíveis com a rotina de trabalho da população, grande maioria não está em casa no turno da manhã. Alguns ACS fazem visitas após 17h.

**PAD:** diferentes planos de cuidado são elaborados pela EMAD e EMAP a partir das demandas individuais do paciente. O plano diz respeito às estratégias de ação de cada profissional em sua área de atuação, devendo ser integrado às ações das outras equipes e flexível para modificar-se ao longo do período de acompanhamento, de acordo com a evolução do quadro do paciente. A Medicação é chamada para finalidades específicas, e não necessita traçar planos de ação para cada paciente. O transporte entre o hospital e os domicílios é realizado por veículo (com motorista) fornecido pelo hospital.

### 7. Condições ambientais

**ACS:** atividades requerem adaptação às particularidades da região; em áreas rurais, as residências são muito afastadas umas das outras. ACS expostos a animais agressivos durante o trajeto. Clima e intempéries (sol intenso e chuva) afetam diretamente o número de pessoas atendidas.

**PAD:** as atividades estão sujeitas à infraestrutura disponível nas residências dos pacientes (condições sanitárias, de energia elétrica). O clima não configura fator limitante; a equipe desloca-se em veículo e o atendimento não requer movimentação do paciente.

### 8. Condições sociais

**ACS:** muitos usuários, sobretudo idosos, necessitam de atenção afetiva. ACS desempenham papel de ouvintes para aqueles que precisam desabafar ou conversar um pouco. Cronograma de atendimento precisa ser adaptado às demandas de acolhimento. Visitas matinais requerem tirar os usuários de seus afazeres, mas “a reciprocidade da maioria da população é encantadora”. Maioria dos idosos fica sozinha em casa, possuem dificuldade de locomoção. ACS e população expostos à violência de algumas áreas, comprometendo o trabalho.

**PAD:** pacientes sentem-se seguros e acolhidos com a companhia dos familiares no domicílio durante o tratamento. Porém, questões culturais e sociais dos pacientes e familiares dificultam o entendimento e a realização das condutas e orientações de cuidado. As áreas de atendimento possuem altos índices de violência (bala perdida, assaltos), e condições de higiene precárias.

## 9. Requisitos de tempo, frequência e precisão

**ACS:** turnos de trabalho de segunda a sexta, das 7-8h às 16-17h. Visitas domiciliares mensais com duração de 10-40 minutos/visita, 10-20 domicílios ao dia. Visitas agendadas em sua maioria pela manhã. Em algumas regiões, também ocorrem no período da tarde. Transcrição das visitas e comunicação de situações que requerem intervenção são realizadas no período da tarde do mesmo dia, nas UBS.

**PAD:** turnos de trabalho de segunda a sexta, das 7 às 19h, com intervalo para almoço. Algumas equipes trabalham por turno (7h-13h e 13h-19h). À noite e em finais de semana, intercorrências são atendidas pelo SAMU ou pela emergência da unidade hospitalar. Visitas domiciliares realizadas ao menos uma vez por semana, podendo ser mais frequente conforme demanda, 20-30 pacientes por semana. As visitas ocorrem durante os dois turnos de trabalho, com duração de 30 minutos.

## 10. Interface homem-máquina

**ACS:** as tarefas requerem participação ativa dos ACS para sua realização, tanto na UBS quando nas visitas domiciliares. Os profissionais devem ser alfabetizados, saber operar computadores e *tablets* e conhecer o roteiro de perguntas e avaliação a ser realizado durante a visita.

Coleta de informações — realizada manualmente, com papel e caneta ou *tablet*. Necessita campos para preenchimento claros e objetivos, suporte para escrita (prancheta), canetas ou bateria recarregadas, tempo e agilidade para a transcrição dos relatos. O uso do *tablet* agiliza a anotação das informações, mas requer familiaridade com a plataforma e-SUS e com o sistema de funcionamento da tecnologia. O *tablet* é compacto e leve, diminuindo o peso carregado nos ombros dos ACS durante as visitas. O ACS desloca-se a pé pelas residências, carregando os instrumentos para avaliação em mochila/bolsa. A anotação é realizada em pé, em turnos de trabalho de 2 a 3 horas.

Transcrição da visita domiciliar — realizada na UBS, utiliza plataforma virtual do e-SUS e computador com acesso à internet. ACS que utilizam o *tablet* nas visitas possuem maior familiaridade com o aplicativo. Agentes que realizam anotações em cadernos ou fichas ocupam maior porcentagem do tempo transcrevendo-as de um meio para outro. Atividade realizada após dia de trabalho, requer concentração e é pouco intuitiva. ACS realizam a transcrição das informações sentados em frente ao

computador. Estima-se a duração desta tarefa e permanência na posição de trabalho por cerca de 3 horas.

**PAD:** as tarefas requerem participação ativa das equipes para sua realização, tanto na unidade hospitalar quanto no cuidado domiciliar. Os profissionais devem possuir nível superior completo e serem capazes de cumprir tarefas especializadas na área da saúde.

Deslocamento das equipes — visitas domiciliares ocorrem de modo intercalado com o deslocamento entre as residências, realizado em automóveis. Estima-se a duração da tarefa por cerca de 6 horas, tempo de um turno de trabalho.

Avaliação do paciente — nas visitas iniciais, ocorre por meio de exame físico pelo médico e enfermeiro e coleta de sinais vitais pelo técnico de enfermagem. Requer disponibilidade de materiais específicos, como esfigmomanômetro (pressão arterial), termômetro (temperatura), estetoscópio (frequência cardíaca), oxímetro (saturação de oxigênio) e hemoglicoteste (glicose capilar). Atividades da equipe de medicação necessitam de equipamentos para coleta de amostras fisiológicas, aplicação de medicações e assepsia e descarte adequado de materiais contaminados.

Coleta de informações — realizada manualmente, sendo necessários os mesmos itens citados para os ACS. Evolução dos prontuários realizada à mão, em duas vias; a segunda via fica com o paciente.

Transcrição dos prontuários — realizada na sede hospitalar, as anotações e os prontuários são transcritos das anotações manuais para o sistema, com o auxílio de um computador.

## APÊNDICE E — DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)

		Requisitos dos usuários						Total	%								
		Fornecer métodos de avaliação confiáveis	Minimizar riscos biológicos	Transmitir confiança à população	Reduzir o tempo de espera por resultados	Ampliar as possibilidades de diagnóstico	Ser de fácil manejo e transporte										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Correlação entre requisitos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td> <td>Forte</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Moderada</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Fraca</td> </tr> </tbody> </table>						Correlação entre requisitos		9	Forte	3	Moderada	1	Fraca		
Correlação entre requisitos																	
9	Forte																
3	Moderada																
1	Fraca																
Peso		5	5	4	3	2	2										
Requisitos de projeto	Minimizar tempo de análise	9	1	9	9	9	9	149	10.6								
	Facilitar leitura dos resultados	1	1	3	9	3	1	57	4.0								
	Facilitar coleta de sangue	3	9	3	9	9	3	123	8.7								
	Possuir sistema robusto	9	9	9	3	3	9	159	11.3								
	Ser estável em climas adversos	9	3	3	9	9	1	119	8.4								
	Possuir sensibilidade ao biomarcador	9	3	9	9	9	1	143	10.1								
	Proteger hermeticamente componentes	9	9	3	3	9	9	147	10.4								
	Ser de fácil higienização	9	9	9	1	3	3	141	10.0								
	Proporcionar pega firme	1	9	1	1	1	9	77	5.5								
	Testar diferentes indicadores	3	3	3	3	9	3	75	5.3								
	Minimizar peso total do equipamento	1	1	1	1	9	9	53	3.8								
	Possuir dimensões compactas	1	1	1	1	3	9	41	2.9								
	Possuir interface coerente	1	1	1	9	1	9	61	4.3								
	Prezar acabamentos e valores estéticos	3	1	9	1	3	1	67	4.7								

## APÊNDICE F — AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

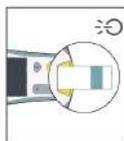
		Sistema de armazenamento					
Requisito de projeto	Proteger componentes	1,0	1	3	9	9	9
	Ser de fácil higienização	1,0	3	9	9	3	9
	Facilitar coleta de sangue	0,8	1	3	9	9	9
	Proporcionar pega firme	0,6	1	3	3	1	9
	Prezar acabamentos e detalhes	0,5	1	9	9	9	3
	Possuir dimensões compactas	0,3	9	3	1	9	3
			8,6	21,6	31,8	19	33
		Sistema de armazenamento					
Requisito de projeto	Proteger componentes	1,0	9	9	9	9	9
	Ser de fácil higienização	1,0	9	3	9	3	3
	Facilitar coleta de sangue	0,8	9	9	3	3	9
	Proporcionar pega firme	0,6	9	9	9	3	3
	Prezar acabamentos e detalhes	0,5	3	3	9	3	9
	Possuir dimensões compactas	0,3	9	9	9	3	3
			34,8	37,8	28,8	33	18,6

## APÊNDICE G — GUIA DO OPERADOR

### Guia do operador



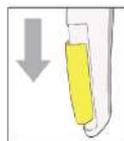
Separe um kit com os materiais para realização do teste rápido. Cada embalagem contém uma almofada para assepsia, uma tira de teste, uma lanceta, um protetor de contato para o lancetador e um curativo.



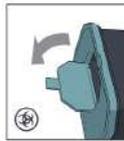
Insira a tira de teste no sensor. O dispositivo iniciará automaticamente. Selecione o teste desejado no menu (≡) e pressione OK. Siga as instruções na tela.



Ao ser solicitada a amostra de sangue, retire a ponteira do lancetador e insira a lanceta até sentir uma resistência. Recoloque a ponteira e conecte o protetor de contato em sua extremidade.



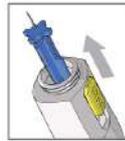
Arme o lancetador puxando o gatilho amarelo para trás. Os botões de disparo ficarão salientes no corpo do produto. Higienize o dedo do paciente com a almofada para assepsia e posicione o lancetador no local desejado. Realize a punção.



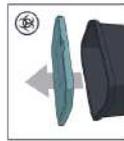
Antes de iniciar o procedimento, deixe o recipiente de descartes pronto para ser usado. Para isso, abra o compartimento da tampa com cuidado. Não é necessário retirá-lo da embalagem de transporte.



Coloque o dedo punccionado do paciente em contato com a extremidade da tira de teste para transferir a amostra de sangue. Pressione OK para iniciar o ensaio. Aguarde.



Para ejetar a lanceta, retire a ponteira e deslize o botão localizado na parte inferior do lancetador. A lanceta será projetada para fora e poderá ser retirada facilmente.

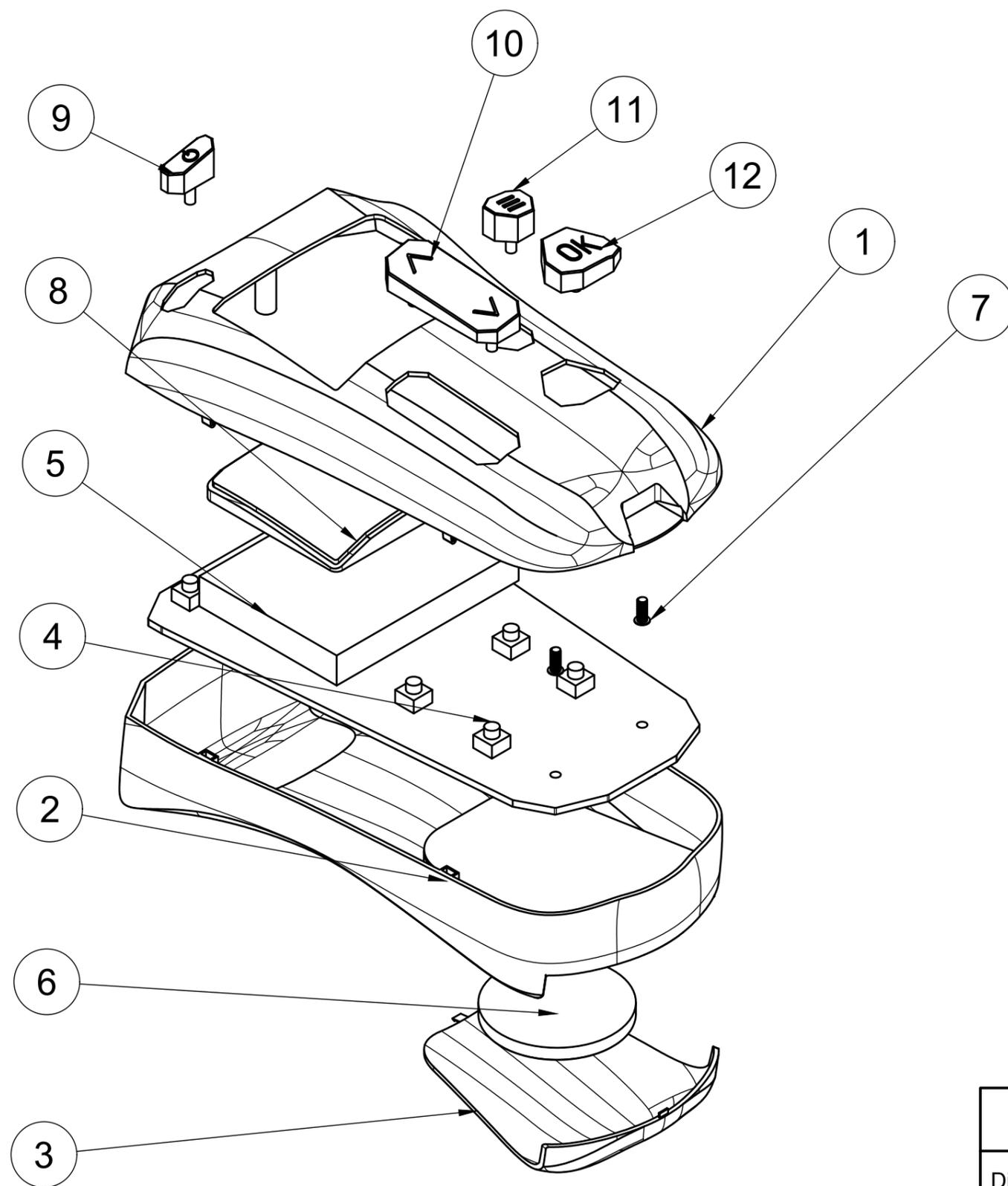


Despreze todos os materiais de uso único no recipiente de descartes. Certifique-se de que os mesmos estão inseridos no reservatório e feche a tampa. Ao voltar para a Unidade de Saúde, desacople o recipiente de descartes e retire a tampa completamente. Descarte o conteúdo no lixo para resíduos contaminados.



