



# Container portátil para transporte de Imunobiológicos

Aluna: Magaly Sayonara da Costa Rocha

Orientadora: Cleone Ferreira de Souza

Relatório técnico-científico apresentado ao Curso de Design da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Design, com habilitação em Projeto de Produto

Campina Grande, Outubro de 2014.

# Container portátil para transporte de Imunobiológicos

Aluna: Magaly Sayonara da Costa Rocha

Orientadora: Cleone Ferreira de Souza

Relatório técnico-científico apresentado ao Curso de Design da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Design, com habilitação em Projeto de Produto

---

Prof<sup>a</sup> Cleone Ferreira de Sousa (Orientadora)

---

Prof. Itamar Ferreira da Silva

---

Prof. Luiz Felipe de Almeida Lucena

Campina Grande, Outubro de 2014.

# Agradecimentos

Apesar de clichê, não poderia deixar de começar agradecendo a meus pais por todo o suporte, dedicação, incentivos e por sempre encararem minha educação como prioridade, sem dúvidas este foi o maior e mais preciso bem que vocês me concederam; em especial a minha mãe, meu grande exemplo e amparo, se cheguei aqui foi graças a você e, principalmente, por você.

Agradeço as instituições e profissionais que generosamente contribuíram com este projeto e o tornaram possível, obrigada a Secretaria Municipal de Saúde de Campina Grande; a Terceira Gerência de Saúde do Estado da Paraíba; a FIOCRUZ na pessoa do Sr. Ricardo Creton Altino; ao professor Raimundo Freire do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG; ao também professor desta instituição Celso Rosendo, do Departamento de Engenharia Mecânica; a João Andrade e Marcelo Lopes.

Aos professores do Departamento de Design por todo o conhecimento e experiências transmitidos, em especial a Glielson Montenegro pela generosidade nos ensinamentos, a Grace Sampaio pela doçura e descontração e a Cleone Ferreira, minha orientadora, por toda paciência, compreensão, otimismo e, principalmente, por desde o início abraçar este projeto com tanto entusiasmo e vigor, acreditando nele e em mim e assim me fazendo acreditar também.

A Jonathan por ter se mostrado um verdadeiro companheiro dedicando-me atenção e carinho e não hesitando em me apoiar no que fosse possível. Obrigada pela companhia nas noites viradas em trabalho (mesmo nas vezes que cochilou no sofá) só pra me prestar o seu apoio moral; obrigada também por tornar as coisas e os dias mais leves e divertidos, por sempre me surpreender e por viver tão intensamente esta etapa comigo.

À Edgleuson pelo apoio em grande parte desta jornada.

Aos amigos Chateaubriand, Renato e Samir pelo insensitivo, preocupação, apoio e sessões de brainstorming, mesmo não entendendo muita coisa de Design, mas principalmente por me fazerem rir nos momentos difíceis e pelas conversas idiotas só pra diminuir a tensão.

Aos colegas da turma 2008. I pela convivência nesta fase tão importante de nossas vidas, certamente parte do que sou hoje tem muito de cada um de vocês; especialmente a Larissa, minha “dupla”, minha grande amiga, por todos os trabalhos, experiências, aventuras, conquistas e sonhos compartilhados.

# Sumário

I	Introdução.....	7
1.1	Identificação da Necessidade .....	8
1.2	Objetivos.....	10
1.2.1	Geral .....	10
1.2.2	Específicos .....	10
1.3	Justificativa .....	10
1.4	Perfil do Usuário.....	11
2	Levantamento e Análise de Dados .....	12
2.1	Condições de Atendimento e Imunização em Localidades de Dificil Acesso.....	12
2.2	Rede de Frio .....	14
	Tipos de Embalagens de Imunobiológicos .....	15
	Sensibilidade às Variações de Temperatura .....	18
	Transporte de Imunobiológicos .....	19
2.3	Tecnologias .....	24
	Sistemas de Refrigeração .....	24
	Sistemas de Controle e Monitoramento da Temperatura .....	26
	Fontes Alternativas de Energia.....	28
	Isolamento térmico .....	28
2.4	Levantamento de Materiais.....	30
2.5	Análise de Produtos Similares .....	31
2.5.1	Conclusão .....	34
2.6	Análise Estrutural e Funcional .....	36
	Conclusão .....	38
2.7	Sistemas Funcionais .....	38
2.8	Análise Ergonômica .....	40
	Análise Antropométrica.....	40
	Análise de Usabilidade (Pegas e Manejos) .....	41
2.9	Diretrizes do Projeto .....	44
	Características Desejáveis .....	44

Requisitos e Parâmetros.....	45
3 Anteprojeto.....	46
3.1 Geração de conceitos.....	47
Escolha do conceito.....	51
3.2 Capacidade do produto.....	52
3.3 Layout do sistema.....	54
3.4 Dimensões gerais do produto.....	55
3.5 Refinamento da forma.....	56
4 Projeto.....	59
4.1 Produto.....	59
4.2 Sistemas funcionais.....	60
Alça.....	60
Gaveta.....	62
Tampa de acesso a bateria.....	63
Trilho da carenagem superior.....	64
Visor.....	65
Saídas e entradas de ar.....	66
Faixa de ajuste peitoral.....	67
4.3 Estrutura.....	67
4.4 Usabilidade.....	69
4.5 Estudo de Cores.....	70
5 Detalhamento Técnico.....	71
5.1 Vistas do produto.....	71
5.2 Ficha Técnica.....	72
5.3 Materiais e Processos de Fabricação.....	72
Materiais.....	72
Processos de Fabricação.....	73
5.4 Dimensionamento Básico.....	73
6 Conclusões.....	75
6.1 Recomendações.....	75
7 Referências.....	76
8 Apêndices.....	79

8.1 Apêndice 1: Análise de Manipulação e Transporte .....	79
9 Anexos.....	83
9.1 Anexo 1: Especificações técnicas dos fracos .....	83
Frasco ampola de 6,5ml .....	83
Frasco ampola de 4ml .....	84
9.2 Anexo 2: Dimensionamento das embalagens secundárias atualmente comercializadas. ....	85
9.3 Anexo 3: Fluxograma da Rede de Frio .....	86
9.4 Anexo 4: Tempo de Armazenamento        de Biofármacos .....	87

# Resumo

O presente relatório expõe o processo de desenvolvimento projetual de um Container Portátil para Transporte de Imunobiológicos. Compreendem estes medicamentos vacinas, soros e imunoglobulinas que possuem como uma de suas principais características o fato de serem produtos termolábeis, ou seja, muito sensíveis a variações de temperatura e luz. Tal sensibilidade exige que estes biofármacos permaneçam constantemente sob refrigeração, desde a sua produção até aplicação e, tal exigência, apresenta-se hoje como uma das principais barreiras à imunização, principalmente de comunidades de difícil acesso. Buscou-se neste projeto soluções que atendessem as necessidades inerentes ao seu transporte de modo a garantir a preservação de suas características imunogênicas e segurança durante os trajetos percorridos até aplicação destes medicamentos. Para tanto, foram propostos sistemas e estruturas capazes de oferecer e manter as temperaturas necessárias a sua conservação.

# I Introdução

As drogas imunobiológicas são produtos farmacológicos produzidos a partir de micro-organismos vivos de origem humana ou animal e que agem sobre determinadas moléculas do organismo estimulando a formação de anticorpos que, por sua vez, criam barreiras de proteção contra vírus e bactérias, o que os torna capazes de imunizar de forma ativa<sup>1</sup> ou passiva<sup>2</sup>.