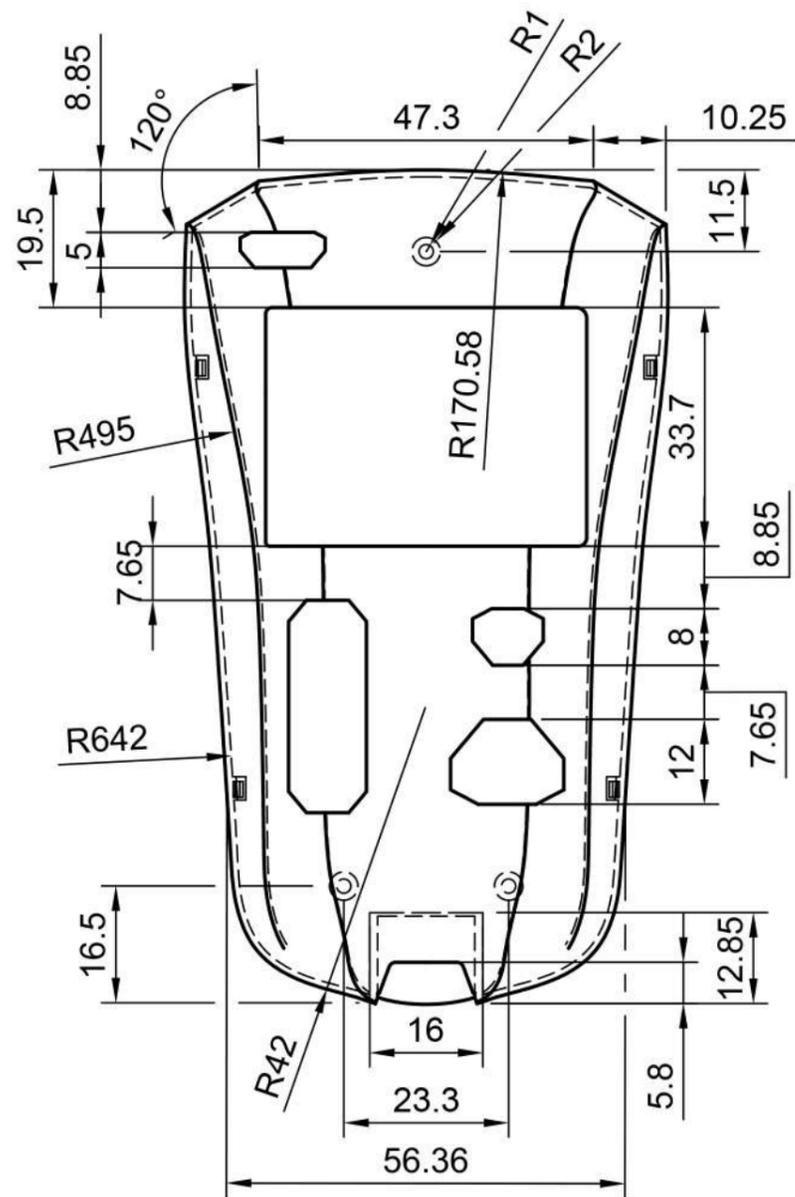
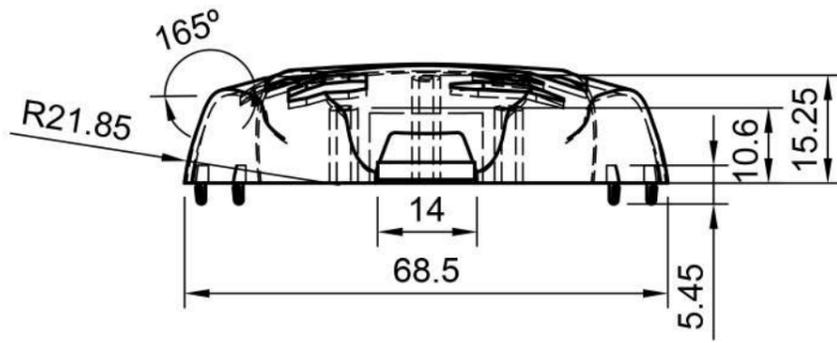
Este produto contém insulinos de uso profissional e apresenta risco de contaminação biológica. Manuseie os componentes com equipamento de proteção individual. Não reutilize os materiais dos kits de análise. A lanceta, o protetor de contato, o lenço com álcool isopropílico e a tira de teste devem ser imediatamente descartados após o uso. Fique atento ao prazo de validade dos insulinos. Não utilize produtos que estiverem vencidos.

**APÊNDICE H — DETALHAMENTO TÉCNICO**

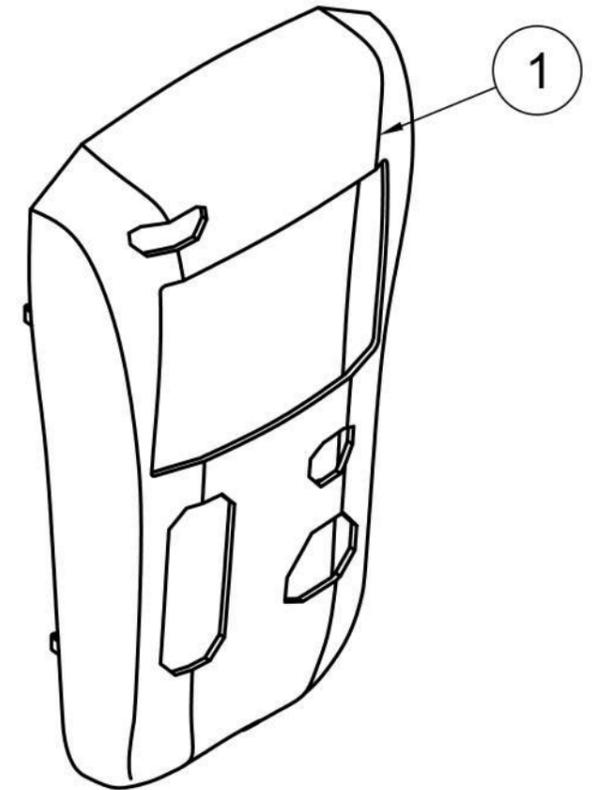
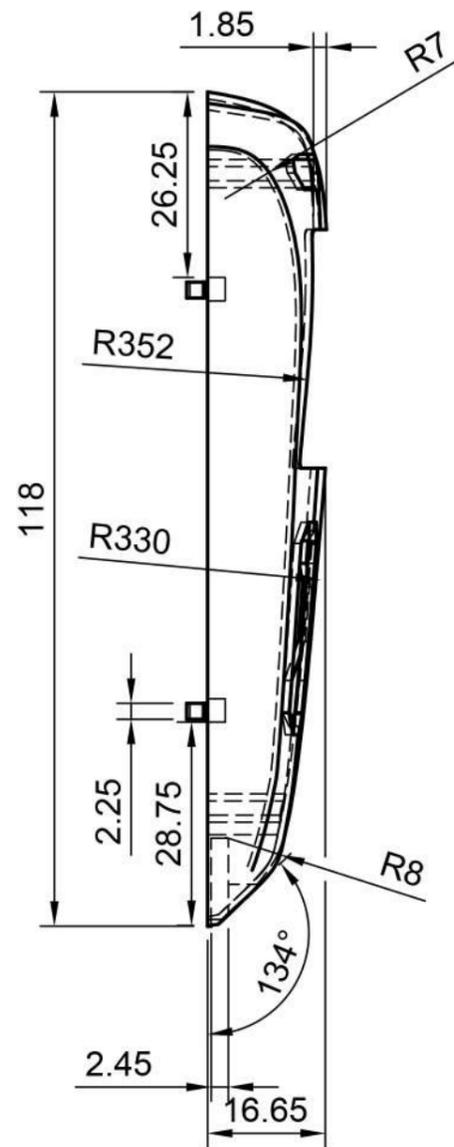


SENSOR DE TESTES				
ITEM	REF.	COMPONENTE	QTE	MATERIAL/ESPECIFICAÇÃO
1	S01	Carenagem frontal	1	PP
2	S02	Carenagem traseira	1	PP
3	S03	Porta da bateria	1	PP
4	S04	Placa de circuito impresso	1	Multilayer
5	S05	Display	1	LCD
6	S06	Bateria	1	Modelo CR3032
7	S07	Parafuso	3	Aço inoxidável
8	S08	Visor	1	PEAD
9	S09	Botão de desativamento	1	EPDM
10	S10	Botão de navegação	1	EPDM
11	S11	Botão menu	1	EPDM
12	S12	Botão seletor	1	EPDM

DETALHAMENTO TÉCNICO - VISTA EXPLODIDA		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	SENSOR DE TESTES

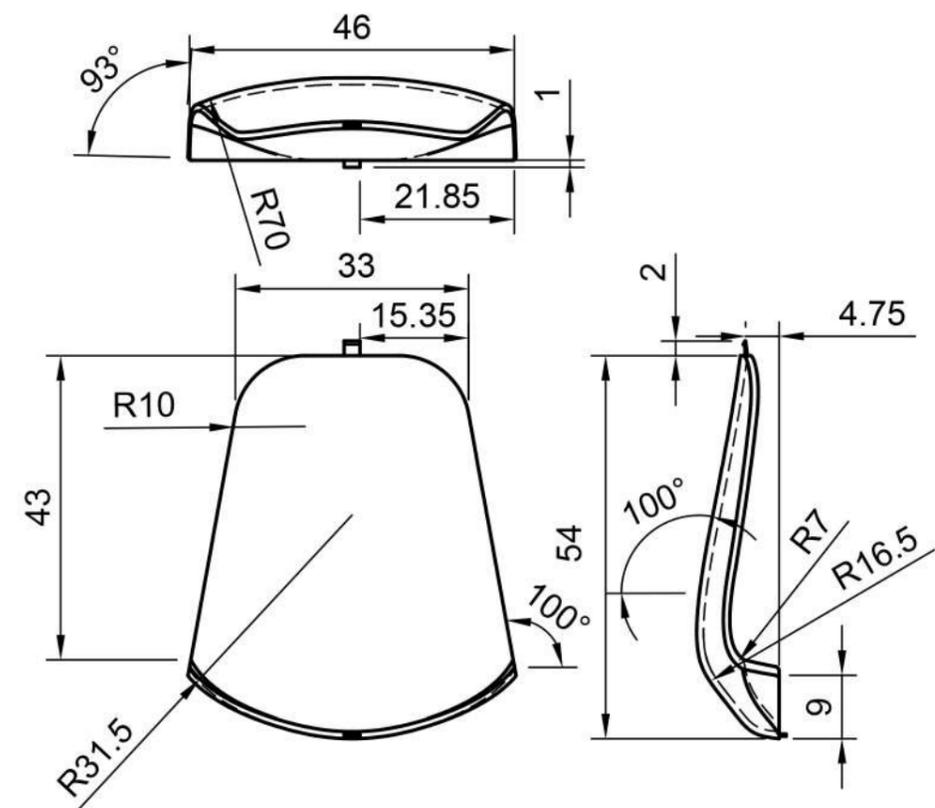
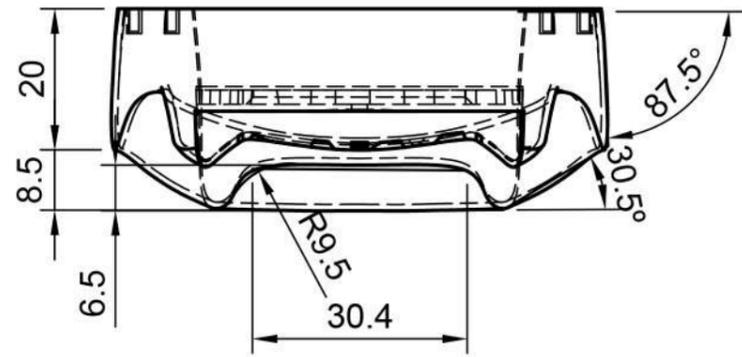


COMPONENTE S01 - CARENAGEM FRONTAL  
ESCALA 1:1

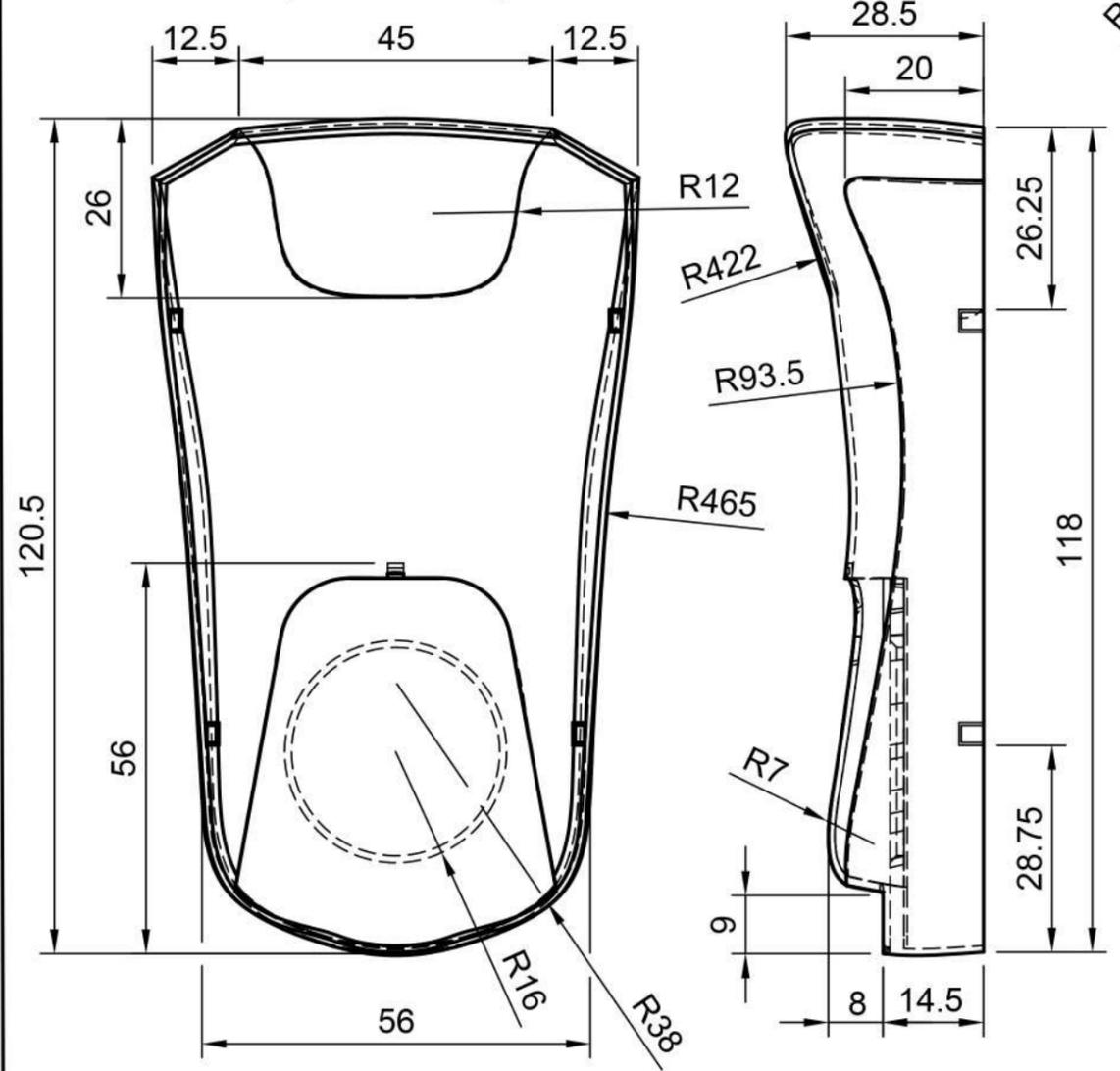


COMPONENTE S01 - CARENAGEM FRONTAL  
ESCALA 1:1

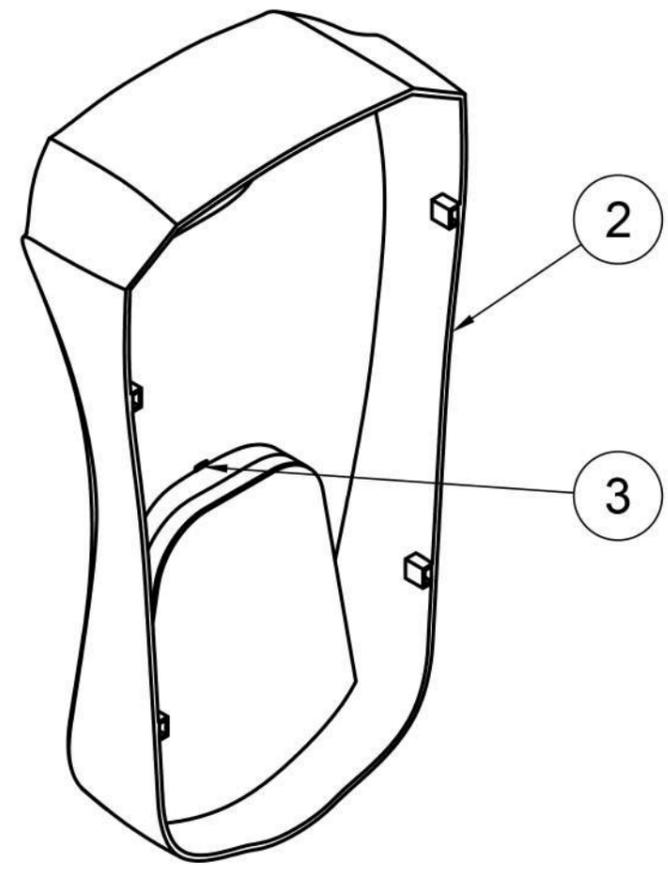
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE S01		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	SENSOR DE TESTES