Estes são também produtos termolábeis, ou seja, sensíveis ao calor, ao frio e a luz; portanto para que mantenham sua potência e eficácia precisam ser armazenados, transportados, organizados, monitorados, distribuídos e administrados de formas adequadas e específicas, segundo suas composições e formas farmacêuticas, liofilizadas ou líquidas (Manual de Rede de Frio, 2013).

Compreendem os medicamentos imunobiológicos vacinas, soros e imunoglobulinas (imunobiológicos especiais) que diferem entre si pelos seus caracteres curativo e preventivo, mas, uma vez que é preferível e mais fácil a prevenção do que o tratamento de uma doença, a imunização, principal finalidade da vacinação, apresenta-se como uma das medidas mais importantes na redução de mortalidade por doenças imunopreveníveis, principalmente na faixa etária de zero a cinco anos.

Importante instrumento de proteção de grande contingente humano, as vacinas estão presentes em nossas vidas desde o nosso nascimento até a idade adulta, além de eficazes na prevenção de várias infecções elas podem colaborar para a erradicação de algumas doenças, como aconteceu com a varíola, poliomielite e sarampo no Brasil.

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) dão a real noção da importância do acesso à esses medicamentos quando estima que cerca de 1,5 milhão de crianças morrem anualmente por doenças que podem ser prevenidas com vacinas recomendadas pela própria organização. Isso representa quase 17% de 8,8 milhões de mortes anuais de crianças menores de 5 anos por doenças que tinham prevenção. Ainda demonstrando a importância destes imunobiológicos, segundo a agência da ONU (Organização das Nações Unidas) para a saúde, a imunização evita de 2 a 3 milhões de mortes anualmente.

Historicamente falando, a nível mundial a imunização começa com a vacina anti-variólica (descoberta na Inglaterra por Edward Jenner entre 1790 e 1792), já no

---

<sup>1</sup> Imunização ativa: ocorre quando o próprio sistema imune, ao entrar em contato com uma substância estranha ao organismo, responde produzindo anticorpos e células imunes (linfócitos T).

<sup>2</sup> Imunização passiva: é obtida pela transferência de anticorpos produzidos por um animal ou outro homem.

Brasil ela só teve início em 1904, no Rio de Janeiro, também com a vacina contra varíola através de Oswaldo Cruz. Com a finalidade de coordenar ações desenvolvidas no âmbito das políticas de imunização nacional surge em 1973 o Programa Nacional de Imunizações (PNI), cujo principal objetivo é a erradicação e/ou controle de doenças imunopreveníveis, definindo prioridades de imunização e provendo estados e municípios com esses imunobiológicos. Também é função do PNI a orientação a respeito de condutas adequadas à conservação, manipulação, transporte e aplicação destes medicamentos.

O Brasil disponibiliza mais de 300 milhões de doses anuais de imunobiológicos, entre vacinas, soros e imunoglobulinas, sendo um dos países que oferece o maior número destes medicamentos à sua população. Mas a cobertura vacinal, assim como em países subdesenvolvidos, ainda é prejudicada devido às dificuldades de atendimento encontradas por agentes de saúde em regiões de difícil acesso, como em certas localidades na Amazônia, por exemplo.

Dificuldades tocantes principalmente à refrigeração quando do transporte, chegada e atendimento nessas regiões ainda são uma realidade que, muitas vezes, resulta na inutilização dos imunobiológicos (que, segundo a OMS, devem ser mantidos em temperaturas entre +2°C e +8°C durante todo o processo) e no não atendimento ou atendimento parcial da população que vive longe dos grandes centros e que, muitas vezes, também não consegue se deslocar às Unidades de Saúde devido as dificuldades impostas pelas condições geográficas de onde habitam. Consistindo esse em um problema de saúde importante e que merece estudos a fim de que seja sanado.

## 1.1 Identificação da Necessidade

Uma vez que são extremamente sensíveis as condições do ambiente como luz e variações térmicas, os imunobiológicos necessitam de um sistema de armazenagem, transporte e manipulação adequados, desde sua produção até aplicação, para que sua qualidade e eficiência sejam mantidos.

Segundo dados da Organização Internacional Médico-Humanitária Médicos Sem Fronteiras (2014) a necessidade de se manter as vacinas constantemente refrigeradas está se mostrando a grande barreira para melhorar as taxas de cobertura de imunização. Ainda segundo a instituição, na pessoa do seu vice-diretor de operações, Dr. Greg Elder, "se mais vacinas puderem ser usadas de forma segura fora da cadeia de frio, por um período de tempo, especialmente no último trecho da jornada até as áreas mais remotas, nós teríamos condições de atender muito mais crianças".

A necessidade de manter os imunobiológicos resfriados à temperatura específica e constante (entre +2°C e +8°C) torna-se hoje um obstáculo considerável, principalmente em áreas isoladas, que são geralmente quentes, não dispõem de fornecimento confiável de eletricidade (muitas vezes nem ao menos dispõem de energia elétrica) e que, devido ao isolamento geográfico, tem condições de acesso bastante difíceis e precárias; o que acaba por resultar, a cada ano, em mais de 22 milhões de crianças, cerca de um quinto do total, sem receber vacinas contra doenças básicas, como alertou a OMS (2014).

Este quadro se agrava quando consideramos que, para o manutenção da temperatura ideal de armazenamento dessas substâncias, devem ser levados em consideração também fatores como manuseio adequado, qualidade dos equipamentos, choques mecânicos e impactos e, monitoramento adequado da temperatura. Estas medidas não sendo tomadas, a vacina, por exemplo, pode perder sua potência imunogênica e, como geralmente não se observam alterações visíveis nos produtos mal conservados, estes podem ser inadvertidamente disponibilizados ao uso, colando em risco a saúde do usuário.

A importância desses fatores é tal em termos de medidas de saúde pública que, no Brasil, é objeto de norma Técnica do Programa Nacional de Imunização, através de um manual específico: Manual de Rede de frio e, inclusive, de leis, como a que dispõe da vigilância a que ficam sujeitos os medicamentos:

Lei nº 6.360/1976

[...] os produtos que exijam condições especiais de armazenamento e guarda, os veículos utilizados no seu transporte deverão ser dotados de equipamento que possibilite acondicionamento e conservação capazes de assegurar as condições de pureza, segurança e eficácia do produto.

Levando em consideração a já sabida importância do acesso à vacinação em todo o mundo, que a não imunização de comunidades isoladas é um problema de saúde mundial e que este poderia ser amenizado com a existência de sistemas eficazes de refrigeração de pequeno porte capazes de chegar à localidades de difícil acesso, destaca-se a importância e necessidade do desenvolvimento de um produto especificamente destinado às condições de atendimento remoto, capaz de manter as propriedades dos imunobiológicos através de refrigeração, ao passo que permite mais fáceis condições de transporte por parte dos agentes de saúde.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Geral

Desenvolver um container portátil para transporte de imunobiológicos que se adéque às necessidades de armazenamento e transporte dos mesmos, garantindo assim a conservação de suas características ideais.

### 1.2.2 Específicos

- Propor sistema de refrigeração para estruturas de pequeno porte e que possua autonomia energética.
- Definir sistemas de controle/monitoramento da temperatura e de isolamento térmico.
- Desenvolver estrutura que, além de permitir o acondicionamento adequado desses imunobiológicos, garanta segurança no seu transporte.