COMPONENTE S03 - PORTA DA BATERIA  
ESCALA 1:1

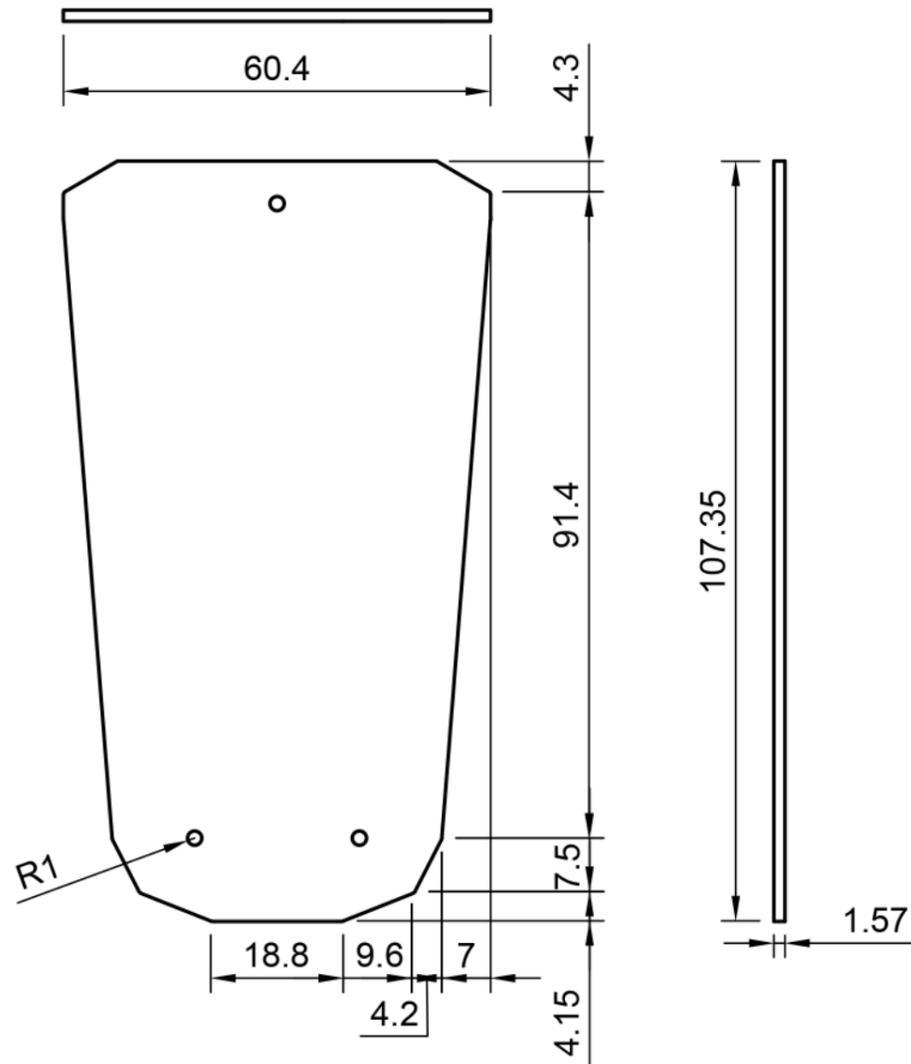


COMPONENTE S02 - CARENAGEM TRASEIRA  
ESCALA 1:1

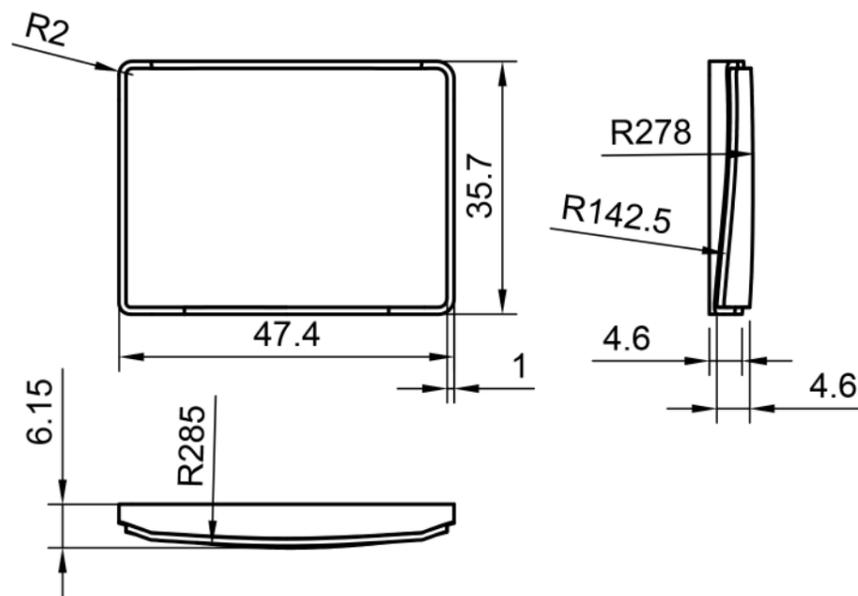


CARENAGEM TRASEIRA  
COMPONENTES S02 E S03  
ESCALA 1:1

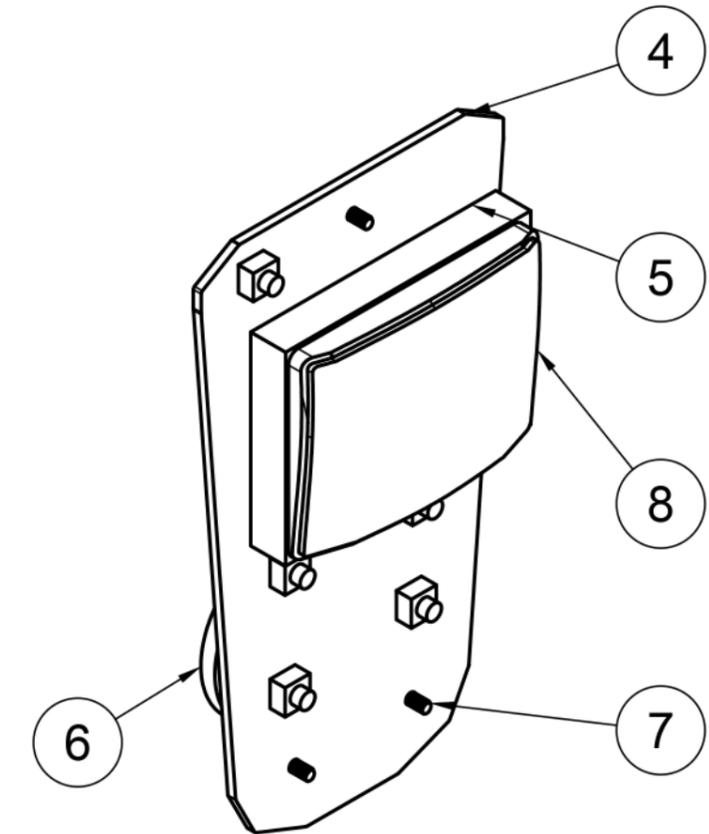
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES S02 E S03		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	SENSOR DE TESTES



COMPONENTE S04 - PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO MULTILAYER  
ESCALA 1:1



COMPONENTE S08 - VISOR  
ESCALA 1:1



ESTRUTURA INTERNA  
COMPONENTES S04, S05, S06, S07 E S08  
ESCALA 1:1

COMPONENTE S05 - Display LCD 2,4"  
COMPONENTE S06 - Bateria de lítio CR3032  
COMPONENTE S07 - Parafuso ISO M2x0,4

DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES S04, S05, S06, S07 E S08

Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde

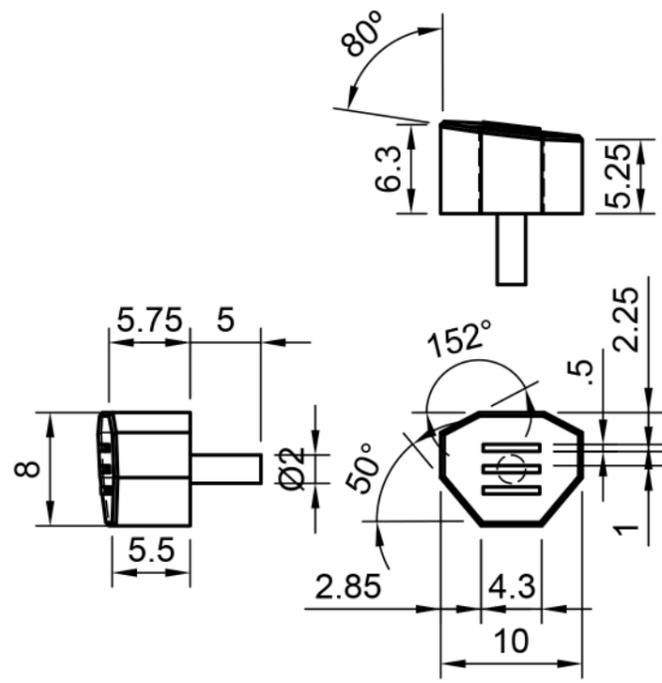
Dimensionamento

Unidade: mm

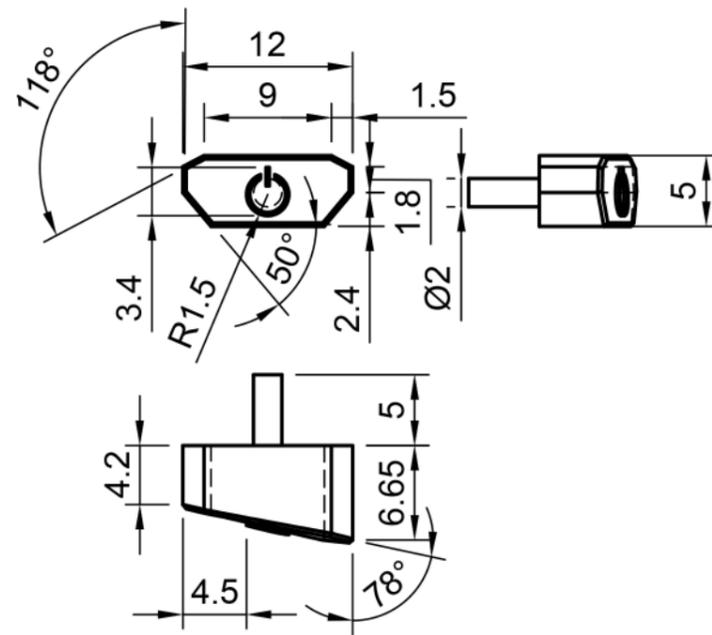
Trabalho de Conclusão em Design de Produto

2020

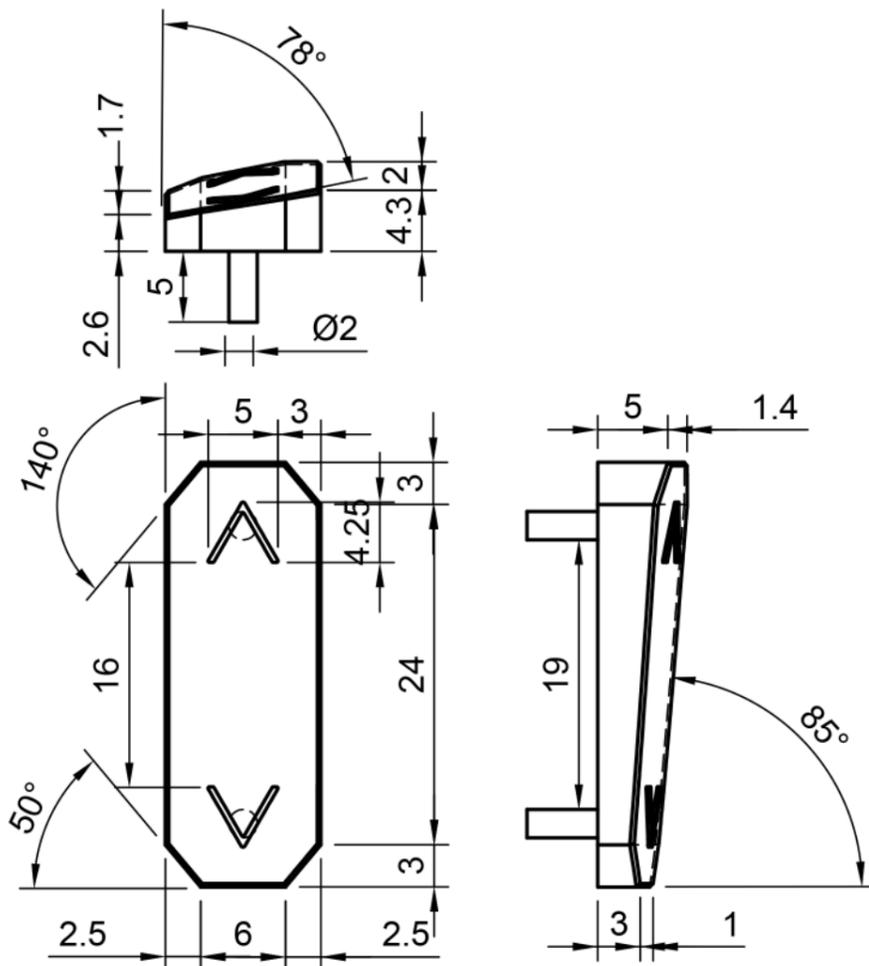
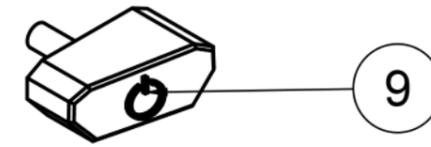
SENSOR DE TESTES



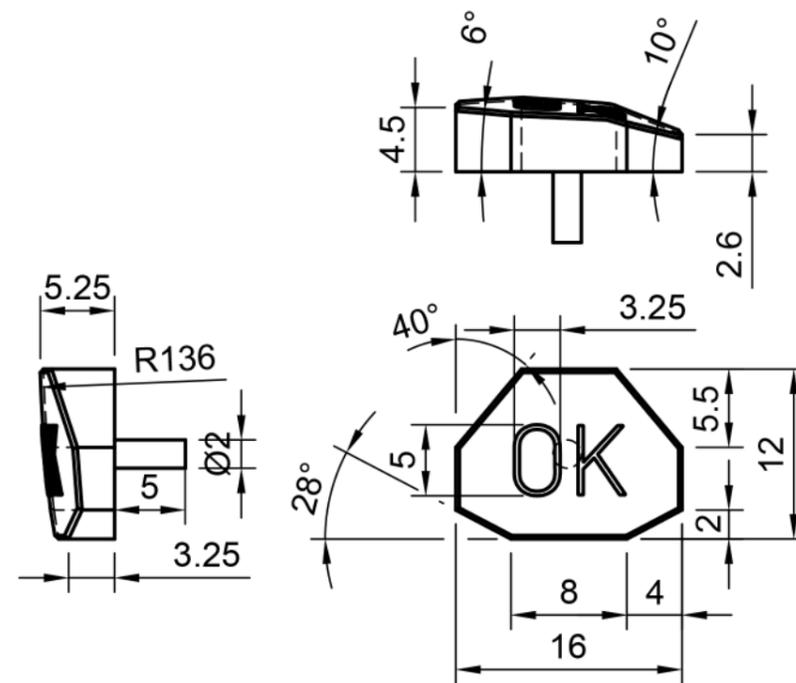
COMPONENTE S11 - BOTÃO MENU  
ESCALA 2:1