## 1.3 Justificativa

As campanhas de imunização caracterizam-se por ações que visam a prevenção e promoção de saúde a todas as comunidades, sendo de fundamental importância o manutenção da capacidade de ação dos imunobiológicos durante todo o processo de deslocamento dos mesmos. Tão importantes quanto a preservação das características iniciais destes medicamentos são a qualidade de todas as etapas do sistema de armazenamento e transporte dos mesmos, a fim de que a imunização atinja os objetivos de prevenção e/ou minimização dos problemas de saúde causados pelas doenças imunopreveníveis.

O resultado desta ineficiência no sistema e/ou processo de manuseio dos imunobiológicos é, na maioria das vezes, a não chegada desses recursos principalmente à comunidades carentes, de difícil acesso e que já sofrem com os ônus de se viver em locais com condições de vida muitas vezes precárias no que toca a saúde destas populações.

Para que essa realidade possa ser modificada, soluções precisam ser estudadas e desenvolvidas para que o acesso à imunização de doenças por meio de imunobiológicos possa ser garantido todos os cidadãos.

Sendo assim, este trabalho buscará alternativas que resultem em um produto que possa promover as condições ideais de conservação de imunobiológicos em transporte, especificamente no trajeto final percorrido das salas de vacina até os locais de aplicação.

## I.4 Perfil do Usuário

As soluções projetuais aqui desenvolvidas serão destinadas ao uso por enfermeiros, técnicos em enfermagem e agentes de saúde que desempenham atividades de manipulação, transporte e aplicação de vacinas e biofarmacos no âmbito das Instancias Municipal e Local da Rede de Frio.

## 2 Levantamento e Análise de Dados

Neste projeto enfatizou-se o levantamento e análise de dados referentes aos aspectos que envolvem as características dos imunobiológicos e de seu transporte; a fim de que fosse possível ter conhecimento sobre as reais necessidades para conservação desses medicamentos, das determinações já existentes para procedimentos de sua manipulação e transporte, como também dos produtos e tecnologias já disponíveis no mercado que possam viabilizar a geração de alternativas do projeto.

### 2.1 Condições de Atendimento e Imunização em Localidades de Difícil Acesso

A prestação de atendimento em saúde em áreas distantes dos centros urbanos enfrenta primordialmente dois problemas, estes, como já observados em outras oportunidades, dizem respeito ao acesso à essas localidades, que se defronta com diferentes adversidades, e à ausência de estruturas de apoio capazes de suprir as necessidades estruturais dessas campanhas.

Figura 1: Helicóptero da FAB pousando em uma clareira em meio a mata fechada.



Por localidades de difícil acesso podem ser entendidas, no Brasil, comunidades ribeirinhas, comunidades locais em áreas de mata fechada, comunidades rurais isoladas e ainda aldeias indígenas que, de acordo com suas condições geográficas, oferecem as seguintes barreiras à chegada de atendimento:

- Estradas de terra que dificultam a passagem de automóveis, principalmente em épocas chuvosas;
- Rios não navegáveis durante todo o ano;
- Existência de cachoeiras que impedem o acesso de barco;
- Áreas completamente ilhadas, e;
- Florestas densas.

Figura 2: Certos trajetos necessitam ser realizados a pé.



Estas são áreas, inclusive, em que as vezes as barreiras naturais oferecem risco a vida ou a integridade física dos profissionais de saúde que podem ficar incomunicáveis por dias em locais de florestas e, onde, sem rodovias ou hidrovias, estes precisam caminhar porque não há qualquer espaço nem para pouso de helicóptero ou que levam mais de 15 dias de barco para acessar.

Além de condições de acesso adversas, essas comunidades são marcadas na imensa maioria das vezes por total falta de infraestrutura e saneamento básico, o que compromete a existência e funcionamento de centros de atendimento médico e a realização de campanhas de saúde como as de vacinação; principalmente quando sabe-se da exigência destas por sistemas de refrigeração e da irregularidade, ou até mesmo ausência, de distribuição de energia elétrica nesses locais.

Em se tratando especificamente das campanhas de imunização, a logística claramente é diferenciada e, levando em consideração também as especificidades dessas populações e as necessidades de transporte das equipes, elas podem ser realizados de carro, barco, helicóptero ou avião.

A fim de ultrapassar estas barreiras e garantir um acesso universal e equitativo aos imunobiológicos que compõem o calendário de vacinação a todas as populações, no Brasil, foi criada em 1989 a chamada Operação Gota (OG), parceria entre Ministério da Saúde e FAB (Força Aérea Brasileira) que tem por objetivo realizar ações de vacinação junto a populações remotas nas áreas de difícil acesso com equipes de vacinação e insumos transportados por aeronaves. São 57 municípios, 1450 comunidades/ano e mais de 200 mil pessoas atendidas entre áreas indígenas, rurais e de ribeirinhos nos estados do Acre, Roraima, Amapá, Pará, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Maranhão.

No caso específico das populações indígenas foi estipulado ainda, dentro do programa de vacinações nacional, o Mês de Vacinação dos Povos Indígenas que oferece atendimento vacinal a população indígena aldeada dos 34 Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEIs) existentes em 18 estados.

Mas, mesmo com todos os esforços e investimentos, a imunização, principalmente de esquema multidoso, ainda não atinge cobertura/ano nas áreas de difícil acesso para crianças menores de 1 ano de idade, segundo dados da OG (2013).



Figura 3: O acesso em áreas alagadas ou à margem de rios é feito com auxílio de barcos.

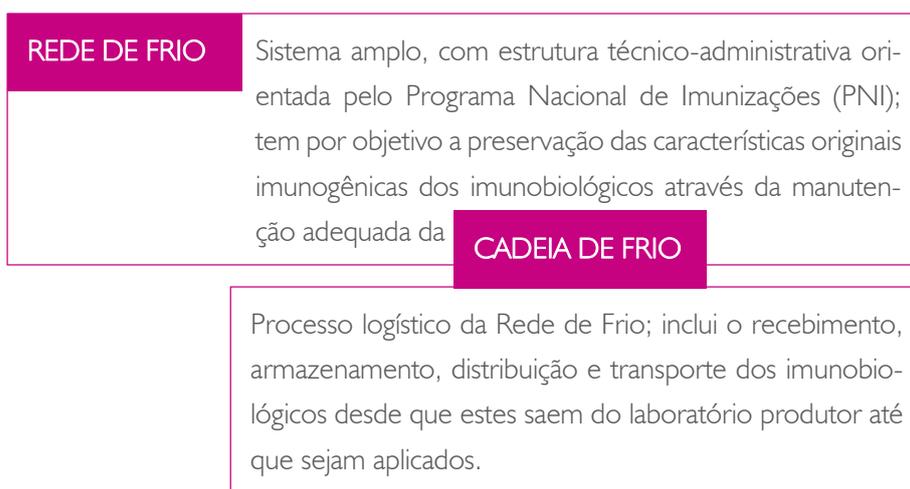
Figura 4: Área de atuação da Operação Gota.



Considerados estes aspectos logísticos/estruturais em relação ao tempo demandado para a realização e conclusão destas atividades reitera-se, mais uma vez, a importância em fornecer condições de deslocamento desses imunobiológicos sem que sejam alteradas ou perdidas sua eficácia e qualidade; para tanto, o produto a ser projetado, deverá estar apto a enfrentar as adversidades climáticas e geográficas encontradas em localidades de difícil acesso e ser capaz de adaptar-se às condições de transporte a que será submetido, sejam elas por vias aérea, terrestre ou aquática.