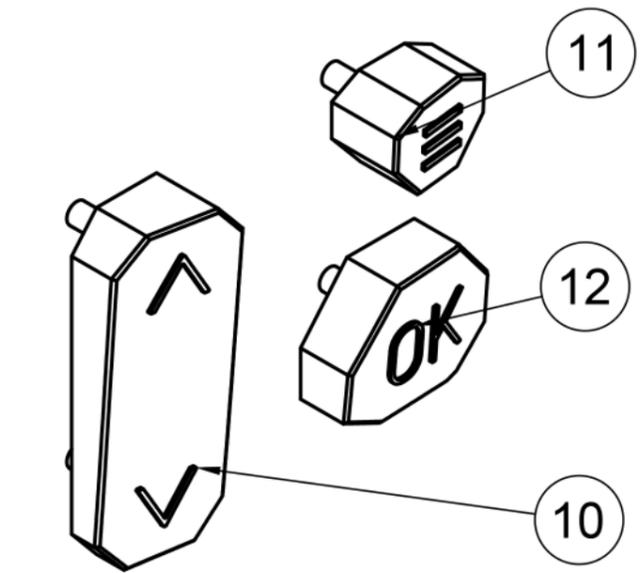
COMPONENTE S09 - BOTÃO DE DESATIVAÇÃO  
ESCALA 2:1



COMPONENTE S10 - BOTÃO DE NAVEGAÇÃO  
ESCALA 2:1

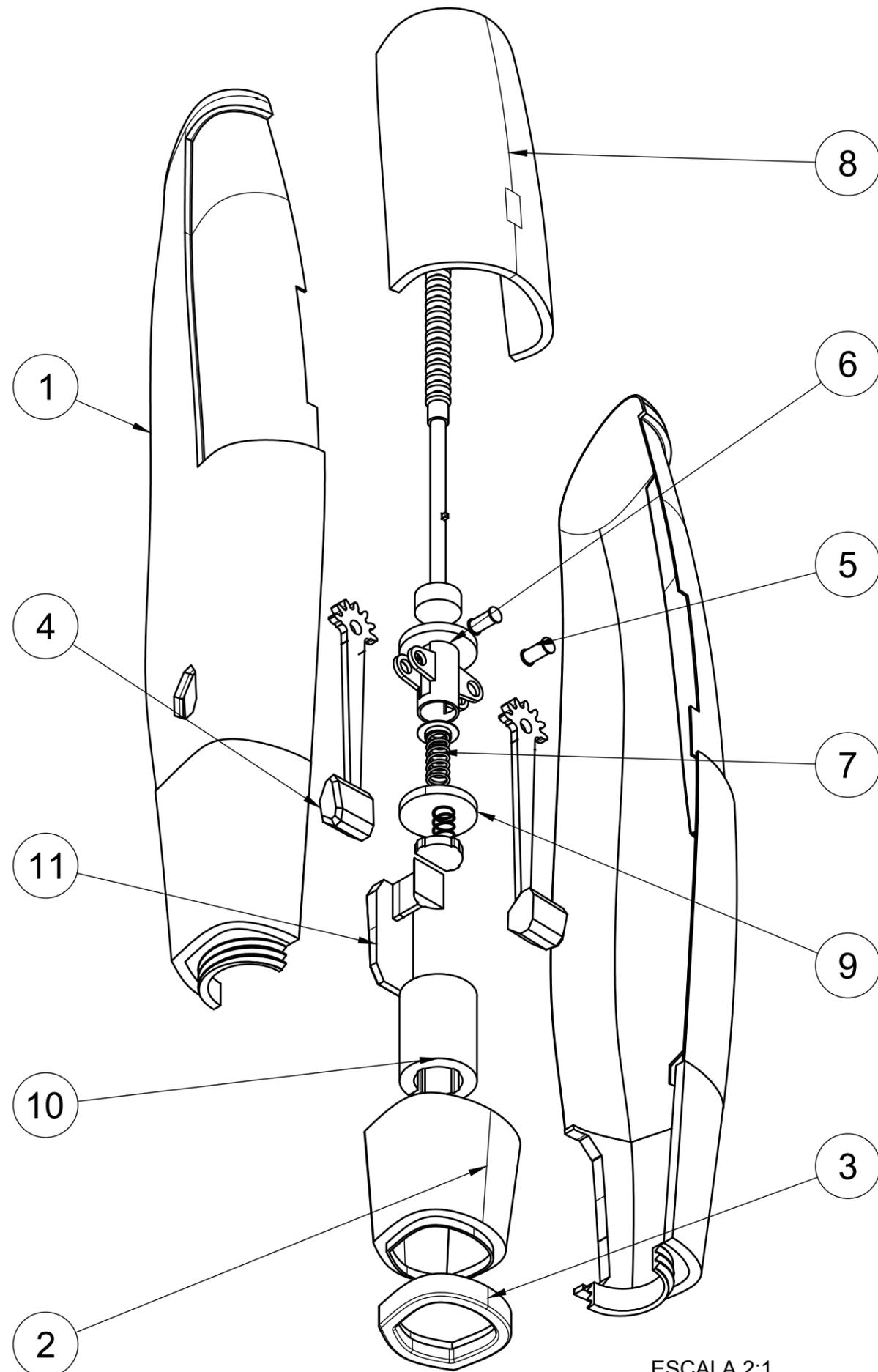


COMPONENTE S12 - BOTÃO SELETOR  
ESCALA 2:1



BOTÕES  
COMPONENTES S09, S10, S11 E S12  
ESCALA 2:1

DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES S09, S10, S11 E S12		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	SENSOR DE TESTES



ESCALA 2:1

LANCETADOR				
ITEM	REF.	COMPONENTE	QTE	MATERIAL
1	L01	Carenagem	1	PP
2	L02	Ponteira	1	PP
3	L03	Protetor de contato	1	Polisiloxano
4	L04	Botão de disparo	2	PP
5	L05	Pivô	2	Aço inoxidável
6	L06	Suporte para botões	1	Aço inoxidável
7	L07	Mola	1	Aço inoxidável
8	L08	Gatilho	1	Superfície em PP e mecanismo em aço inoxidável
9	L09	Mola de disparo	1	Aço inoxidável
10	L10	Ponteira de disparo	1	PP
11	L11	Ejetor	1	PP

DETALHAMENTO TÉCNICO - VISTA EXPLODIDA

Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde

Dimensionamento

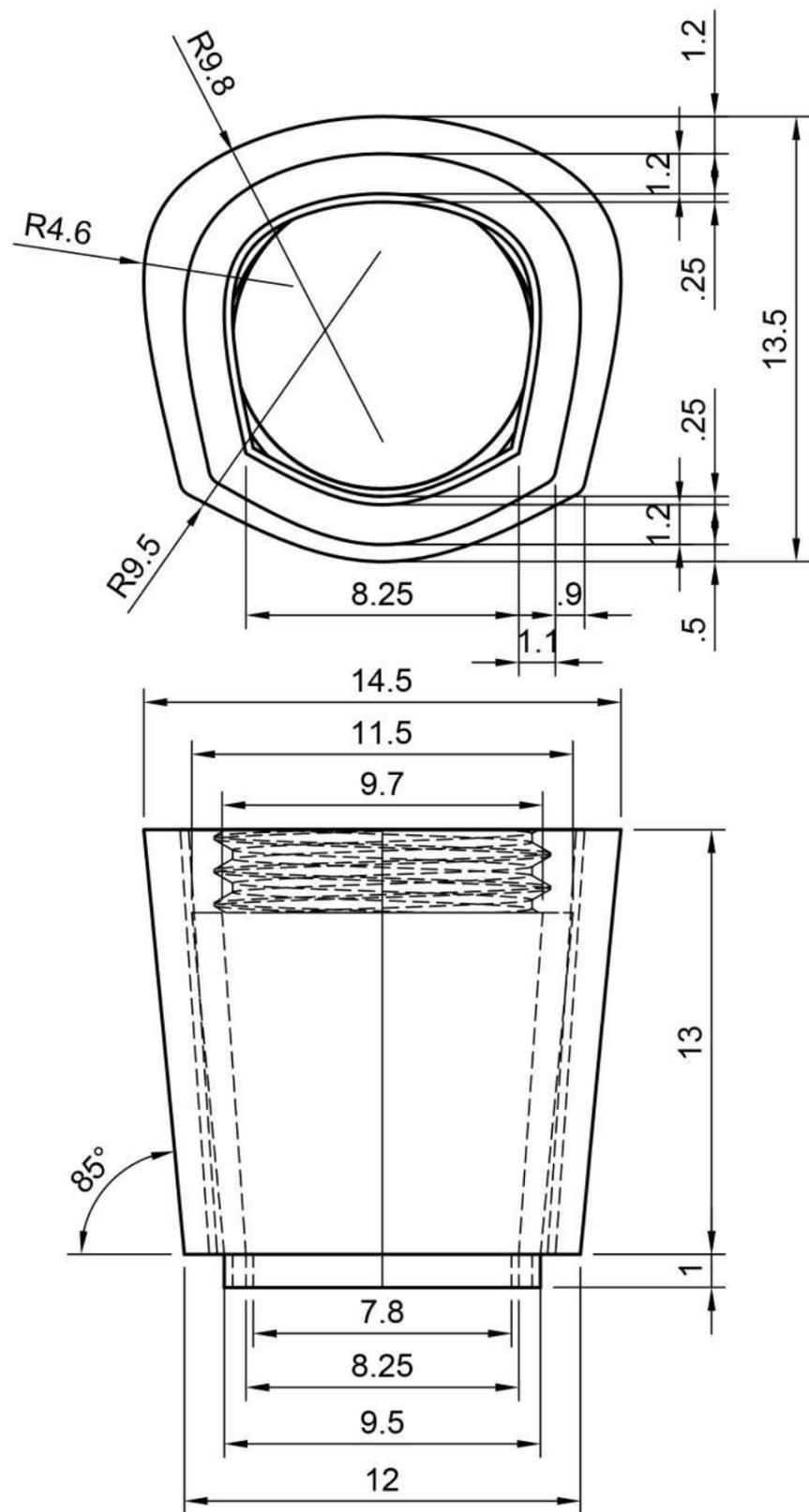
Unidade: mm

Trabalho de Conclusão em Design de Produto

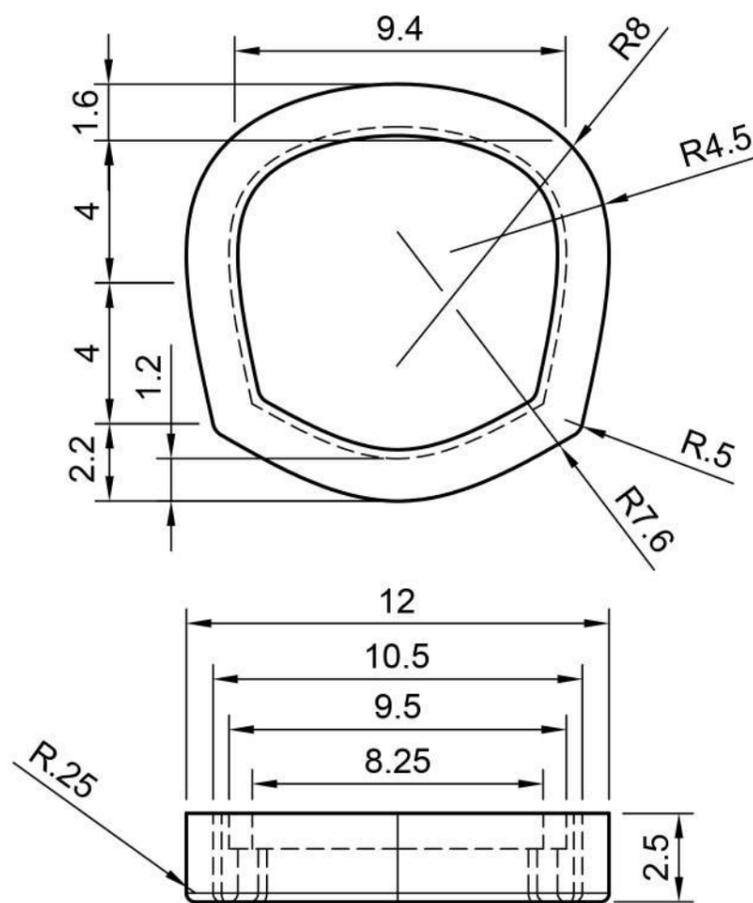
2020

LANCETADOR

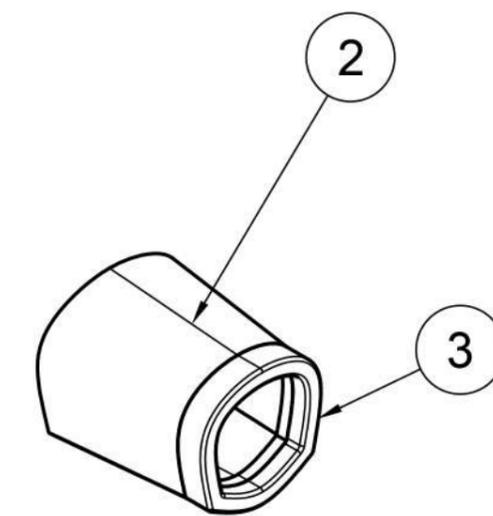




COMPONENTE L02 - PONTEIRA  
 ESCALA 5:1  
 ROSCA: ISO M10x1

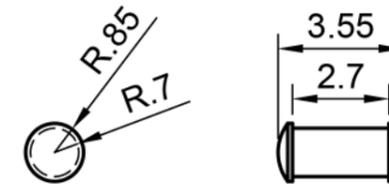
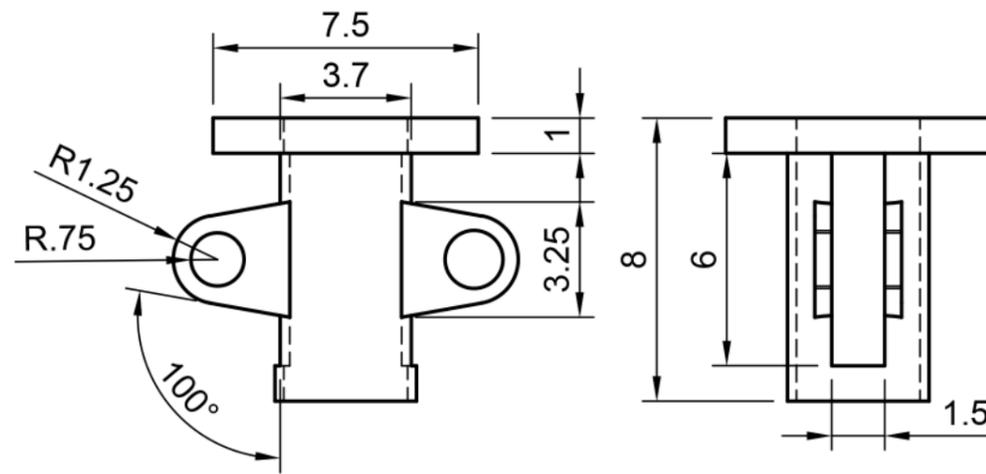