## 2.2 Rede de Frio

Para que seja possível compreender do que trata-se a chamada Rede de Frio é preciso primeiramente diferenciá-la de outro conceito, o de Cadeia de Frio; como pode ser visto a seguir:



Como o próprio nome sugere, a Rede de Frio de Imunobiológicos consiste basicamente num sistema de procedimentos, normas e recomendações para refrigeração contínua de vacinas, soros e imunoglobulinas dentro de todo o processo logístico que o levará ao usuário. Para cada procedimento envolvendo estes medicamentos foram estudadas formas e estipulados meios de como melhor proceder a fim de garantir a preservação de suas características imunogênicas e, com o objetivo de apresentar de forma mais didática e clara estas recomendações do PNI, foi desenvolvido um manual, o chamado **Manual de Rede de Frio**.

Este manual conta também com recomendações de boas práticas referenciadas nas normas da Vigilância Sanitária, orientações técnicas da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da Organização Pan-Americana de Saúde (Opas) e faz parte dos documentos normativos publicados pela Coordenação Geral do Programa

Nacional de Imunizações (CGPNI), do Departamento de Vigilância Epidemiológica (DEVEP) da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do Ministério da Saúde (MS).

Uma vez que todo e qualquer procedimento que envolve vacinas, soros e imunoglobulinas devem obedecer as determinações estabelecidas no Manual de Rede de Frio, este será o principal referencial teórico deste projeto, principalmente nas questões relevantes aos transportes dos imunobiológicos.

## Tipos de Embalagens de Imunobiológicos

De maneira geral, são utilizados dentro da Rede de Frio três tipos de embalagens para o acondicionamento de imunobiológicos: as primárias, as secundárias e as terciárias (Figura 5)

- **Embalagens Primárias:** são as que contêm o produto em si, que acondicionam e têm contato direto com os imunobiológicos;
- **Embalagens Secundárias:** responsáveis pelo acondicionamento das embalagens primárias (em número variável, a depender do tipo de medicamento e laboratório distribuidor);
- **Embalagens Terciárias:** acondicionam as embalagens secundárias para transporte (geralmente nos trajetos iniciais, que demandam distribuição de lotes maiores).

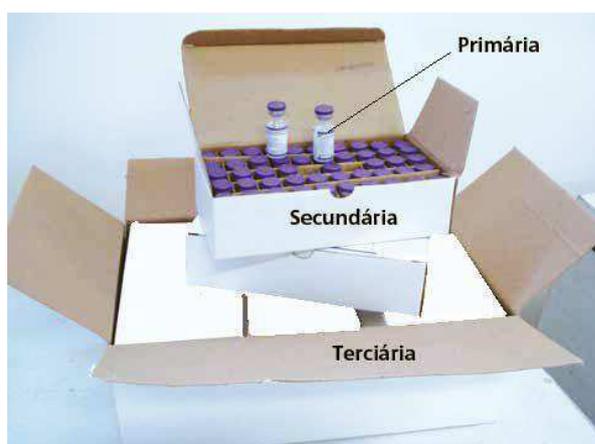


Figura 5: Tipos de embalagens utilizados dentro da Rede de Frio.

Interessa observar nesta pesquisa as particularidades referentes às embalagens primárias e secundárias, uma vez que apenas essas potencialmente chegam aos trechos finais do transporte. Isto faz com que suas características tornem-se fatores

determinantes para definição de dimensões do produto a ser projetado e do desenvolvimento de alternativas de acondicionamento dos imunobiológicos dentro do mesmo.

## Embalagens Primárias

O PNI disponibiliza atualmente à população, através do Sistema Único de Saúde (SUS), 44 tipos de imunobiológicos, chegando a 45 até o final de 2014, estes apresentam-se em quatro variedades de embalagens primárias: ampolas, frascos ampola, seringas preenchidas e bisnagas (Figuras 6, 7, 8 e 9); que, por sua vez, ainda podem variar em multidose ou unidose.



Figura 9: Embalagem primária do tipo bisnaga.



Figura 8: Embalagem primária do tipo seringa preenchida.

Figura 6: Embalagem primária do tipo ampola.



Estas são, em sua maioria, de vidro (ampolas e frascos ampola), o que faz delas embalagens bastante frágeis; condição que requer ainda mais cuidado na manipulação destes insumos, principalmente quando existe a possibilidade de contaminação microbiológica por eventuais microfissuras causadas por qualquer tipo de choque mecânico ou impacto.

Neste sentido, o Manual de Rede de Frio recomenda a disposição destas embalagens, tanto nas câmeras frias quanto nas caixas de transporte, de modo a manterem uma distância de 3cm uma da outra (distância essa que também contribui para preservação da temperatura de conservação, evitando a troca de calor entre os produtos). Mas, na prática, esta determinação não é cumprida em nenhum dos casos, nem mesmo nas embalagens secundárias utilizadas pelos próprios laboratórios produtores.

Isto porque, segundo explicou o Assessor de Engenharia Industrial do setor de desenvolvimento em embalagens da FIOCRUZ<sup>3</sup> (em contato realizado no dia 2/07/2014), o aumento do espaço entre as embalagens primárias gera aumento da embalagem secundária, aumento da caixa de embarque e aumento do espaço



Figura 7: Embalagem primária do tipo frasco ampola.

<sup>3</sup> FIOCRUZ: Fundação Oswaldo Cruz.

necessário para armazenagem; ou seja, adotando espaçamentos maiores, a logística de distribuição (já estruturada para suportar os volumes de embalagens atuais) também é afetada.

Em se tratando de suas características estruturais (especificações disponibilizadas pela FIOCRUZ no Anexo 1), as embalagens primárias adotadas pelo PNI possuem certa padronização, sendo usada a mesma embalagem em diversos produtos e ocorrendo diferenciação apenas através do projeto gráfico de seus rótulos e dos dizeres legais obrigatórios segundo consta na legislação vigente - Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 71.

### Embalagens Secundárias

Estas podem ser cartuchos plásticos, de Poliestireno Expandido (isopor) e de papel cartão - as mais comumente encontradas no âmbito do PNI – (Figuras 10, 11 e 12); algumas dispõem de nichos ou “colmeias” (Figura 13) para separação das embalagens primárias, outras, ainda, possuem blisters, para melhor acomodação dos frascos e ampolas (Figura 14). Em se tratando de dimensões e formas, existe grande variação a depender do laboratório produtor e da quantidade de medicamentos acondicionados (Anexo 2).

Figura 10: Embalagem secundária do tipo cartuchos plásticos.

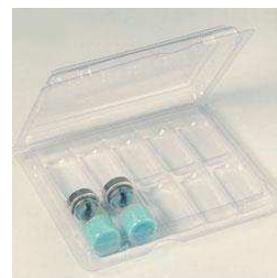


Figura 11: Embalagem secundária de poliestireno.



Figura 12: Embalagem secundária de papel cartão.



Figura 13: Exemplo de nichos de separação para as embalagens primárias

Nas instancias Estadual, Municipal e Local elas são utilizadas na acomodação dos imunobiológicos tanto no interior das câmeras frias, freezers e geladeiras (Figura 15), quanto nas caixas de transporte, o que, levando em consideração sua constituição, em papel, faz refletir sobre sua fragilidade e falta de estruturação para acomodação destes medicamentos, uma vez que o contato com a umidade do descongelamento das bobinas pode comprometer a fibra do papel e, desta forma, oferecer riscos de queda e quebra às embalagens primárias nelas contidas.

No que toca normatização, também estão submetidas as determinações da RDC 71 e, além disso, devem obedecer à RDC 54 que obriga todos os medicamentos



Figura 14: Exemplo de embalagem secundária que utiliza blisters para melhor acomodar os frascos.

destinados ao MS a serem rastreados com codificação em sua embalagem secundária desde sua fabricação até a sua entrada nos estabelecimentos que realiza sua dispensação.

Sabendo-se da fragilidade de ampolas e frascos ampolas e da falta de estruturação e segurança oferecida pela maioria das embalagens secundárias considera-se mais viável o desenvolvimento de sistemas de acondicionamento baseados na acomodação direta das embalagens primárias no produto a ser projetado.

Mas, para tanto, deverão ser desenvolvidos meios de sinalização e exposição de informações que assegurem a administração correta destes medicamentos ao paciente, permitindo a fácil transmissão e compreensão de dados referentes a variedade e dosagem dos imunobiológicos nele acondicionados; uma vez que, do contrário, podem ocorrer confusões e o administrador do produto se equivocar no momento da aplicação expondo o usuário à sérios riscos.



Figura 15: Registro feito na Terceira Gerência do Estado da Paraíba que mostra a disposição dos imunobiológicos na geladeira diretamente em suas embalagens secundárias.

## Sensibilidade às Variações de Temperatura

Como já foi dito em várias oportunidades, os produtos imunobiológicos são extremamente sensíveis ao calor e ao frio extremos. Assim como não podem ser expostos a temperaturas muito elevadas, alguns destes medicamentos também são inutilizados quando do seu congelamento.

Uma vez que a inutilização não gera alterações visíveis, o risco da aplicação de imunobiológicos impotentes é alto, principalmente porque testes laboratoriais para comprovar sua perda de eficácia são extremamente demorados e onerosos; condições que a didática das salas de vacinação não comportam. A fim de reduzir os riscos da aplicação destes medicamentos inutilizados, e as consequências físicas que estes poderiam gerar no usuário, foi estipulada uma faixa de temperatura para conservação destes medicamentos que não comprometeria suas características e que uniformizaria e otimizaria seu controle.

Esta faixa de temperatura considerada ideal para se manter os imunobiológicos vai de 2 à 8 graus positivos na escala Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), lembrando que estas são as temperaturas de refrigeração e não necessariamente a temperatura que o líquido em si se encontrará.

Determina-se ainda que  $+4^{\circ}\text{C}$  é a temperatura ideal para se programar a refrigeração e que alarmes possam informar quando se alcançar a temperatura de  $+2^{\circ}\text{C}$

Figura 16: Percebe-se que mesmo após teste para detecção de danos causados pelo congelamento, as alterações visuais são quase imperceptíveis.



(significando que esta já está ficando muito baixa) e de +8°C (significando que ela já está ficando muito alta).

## Transporte de Imunobiológicos

A forma como os imunobiológicos irão ser transportados varia de acordo com a sua origem/destino, quantidade e facilidade de acesso às localidades, podendo ser feitas por vias aérea, terrestre ou aquática; porém destaca-se que, em qualquer um destes meios, é de fundamental importância a atenção aos seguintes aspectos:

- Controle e monitoramento da temperatura ao longo do percurso;
- Choques mecânicos ou impactos durante o transporte, principalmente no rodoviário;

De acordo com a origem/destino o transporte poderá ser do Laboratório Produtor para a Instância Nacional, da Instância Estadual para a Regional/Municipal, da Instância Regional para a Municipal/Local e, para cada um desses percursos, equipamentos com características específicas deverão ser utilizados (ver fluxograma da Rede de Frio no Anexo 3).

Na cadeia de frio, para fins de atividades de transporte tanto internas quanto externas, são utilizados atualmente insumos como as bobinas de gelo reutilizável/reciclável (Figura 17) e as caixas térmicas (Figura 18); estas últimas preferencialmente devem ser de Polietileno (com isolamento térmico de Poliuretano), devido a sua resistência, durabilidade e facilidade de higienização. Já o gelo reutilizável, recipientes de Polietileno rígido que contêm gel ou água em seu interior, é utilizado para ambientar e manter o resfriamento necessário dentro das caixas térmicas, este é capaz de conservar sua temperatura por até 4h.

O Manual de Rede de Frio faz indicação de como devem ser organizadas estas caixas térmicas com as bobinas de gelo reutilizável, como pode ser visto no esquema da figura 19, e ressalta as seguintes medidas relevantes para atividades extramuros:

- Observar as condições de isolamento da caixa térmica.
- Garantir que os insumos estejam acondicionados adequadamente de forma que não fiquem soltos e que as caixas contenham bobinas suficientes para manter a temperatura de conservação.

Figura 17: Bobina de gelo reciclável/reutilizável.



Figura 18: Caixa térmica.

- Considerar temperatura ambiente, tempo, volume da caixa e de insumos a transportar.
- Caracterizar a população para definir a quantidade de vacinas a serem transportadas.
- Monitorar continuamente a temperatura no interior das caixas durante TODO O PROCESSO DE TRANSPORTE DA CARGA.