COMPONENTE L03 - PROTETOR DE CONTATO  
 ESCALA 5:1

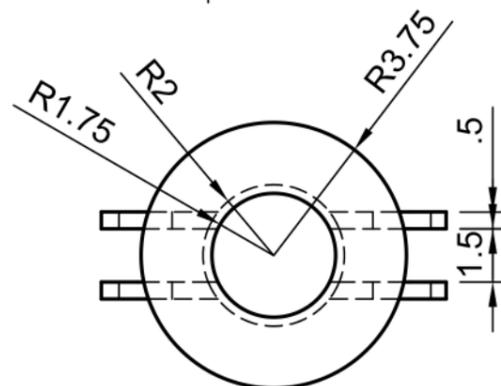


PONTEIRA  
 COMPONENTES L02 E L03  
 ESCALA 2:1

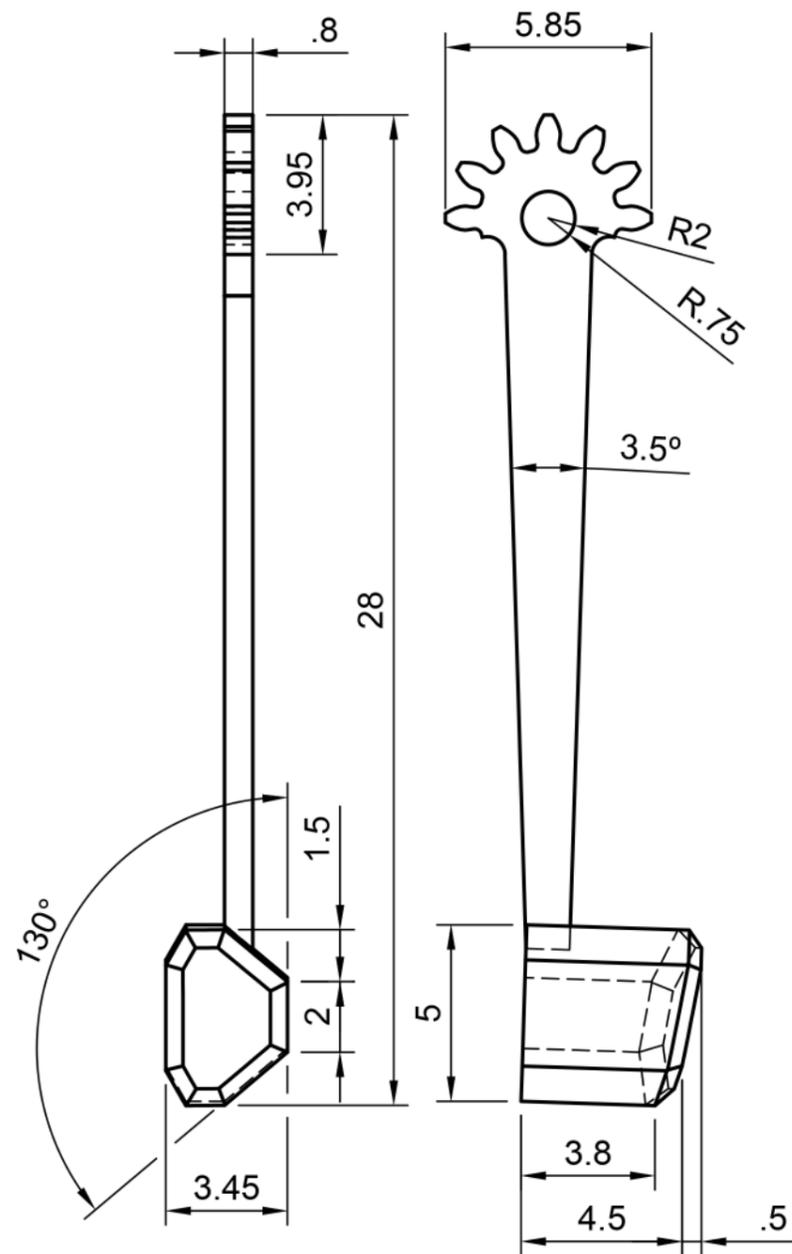
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES L02 E L03		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	LANCETADOR



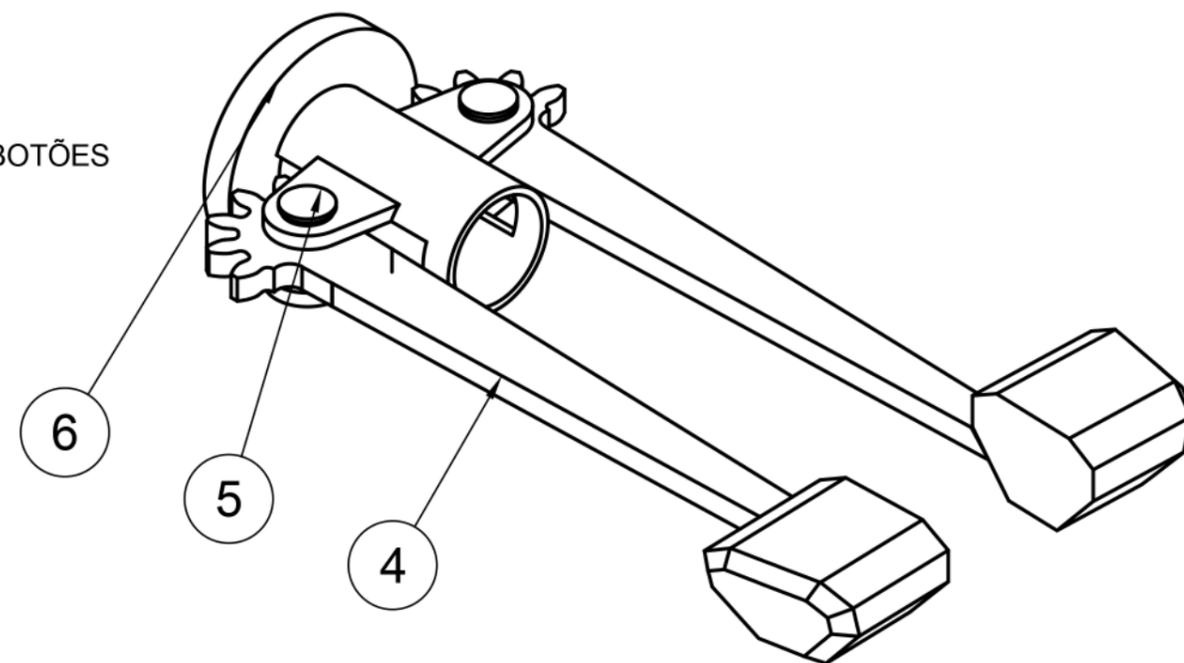
COMPONENTE L05 - PIVÔ  
ESCALA 5:1



COMPONENTE L05 - SUPORTE PARA BOTÕES  
ESCALA 5:1

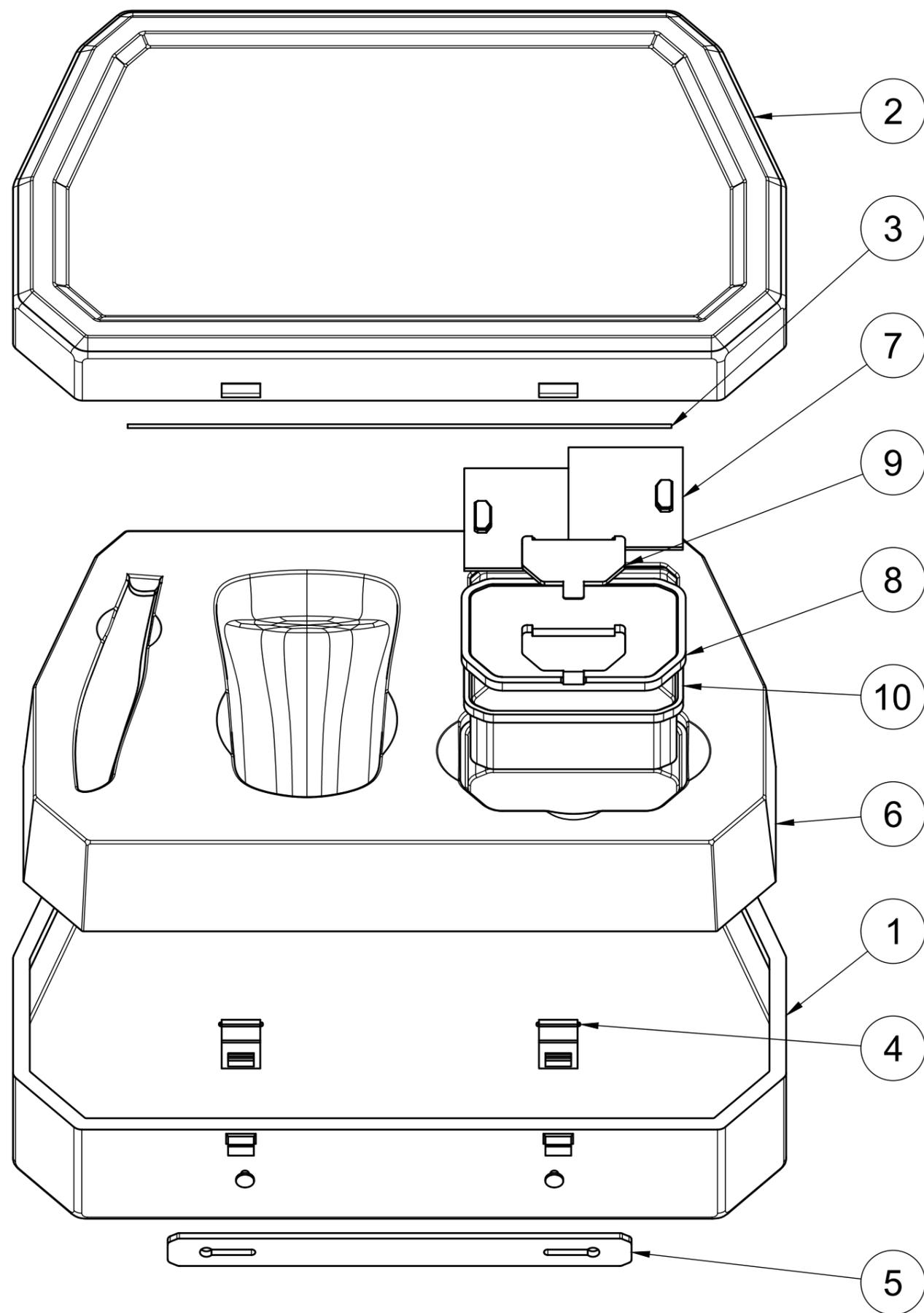


COMPONENTE L04 - BOTÃO DE DISPARO  
ESCALA 5:1



SISTEMA DE DISPARO  
COMPONENTES L04, L05 E L06  
ESCALA 5:1

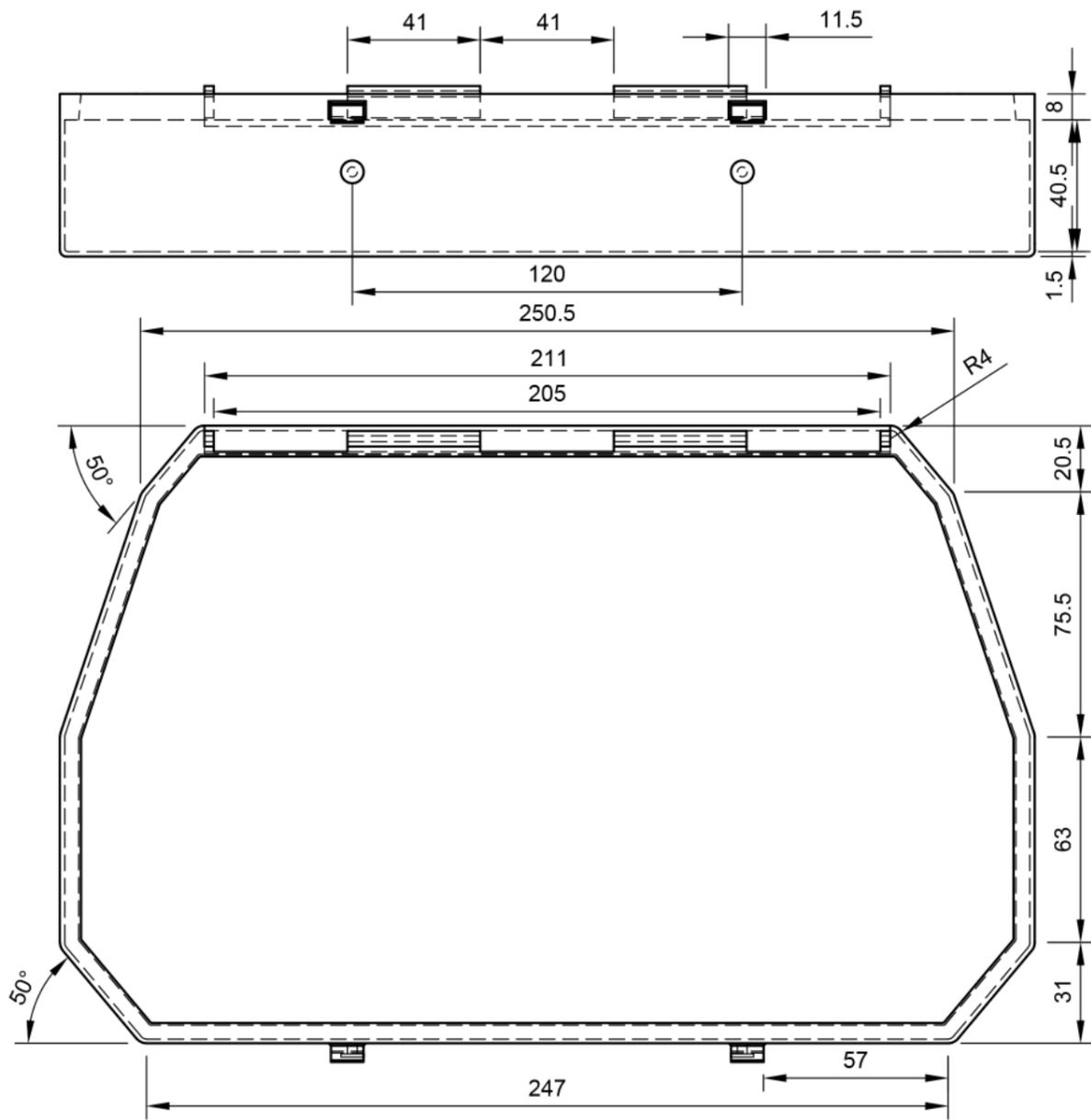
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES L04, L05 E L06		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	LANCETADOR



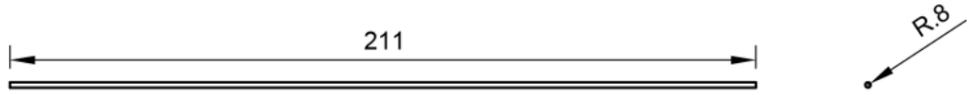
ESCALA 1:2

EMBALAGEM				
ITEM	REF.	COMPONENTE	QTE	MATERIAL
1	E01	Base externa	1	PP
2	E02	Tampa externa	1	PP
3	E03	Pivô dobradiça	1	PP
4	E04	Fecho	2	PP
5	E05	Alça	1	EPDM
6	E06	Base de apoio	1	PP
7	E07	Porta corredeira	2	PP
8	E08	Tampa do recipiente	1	PEAD
9	E09	Compartimento	1	PEAD
10	E10	Base do recipiente	1	PP