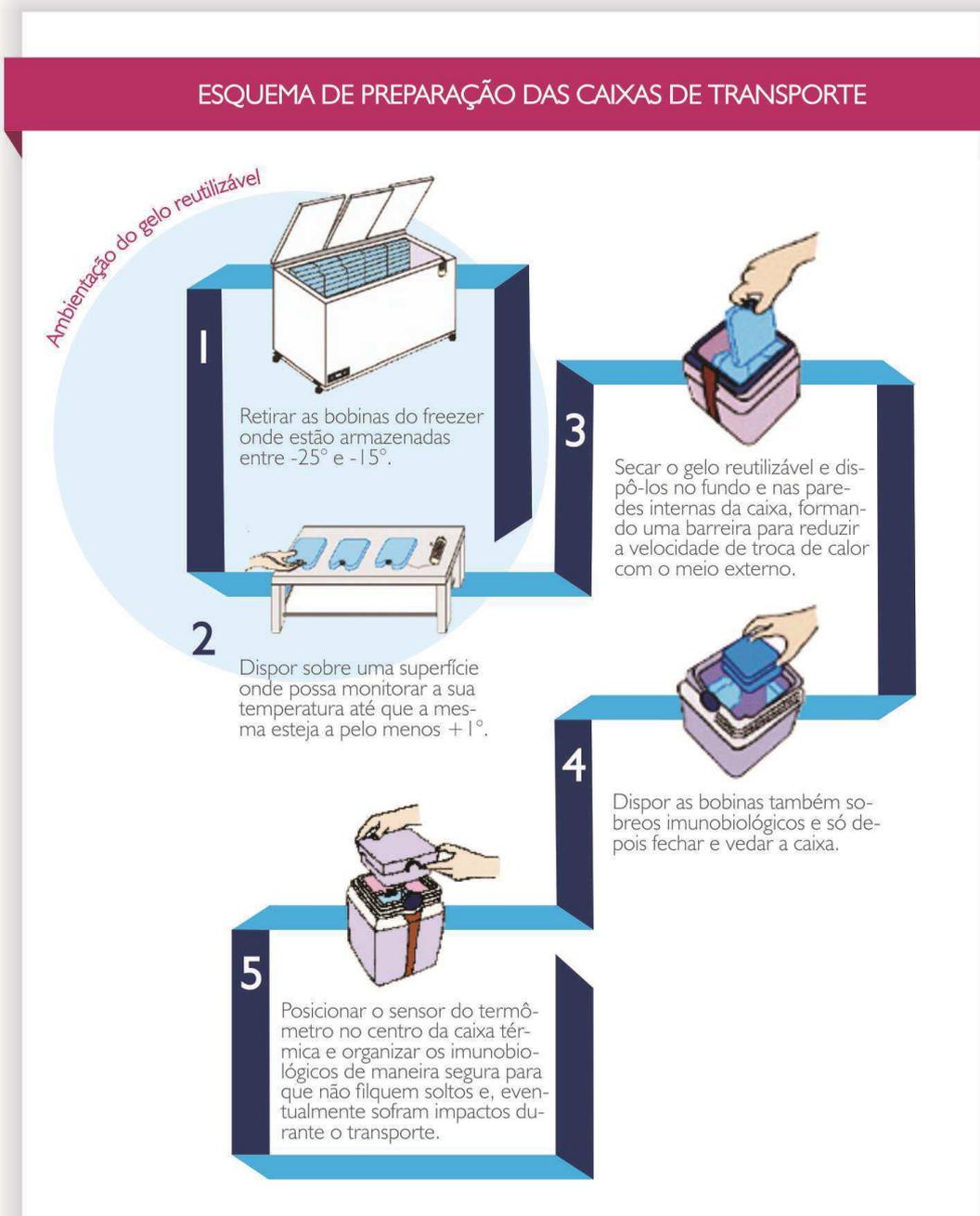


Figura 19: Preparação das caixas térmicas segundo recomendações da Rede de Frio.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na pesquisa realizada.

## Análise de campo – Situação atual

Neste projeto, a fim de obter informações capazes de embasar o desenvolvimento de um produto que proporcione acondicionamento e transporte de forma adequada e segura aos imunobiológicos durante todo o trajeto percorrido desde a saída das salas de vacina até aos locais de aplicação, foi dada maior atenção às particularidades que envolvem o transporte destes medicamentos dentro da Instância Municipal/Local.

Uma vez que não foi possível acompanhar situações de atendimento remoto à comunidades longínquas, utilizou-se como referência para análises o processo de transporte dos imunobiológicos da Instância Estadual para a Municipal. Apesar de não se tratar das condições requeridas por este projeto, foi importante observar as especificidades, que sejam similares as de atendimento remoto, de manipulação e transporte destes medicamentos.

O acompanhamento aconteceu dentro da Terceira Gerência de Saúde do Estado da Paraíba e no Controle de Vacinas do Município de Campina Grande durante o mês de Maio de 2014 e, pode ser observado a seguir:

Foi possível acompanhar dois processos de manipulação e transporte de imunobiológicos, o de ambientação das caixas térmicas na Sala de Vacinas do Município de Campina Grande e o de distribuição de imunobiológicos da Terceira Gerência de Saúde do Estado da Paraíba para os seus Municípios. Nos dois casos percebe-se ainda a utilização de caixas térmicas e bobinas de gelo reutilizável em todas as situações que requerem transporte desses insumos.

Nestas oportunidades, foram realizados registros através de vídeos que posteriormente permitiram analisar o tempo de realização de todo o processo e de cada procedimento em específico. Nos quase 9 minutos levados desde a abertura da primeira câmara fria na terceira Gerência até a colocação das caixas de transporte no carro, como está descrito na figura 20, foram observadas algumas situações de exposição dos imunobiológicos à ausência de refrigeração ideal, estas estão diretamente relacionadas à não observação as normas da Rede de Frio por parte da equipe responsável pelo processo no local.

## ANÁLISE DO TEMPO DE MANIPULAÇÃO E TRANSPORTE

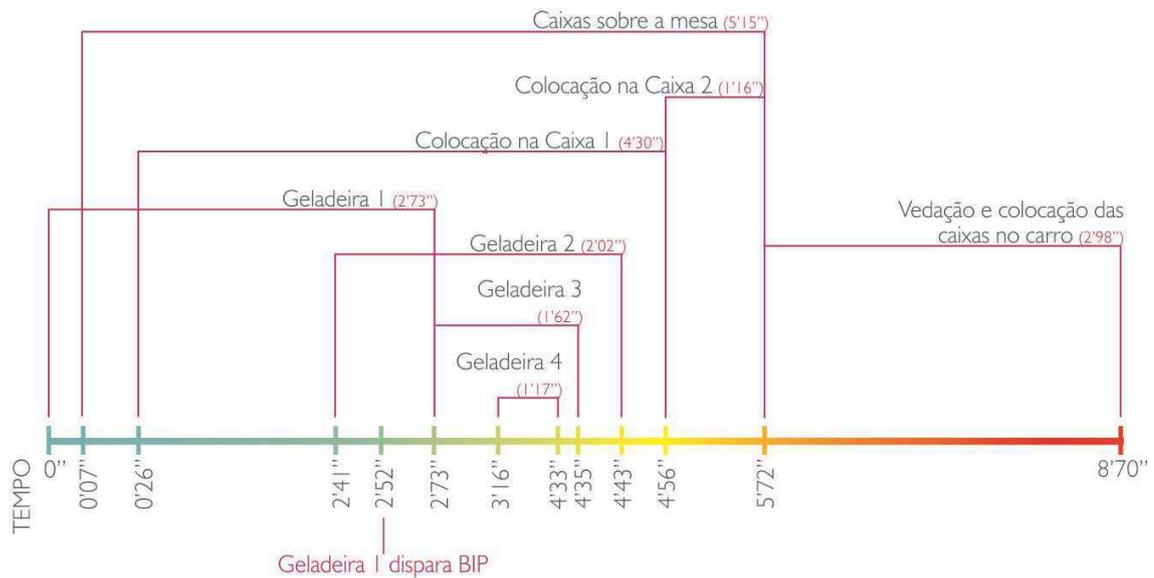


Figura 20: Tempo de manipulação para transporte na Terceira Gerência de Saúde da Paraíba.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na pesquisa realizada.

Apesar de mundialmente difundido, o uso do gelo reutilizável, por demandar a realização de procedimentos bastante específicos, acaba por tornar a etapa de preparação das caixas térmicas (tão importante para preservação das características ideais de vacinas e biofármacos) mais demorada e trabalhosa do que deveria ser, além de muito suscetível a erros. Assim como pode ser observado mais detalhadamente na análise que consta no Apêndice I deste relatório em que foram identificadas várias falhas no cumprimento das determinações do Manual de Rede de Frio, falhas essas que fatalmente ocasionaram o comprometimento da temperatura de conservação dos imunobiológicos.

Em situações como a observada na Terceira Gerência é preocupante pensar que o somatório de fatores como os destacados neste registro, tais como: freezers abertas, embalagens sobre a mesa e sem refrigeração por mais de 5 minutos, pouca quantidade de bobinas de gelo reciclável dentro das caixa térmicas, contato direto das caixas dos imunobiológicos com as paredes da caixa de transporte, fechamento incompleto da tampa e até mesmo o contato direto do calor das mãos com os produtos; certamente fazem com que a temperatura ideal não seja mantida durante o processo de transporte.

Além destes fatores, ainda foi possível observar que:

- Em nenhum momento a temperatura das bobinas de gelo reutilizável, das caixas e dos próprios imunobiológicos foram verificadas como é recomendado pelo Manual de Rede de Frio;
- Após todo o processo de manipulação, as caixas foram colocadas no banco traseiro de um carro estacionado sob o sol e ali permaneceu durante o tempo de despacho das documentações (Figura 21), mesmo utilizando ar condicionado muito difícil evitar o aquecimento das caixas.



Figura 21: Caixas térmicas transportadas no banco de traseiro de um carro, sem refrigeração adequada.