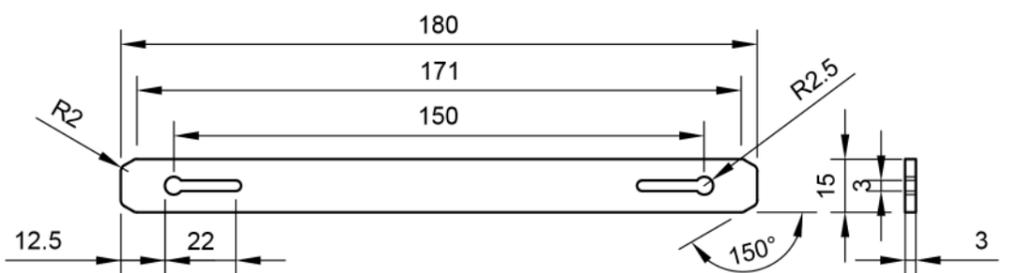
DETALHAMENTO TÉCNICO - VISTA EXPLODIDA		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	EMBALAGEM



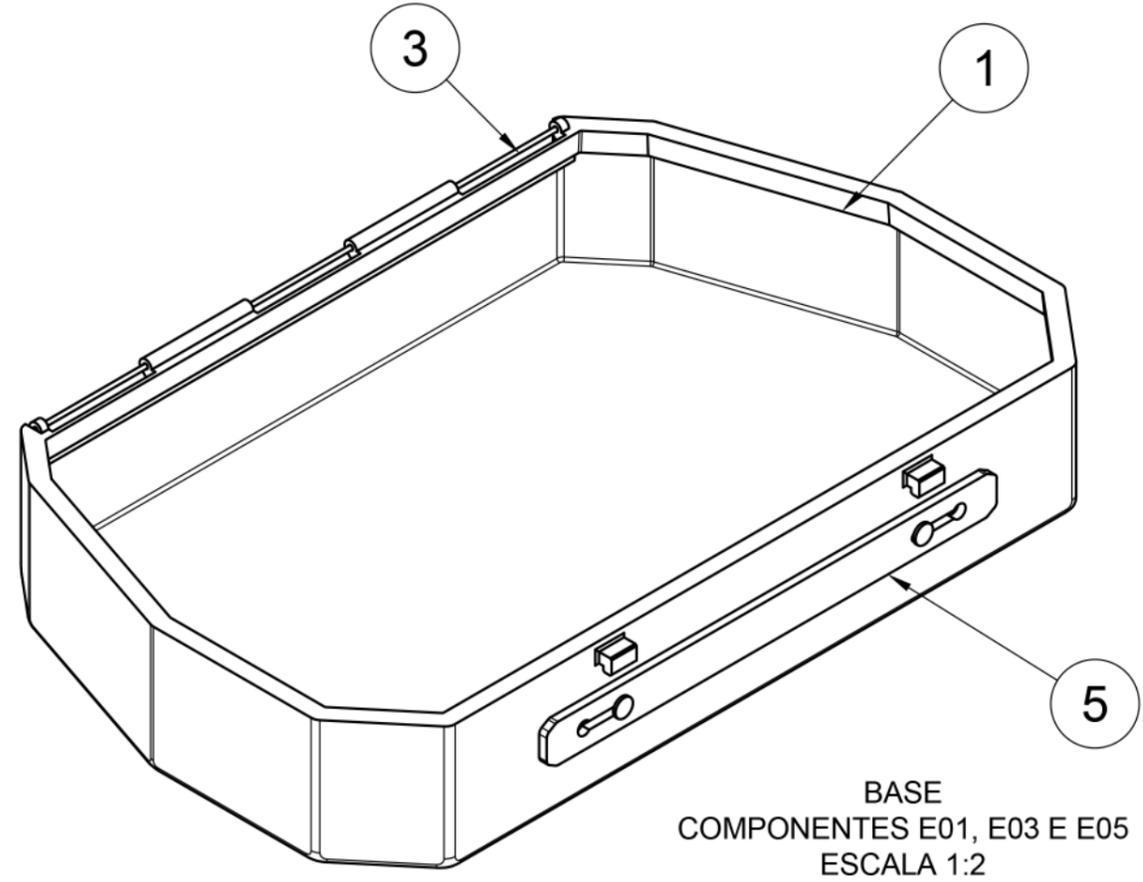
COMPONENTE E01 - BASE EXTERNA  
ESCALA 1:2



COMPONENTE E03 - PIVÔ DOBRADIÇA  
ESCALA 1:2



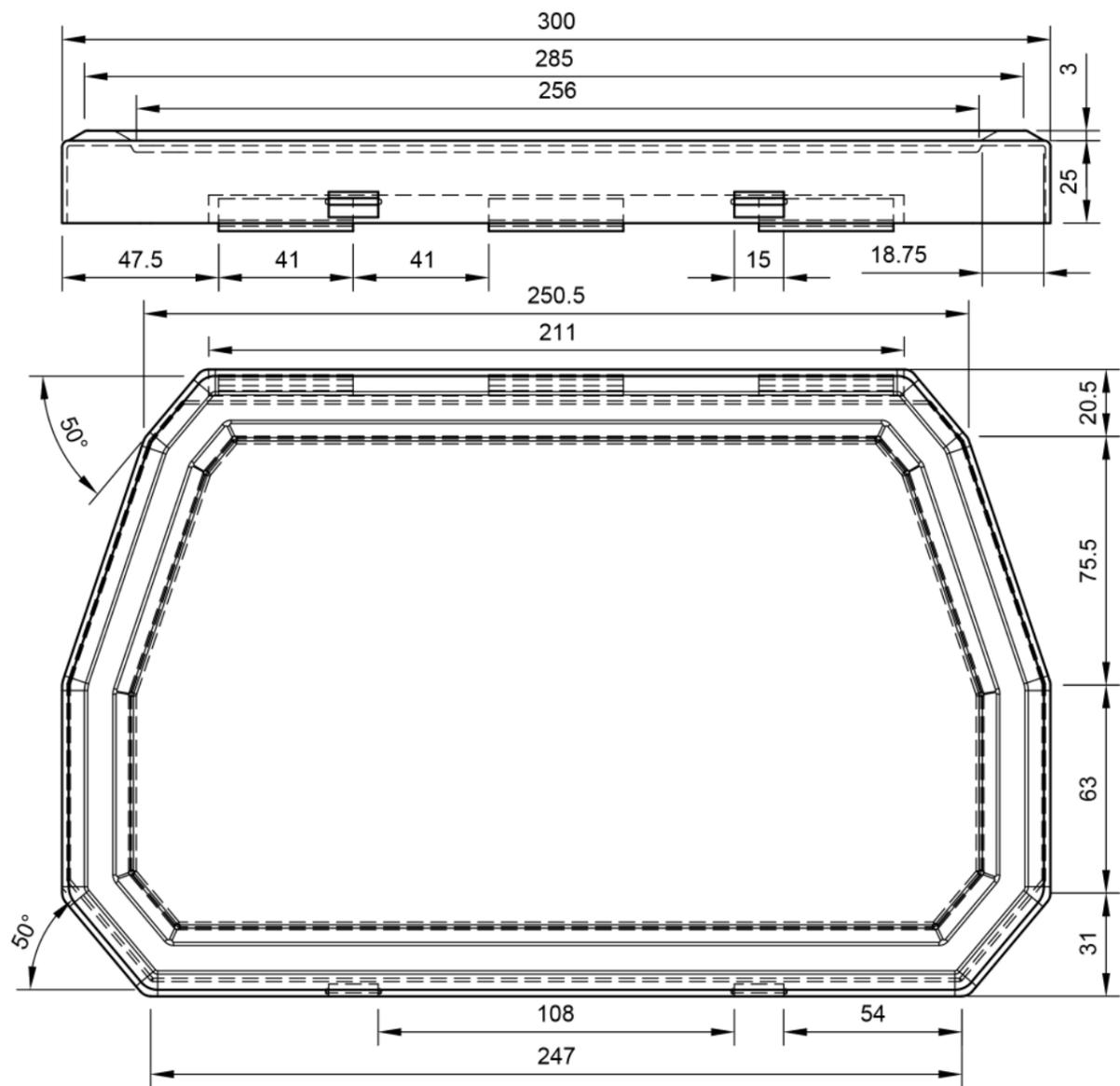
COMPONENTE E05 - ALÇA  
ESCALA 1:2



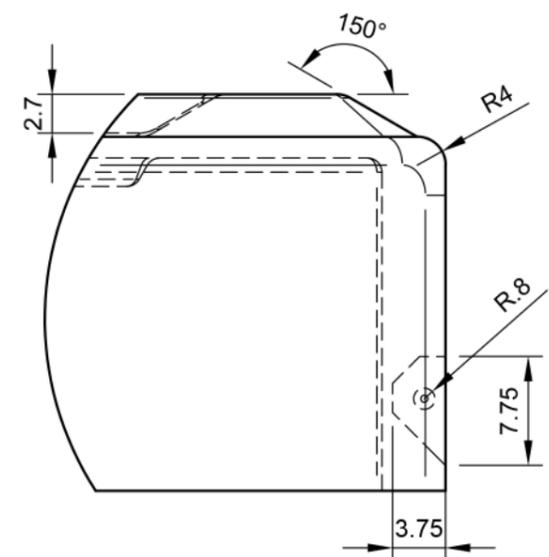
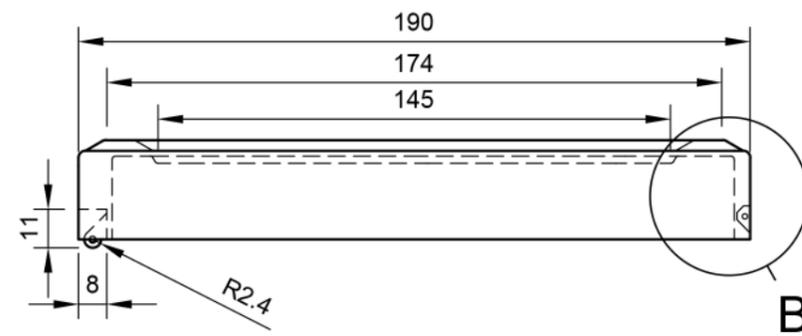
BASE  
COMPONENTES E01, E03 E E05  
ESCALA 1:2

DETALHE A  
ESCALA 1:1

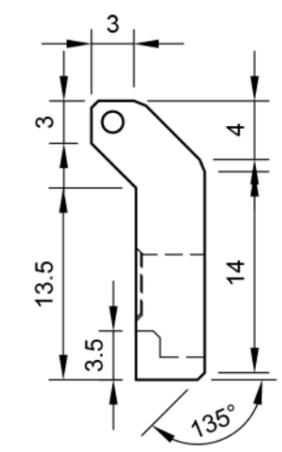
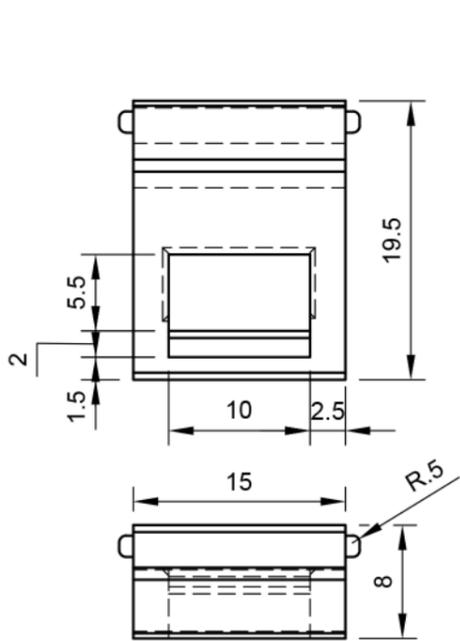
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES E01, E03 E E05		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	EMBALAGEM



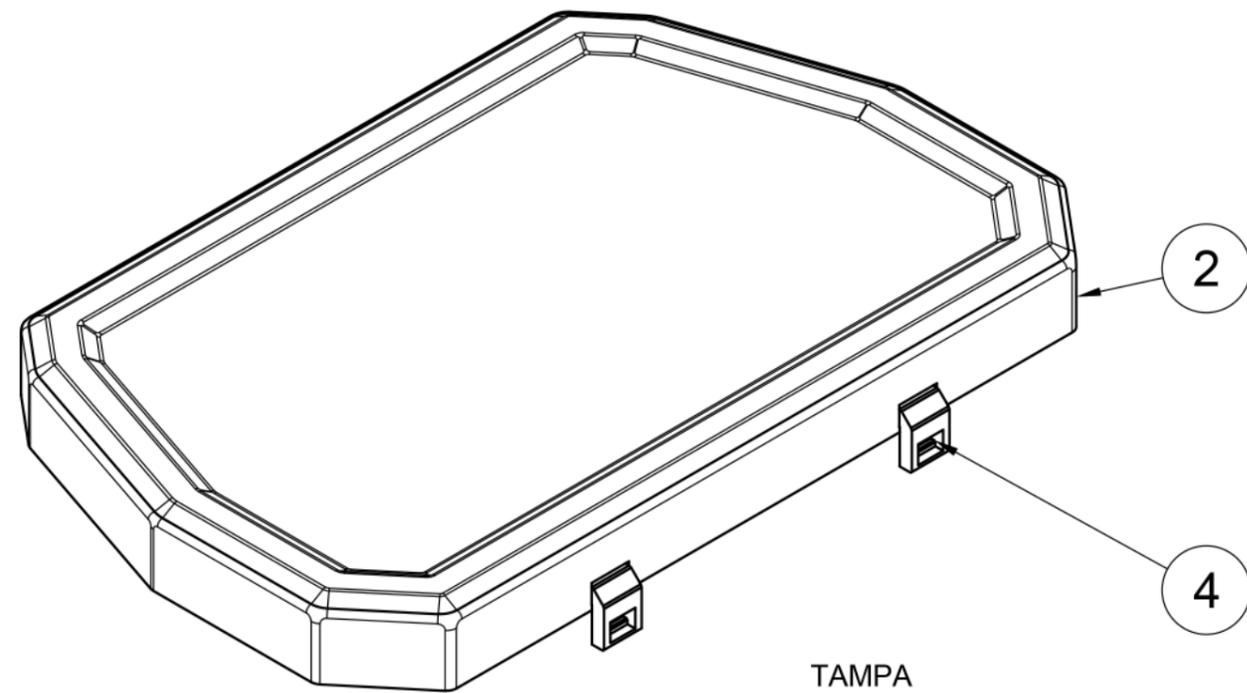
COMPONENTE E02 - TAMPA EXTERNA  
ESCALA 1:2