Nestas condições, o risco da inutilização de todo o material é grande, assim como os prejuízos à população que receber estes medicamentos. É importante frisar também que este registro de procedimento foi realizado sob uma situação, de certa forma, controlada e que para fins de transporte para localidades longínquas o risco de inutilização destes imunobiológicos é ainda maior.

Através do relato da técnica em enfermagem da sala de vacinas do município ficou-se sabendo que para atendimentos externos à Cadeia de Frio, faz-se necessário hoje a preparação de três caixas térmicas:

- Uma primeira contendo apenas bobinas de gelo reutilizável, que oferece suporte caso haja algum problema na refrigeração;
- Uma segunda, a qual chamam de “geladeira” em que é montado uma espécie de mini estoque de imunobiológicos onde estes ficam protegidos contra a troca de calor com o meio externo que ocorre quando da abertura da tampa da caixa repetidas vezes, e;
- Uma terceira caixa onde são colocados os primeiros medicamentos a serem aplicados.

Percebe-se assim que a utilização do gelo reutilizável está mais para um paliativo do que para uma real solução para a questão de manutenção da temperatura dos imunobiológicos em transporte, notadamente pela dificuldade dos próprios técnicos e agentes de saúde em seguir corretamente as recomendações do PNI e pelo tempo de realização dos procedimentos que claramente poderia ser otimizado.

Isto ressalta mais uma vez a necessidade de um produto para transporte que possua sistema de refrigeração auto sustentável, que garanta o resfriamento e moni-

toramento contínuo da temperatura a que estão submetidos estes imunobiológicos, ao passo que permite um mais rápido, fácil e seguro processo de acomodação.

## 2.3 Tecnologias

Sabendo-se da imprescindível necessidade de refrigeração dos imunobiológicos e da importância do controle e monitoramento da temperatura quando de seu transporte, passam-se a fazer necessários sistemas e tecnologias que promovam as condições necessárias para conservação destes medicamentos.

Apresentamos a seguir tecnologias e sistemas já existentes no mercado capazes de promover tais condições de conservação ao passo que permitem incorporação a estruturas de pequeno porte.

### Sistemas de Refrigeração

Os sistemas de refrigeração têm por finalidade a remoção/transferência de calor de um espaço (ou corpo) para outro a fim de manter a temperatura mais baixa que a do ambiente que o cerca.

Estão disponíveis atualmente alguns tipos de sistemas de refrigeração, em sua maioria, caracterizados por possuírem grandes dimensões (o que inviabiliza sua utilização neste projeto) assim como os por compressão, absorção, e arrefecimento evaporativo

Apesar de existirem estudos no mercado para potencialização de sistemas de refrigeração incorporados a pequenas estruturas, como micro compressores, atualmente a melhor solução disponível para este fim, inclusive quando pensa-se nos seus avanços para o futuro, segundo enfatizou o professor Raimundo Freire do curso Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande que é especialista no assunto, são as pastilhas termoelétricas ou, pastilhas de efeito Peltier (Figura 29).

Estas pastilhas são muito pequenas, leves, totalmente silenciosas, não geram vibração e possuem longa durabilidade, além disso, por não possuírem peças móveis, facilitam a exatidão no controle da temperatura. Elas são capazes de compor equipamentos de refrigeração leves e de fácil transporte tornam-se ideais na construção de um produto para transporte de imunobiológicos.

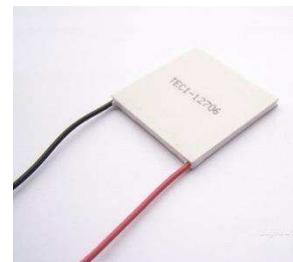


Figura 22: Pastilha de efeito Peltier.

## Refrigeração Eletrônica: Pastilhas Peltier

Refrigeração eletrônica é o sistema de refrigeração que opera por meio das chamadas pastilhas termoelétricas. Estas funcionam utilizando o efeito Peltier, teoria que descreve que existe um efeito aquecedor ou resfriador quando uma corrente contínua passa por dois condutores e que caracteriza-se por “um circuito elétrico formado por dois materiais semicondutores diferentes, e mediante a aplicação de corrente elétrica, uma junção vai absorver calor enquanto a outra vai dissipar calor” (COSTA, 1982, p.216 apud KRONBAUER, 2013, p.26).

As pastilhas termoelétricas são compostas por semicondutores soldados entre duas placas de cerâmica; como há a produção de calor enquanto a refrigeração acontece (que pode gerar uma diferença de até 68°C), devem ser utilizados meios para sua dissipação, de modo a não haver interferência na temperatura interna do produto e nem comprometimento da vida útil do sistema. Tais como: dissipadores e ventiladores (Figura 30).



Figura 23: Peças que compõem um núcleo de refrigeração que utiliza pastilhas Peltier.

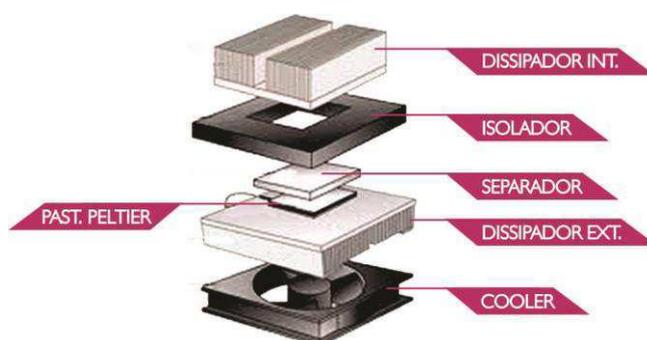
Em se tratando da capacidade de refrigeração do produto, está irá depender diretamente da capacidade de transferência de calor de cada pastilha e da quantidade delas incorporada ao sistema. Comercialmente existe uma ampla variedade de tipos de pastilhas termoelétricas, que podem ter tensões e correntes de alimentação também diferentes. A capacidade de transferência de calor depende do número de pastilhas utilizadas, de suas potências e dimensões. Na escolha de uma pastilha deve-se considerar também o isolamento térmico e a carga do sistema, que dependem de alguns dados:

- Dimensões internas da caixa térmica;
- Temperatura Ambiente prevista;
- Temperatura Interna prevista;
- Espessura do material termo isolante

No caso do produto a ser projetado, estes fatores e, por conseguinte, as características do seu sistema de refrigeração serão conhecidos a partir da definição das dimensões ideais do produto que deverão atender, em princípio, questões de capacidade de armazenamento e questões ergonômicas de levantamento e transporte de cargas.

Sabe-se apenas que este funcionará de modo completamente automático, ou seja, uma vez programada e alcançada a temperatura de refrigeração (+4°C) o sistema desliga-se automaticamente, quando, através dos sensores térmicos, percebe-se que a temperatura está chegando a aproximadamente +6°, o sistema

Figura 24: Layout do Sistema de Refrigeração



inicia o processo de refrigeração novamente. Isto faz com que haja economia no consumo de energia para funcionamento do produto.

Finalmente, vale ressaltar que, apesar de existirem imunobiológicos capazes de sofrer congelamento sem perder sua eficácia, o produto aqui desenvolvido terá opção de refrigeração apenas na faixa entre +2 e +8 °C, que é a estabelecida para a temperatura de armazenamento de todas as vacinas e biofármacos disponíveis pelo PNI no período de até um mês, assim como consta no anexo 4.

## Sistemas de Controle e Monitoramento da Temperatura

São diversos os sistemas que possibilitam medir quantitativamente a temperatura e monitorar suas variações em ambientes de armazenamento. O próprio PNI adota alguns desses mecanismos e, considerando determinações da OMS, especifica para que fins cada um deles deve ser utilizado.