DETALHE B  
ESCALA 2:1

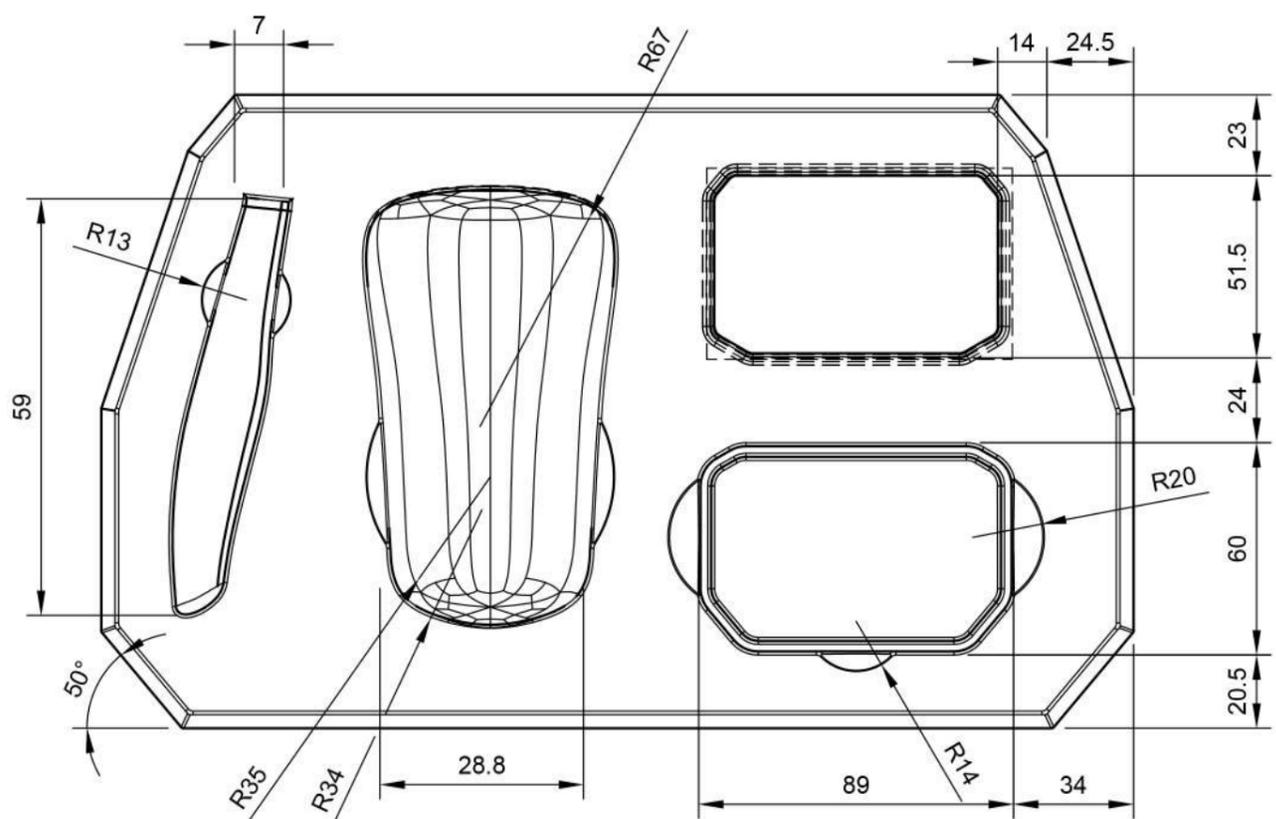
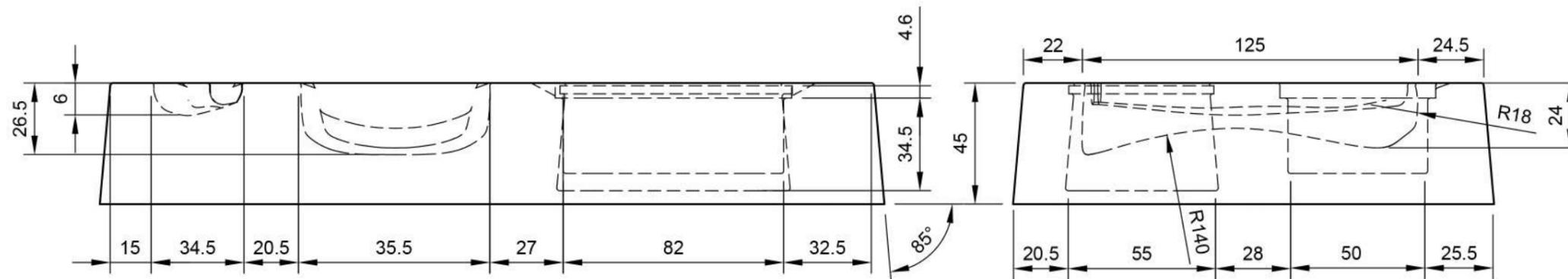


COMPONENTE E04 - FECHO  
ESCALA 2:1

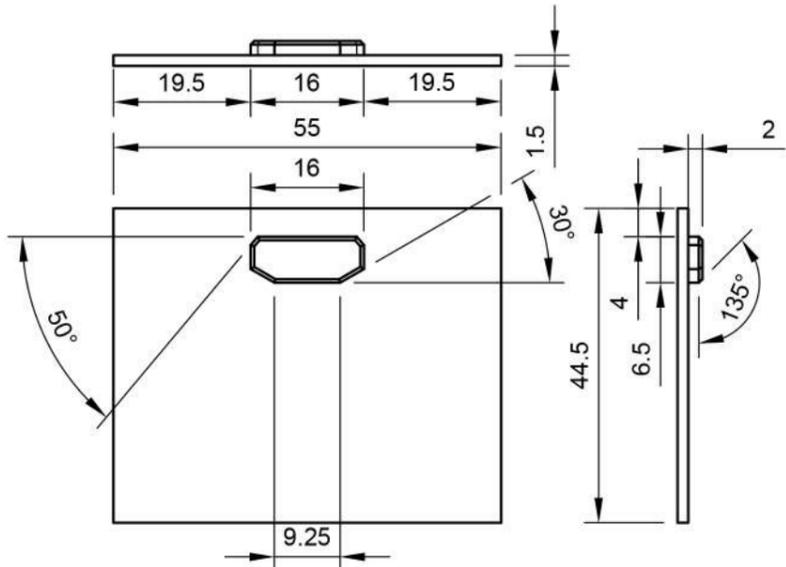


TAMPA  
COMPONENTES E02 E E04  
ESCALA 1:2

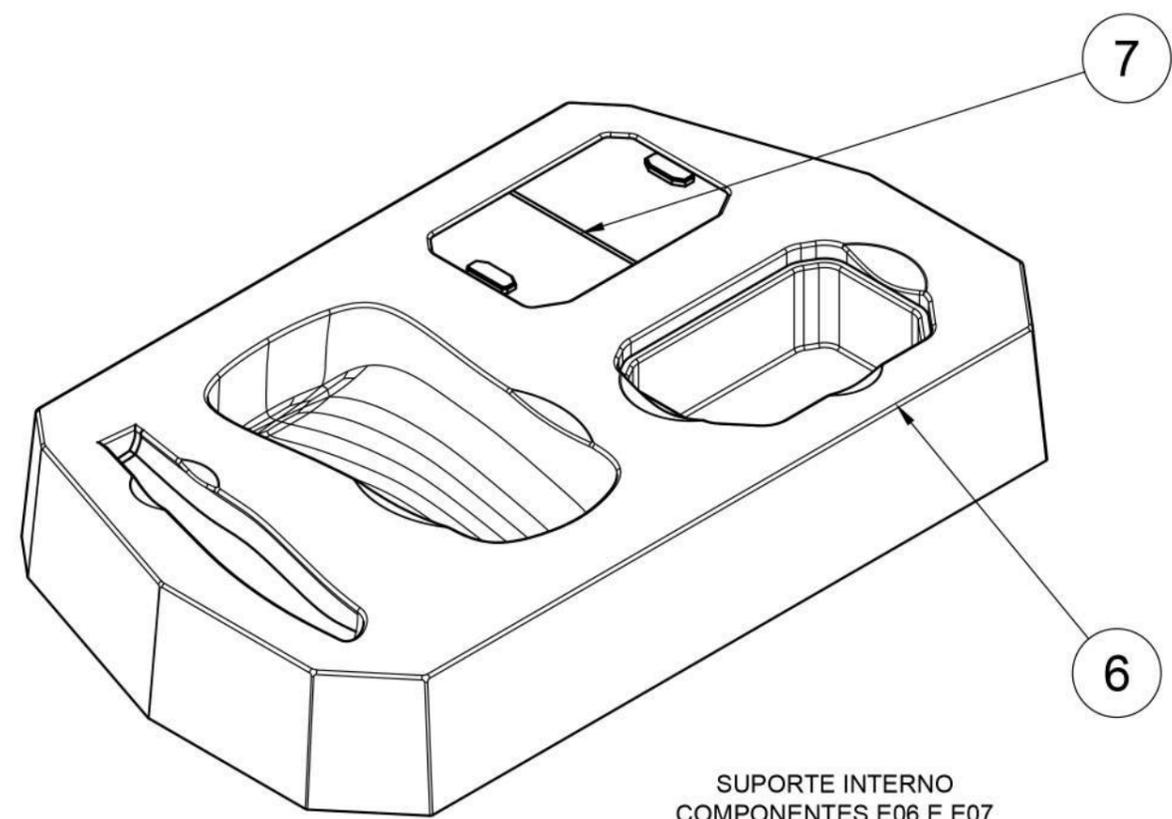
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES E02 E E04		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	EMBALAGEM



COMPONENTE E06 - BASE DE APOIO  
ESCALA 1:2

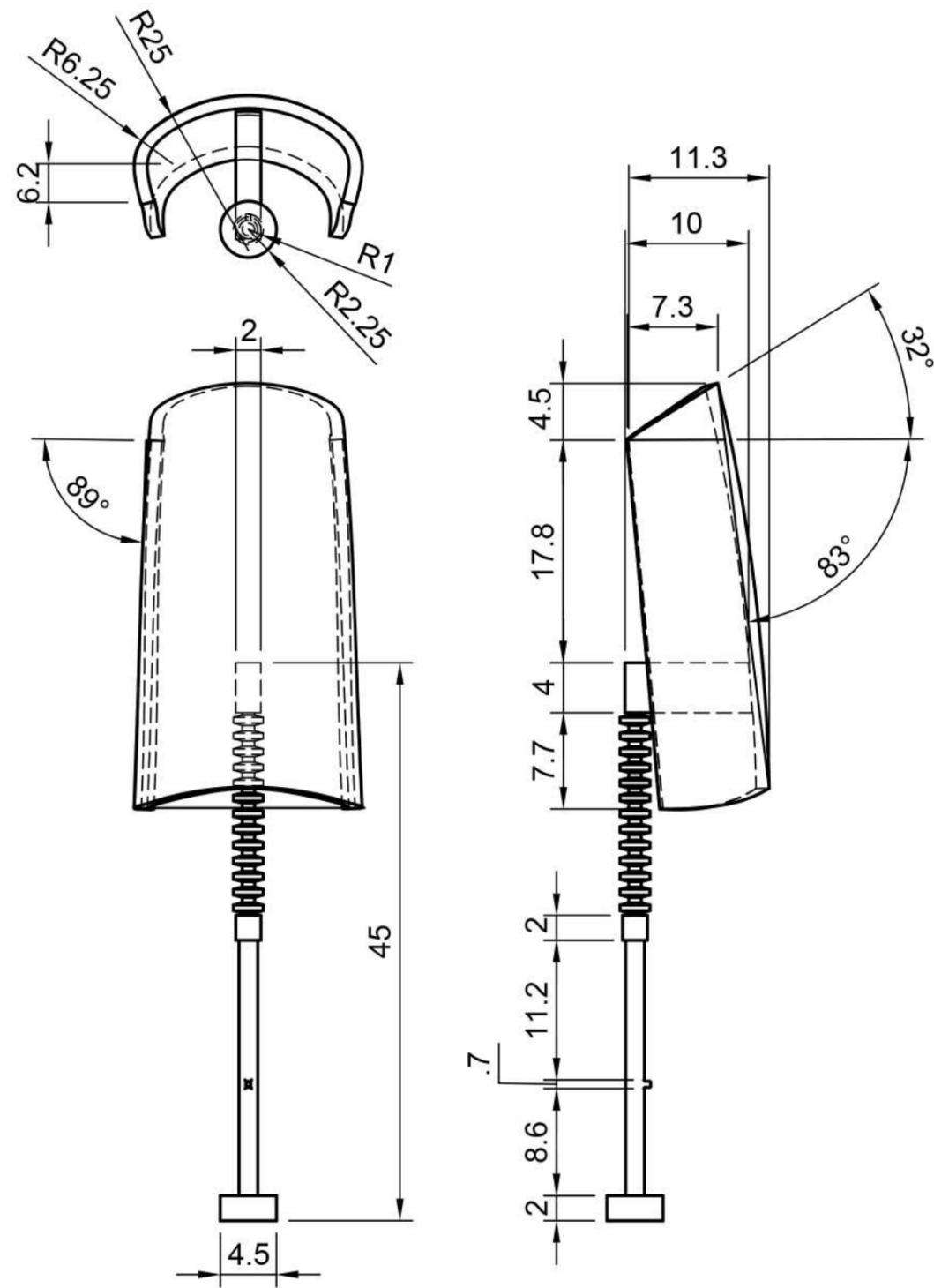


COMPONENTE E07 - PORTA CORREDIÇA  
ESCALA 1:1

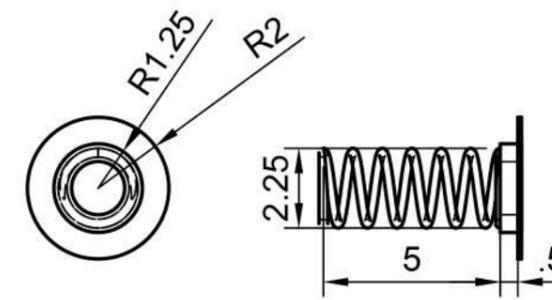


SUORTE INTERNO  
COMPONENTES E06 E E07  
ESCALA 1:2

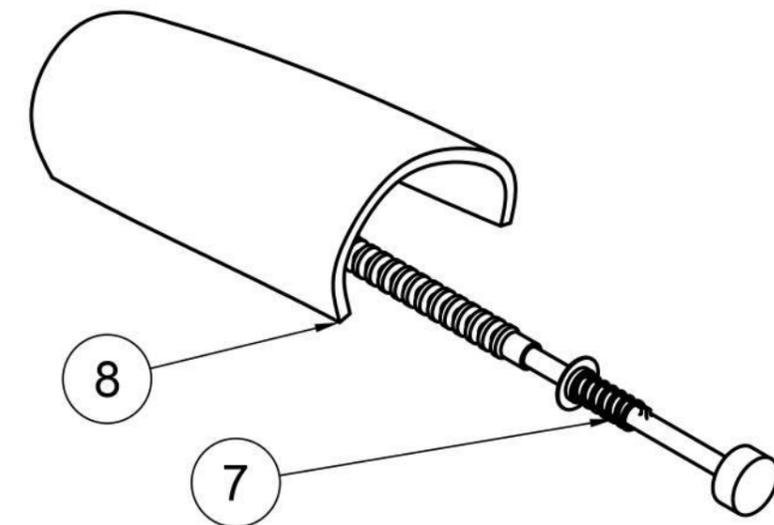
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES E06 E E07		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	EMBALAGEM



COMPONENTE L08 - GATILHO  
ESCALA 2:1

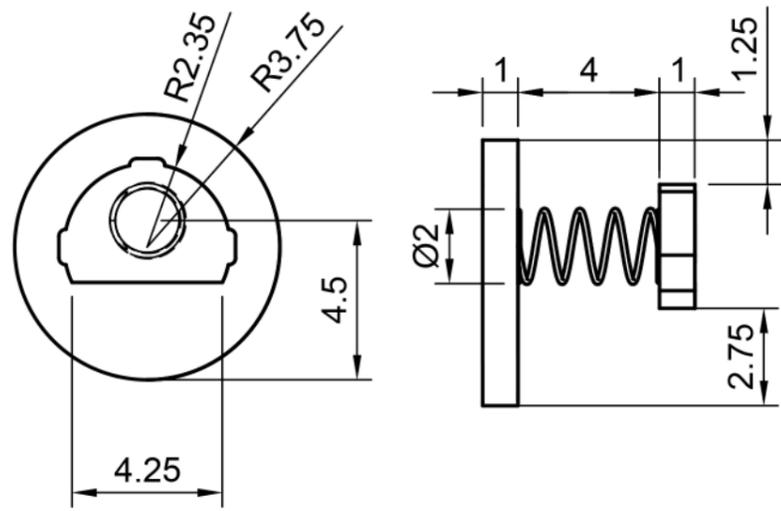


COMPONENTE L07 - MOLA  
ESCALA 5:1

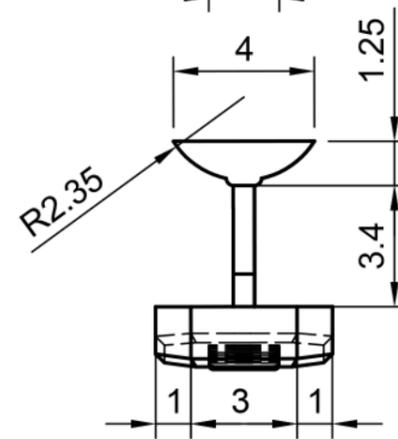
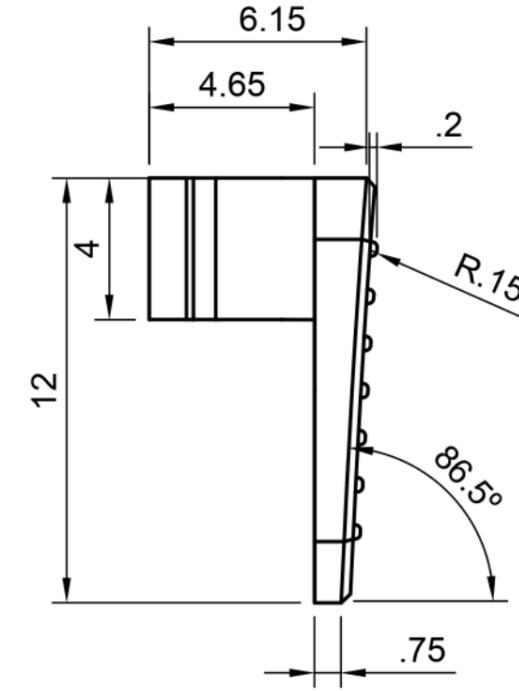
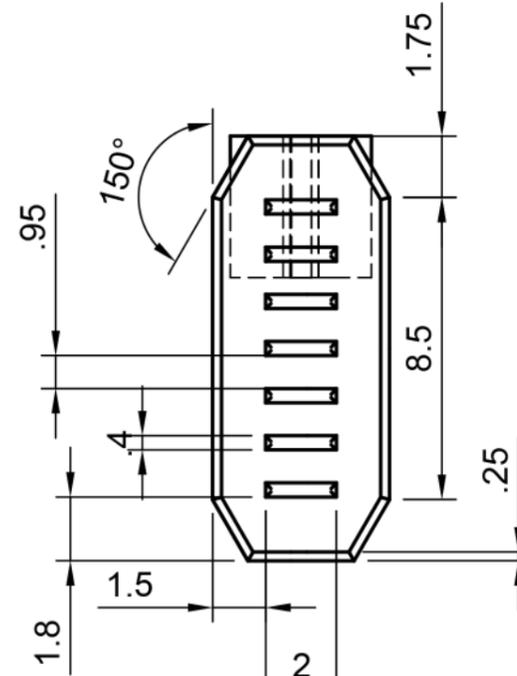


SISTEMA DE ARMAR  
COMPONENTES L07 E L08  
ESCALA 2:1

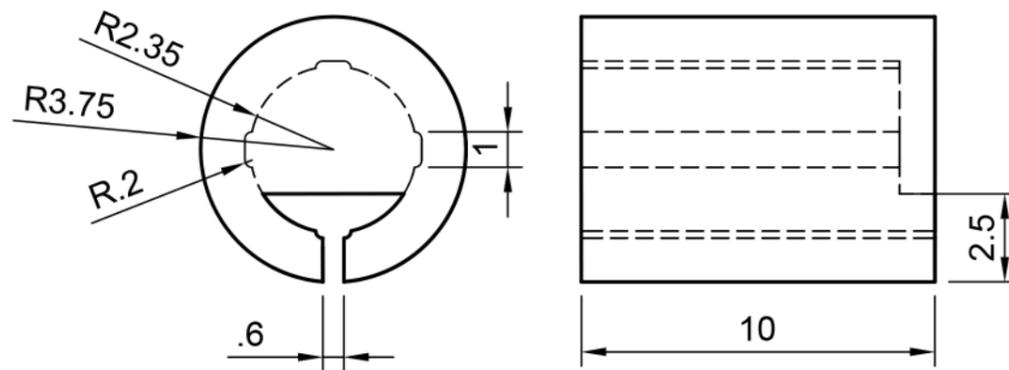
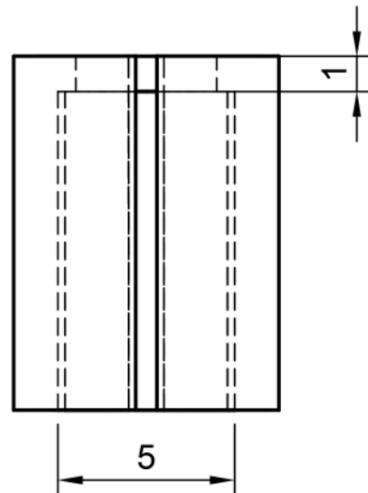
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES L07 E L08		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	LANCETADOR



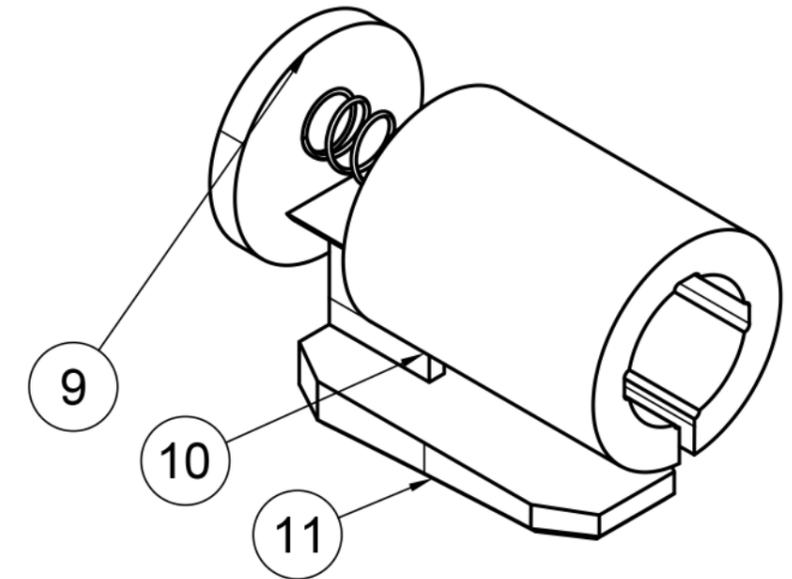
COMPONENTE L09 - MOLA DE DISPARO  
ESCALA 5:1



COMPONENTE L11 - EJETOR  
ESCALA 5:1

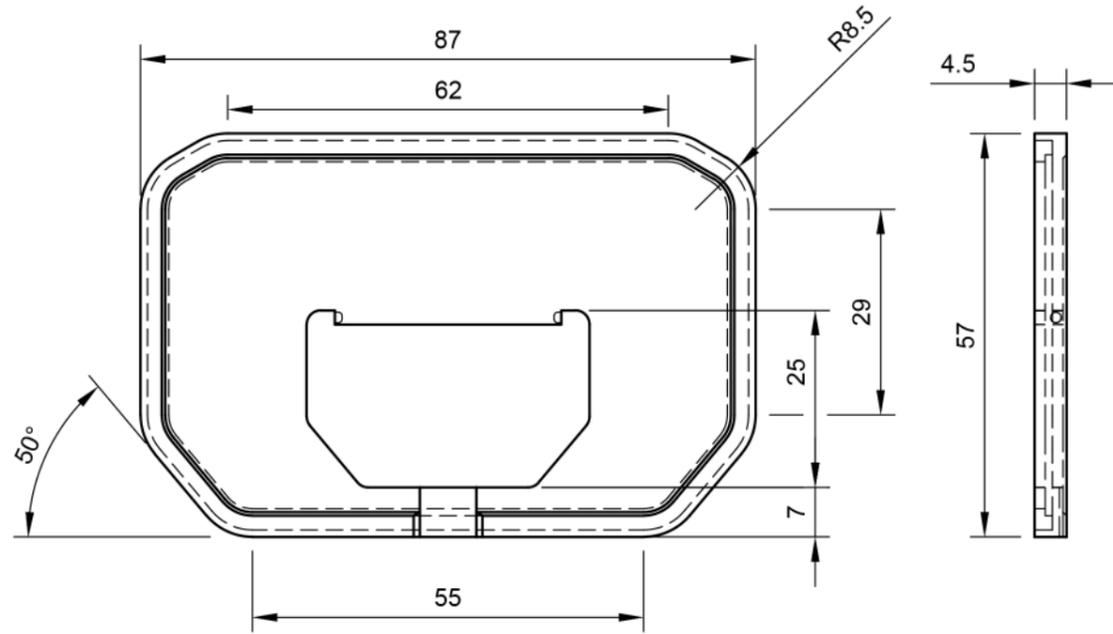


COMPONENTE L10 - PONTEIRA DE DISPARO  
ESCALA 5:1

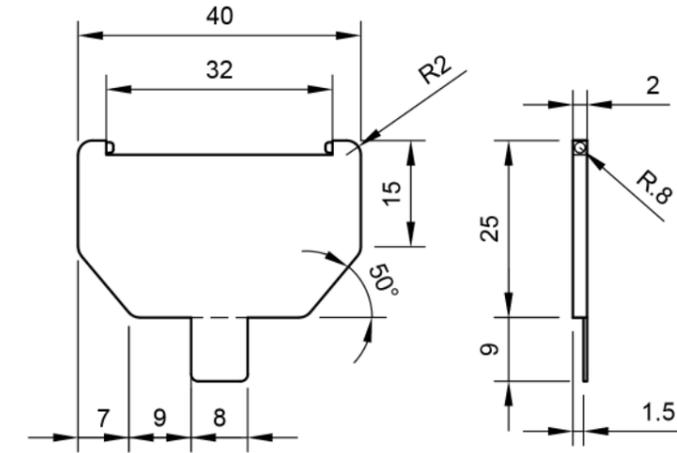
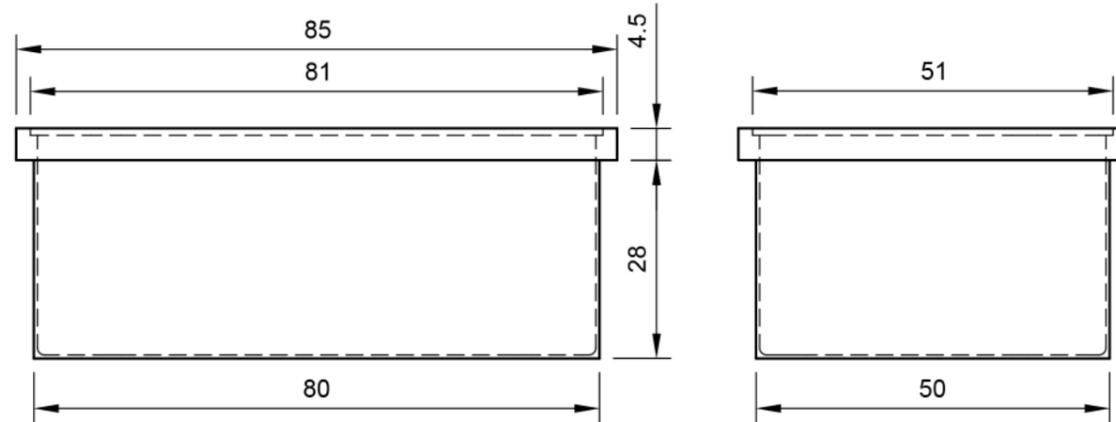


SISTEMA DE EJEÇÃO  
COMPONENTES L09, L10 E L11  
ESCALA 5:1

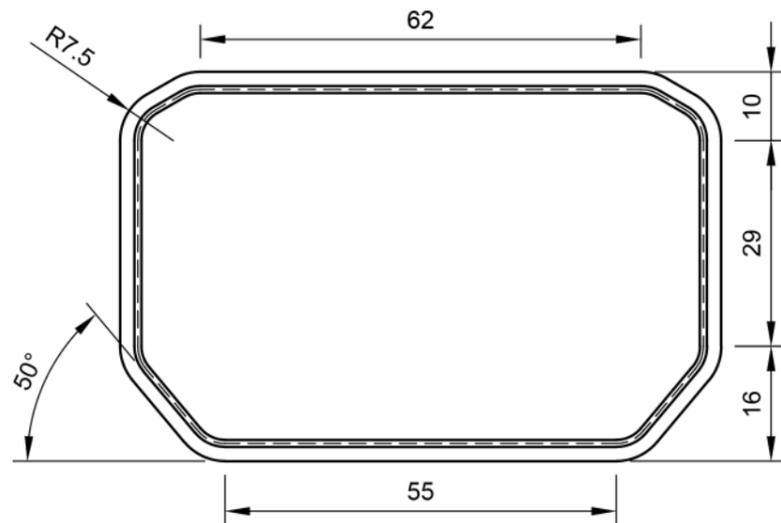
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES L09, L10 E L11		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	LANCETADOR



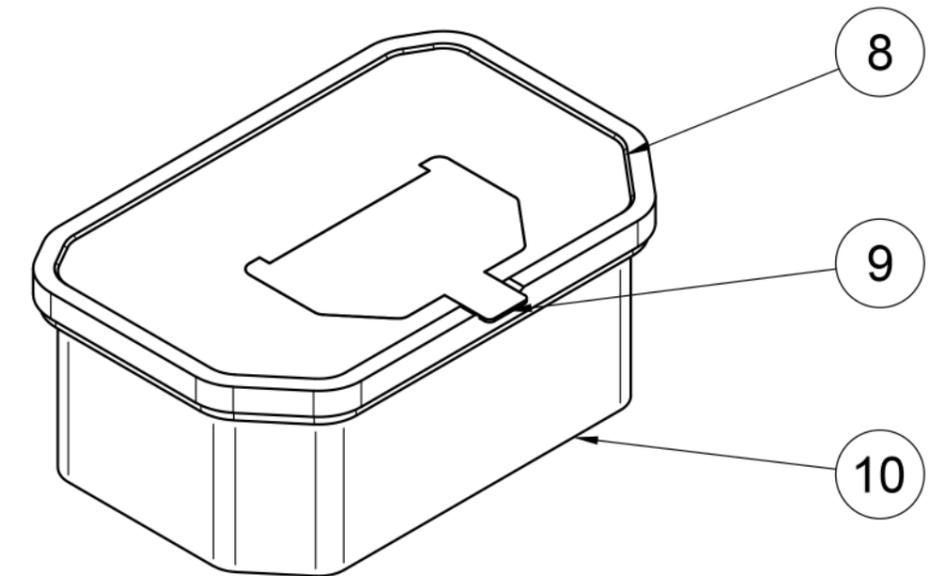
COMPONENTE E08 - TAMPA DO RECIPIENTE  
ESCALA 1:1



COMPONENTE E09 - COMPARTIMENTO  
ESCALA 1:1



COMPONENTE E10 - BASE DO RECIPIENTE  
ESCALA 1:1



RECIPIENTE PARA DESCARTES  
COMPONENTES E08, E09 E E10  
ESCALA 1:1

DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES E08, E09 E E10		
Dispositivo para triagem e avaliação de pacientes atendidos a domicílio por equipes de saúde		
Dimensionamento	Unidade: mm	
Trabalho de Conclusão em Design de Produto	2020	EMBALAGEM