Para caixas de transporte são recomendados os seguintes equipamentos:

### INSTRUMENTOS APLICÁVEIS A CAIXAS DE TRANSPORTE

	<p>Pequenos registradores de temperatura que podem ser simplificados para leitura manual dispoendo de sinalizadores visuais que alertarão o usuário quanto as temperaturas fora da faixa definida, ou acompanhados de softwares que ajustam a frequência de leitura e calculam a média entre a mínima e a máxima, bem como o tempo em que a temperatura foi medida</p>
<p>DATA LOGGER</p>	
	<p>Sensores de temperatura que utilizam a radiação térmica emitida por algum corpo cuja temperatura deseja medir. A medição é realizada por meio de feixe de raio laser e independe do contato físico. É recomendado para medições rápidas e em grandes volumes de carga.</p>
<p>TERMÔMETRO DE MIRA LASER</p>	
	<p>Possuem interface USB para leitura dos dados registrados sem necessidade adicional de software. Providos, ou não, de display digital, com alarmes ajustáveis e dispositivos de ajuste de temperaturas máxima e mínima. Registram as temperaturas durante o período selecionado, alertando e arquivando dados relativos a temperaturas excedidas, além de calcular a temperatura média no período e apresentar o gráfico relacionado. Este tipo de instrumento é descartável, portanto tem vida útil limitada.</p>
<p>REGISTRADOR ELETRÔNICO FRIGORÍFICO</p>	
	<p>Instrumentos indicados para o monitoramento de temperaturas e registro dos eventos de congelamento. Assim como os registradores eletrônicos frigoríficos possuem vida útil limitada, contudo por períodos mais longos. A configuração de alarmes é definitiva não sendo possíveis alterações posteriores.</p>
<p>INDICADOR DE CONGELAMENTO</p>	

Figura 25: Instrumentos de monitoramento da temperatura aplicáveis a caixas de transporte.

Observa-se que o termômetro de mira laser é utilizado de forma independente e fora do sistema de armazenagem, não podendo ser acoplado ao mesmo. Além disso, não permite registro contínuo requerendo acionamento, tornando inviável assim o seu uso neste projeto.

O mesmo ocorre com o registrador eletrônico frigorífico e o indicador de congelamento mas, nesses casos, devido ao fato destes serem descartáveis, exigindo troca frequente e inviabilizando sua incorporação no produto.

Desta forma, considerara-se o Data Logger como o mais completo sistema de controle e monitoramento e, por isso, mais adequado à finalidade deste projeto,

uma vez que proporciona todo o controle e registro da temperatura, ao passo que permite o armazenamento de dados referentes a possíveis alterações nesta grandeza e seus momentos de ocorrência.

Por fim determina-se que, apesar de estarem disponíveis no mercado em grande variedade, o Data Logger utilizado neste projeto será desenvolvido especificamente para aplicação no produto aqui gerado, a fim de otimizar seu peso e dimensões, eliminando possíveis funções existentes nos modelos comerciais que não serão necessárias à finalidade deste projeto.

## Fontes Alternativas de Energia

A autossuficiência energética requerida pelo produto a ser projetado e a irregularidade, quando não a ausência, de fornecimento elétrico constante durante as ocasiões de transporte dos imunobiológicos sinaliza para a necessidade de fontes alternativas de obtenção e armazenamento de energia para o sistema de refrigeração que deverá compô-lo.

Os módulos Peltier funcionam apenas com corrente contínua (DC), aliando-se isso ao fato de que o produto passará por situações onde não poderá estar conectado a uma fonte de alimentação elétrica, necessitando de um núcleo energético próprio; a alimentação por meio bateria recarregável torne-se a ideal.

Já para o recarregamento desta bateria o uso de fonte chaveada bivolt, por apresentar menores índices de perda de potência e maior eficiência, é o mais recomendado. Como para potencializar sua capacidade de refrigeração mas mantendo-se numa faixa segura de potência, a maioria das pastilhas comerciais são projetadas para funcionar a 12v, além de ser recarregada na rede elétrica convencional também poderão ser utilizadas como fonte de energia as baterias dos carros e barcos que dão acesso às comunidades.

## Isolamento térmico

A manutenção das condições ideais de conservação dos imunobiológicos em transporte sofre influência de vários fatores que devem ser considerados, tais como: umidade, luz, trocas de calor com o ambiente externo, temperatura ambiente, distância e tempo em transito, via e condições de transporte e o quantitativo total da carga a ser transportada; sendo o isolamento térmico fator determinante para a preservação da temperatura destes medicamentos, assim como fator

importantíssimo para o bom funcionamento de todo e qualquer sistema de refrigeração, uma vez que este precisará trabalhar menos para manter a temperatura interna, gerando economia de energia no sistema.

Para a conservação de um sistema que possua uma temperatura inferior à do meio ambiente, é necessário a criação de resistências térmicas elevadas, para que assim seja reduzido o fluxo natural de calor que tende levar a um equilíbrio térmico dos corpos (COSTA, 1986, pg. 19 apud KRONBAUER, 2013, pg.28).

Esta resistência térmica é conseguida através de materiais chamados termoisolantes que, devido a sua estrutura geralmente porosa, possuem baixo coeficiente de condutividade térmica ao dificultar a movimentação do ar existente em seus espaços vazios aprisionando-o e impedindo o processo de convecção<sup>4</sup>.

São consideradas propriedades de um bom isolante térmico: baixa condutividade térmica; não sofrer fisicamente influência da temperatura em que é aplicado; não ser combustível; ter baixa permeabilidade ao vapor da água; baixa massa específica; estabilidade química e resistência mecânica compatível com o seu uso.

Existe ampla variedade de materiais considerados termoisolantes mas, os mais comumente aplicados a soluções ligadas a refrigeração são o Poliestireno Expandido (EPS) e o Poliuretano (PU). Além desses plásticos expandidos, sabe-se que outros materiais colaboram para preservação de temperaturas dificultando trocas térmicas, como por exemplo o alumínio, o aço e mantas térmicas, como as de espuma elastomérica e as de lã de vidro.

A definição de um bom isolamento térmico para qualquer sistema provido de unidade de refrigeração depende de algumas variáveis, tais como: espessura do isolante, diferença entre a temperatura interna do sistema e a do ambiente e coeficiente de condutividade térmica do material.

A fim de potencializar o sistema termoelétrico de refrigeração do produto que aqui será desenvolvido optou-se pela utilização não só de um único material, mas sim de um combinado de materiais termoisolantes, havendo ganhos tanto em termos da capacidade de isolamento quanto da espessura final do sistema.

Levando em consideração principalmente os coeficientes de condutividade térmica e peso do material, será aplicado neste produto um composto formado por camadas de alumínio e espuma de poliuretano; aliando-se assim a baixa densidade e baixa condutividade térmica do poliuretano ( $40 \text{ Kg/m}^3 \times 20 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$ ) com a leveza e boa capacidade de preservação de temperaturas do alumínio.

---

<sup>4</sup> Convecção: movimento de massas de fluido, trocando de posição entre si.

## 2.4 Levantamento de Materiais

Para o levantamento de materiais aplicáveis ao produto a ser desenvolvido foi necessário levar em consideração alguns pré-requisitos importantes, tais como: o material deverá ter boa resistência mecânica, uma vez que estará sujeito à impactos e deverá ser capaz de proteger os produtos nele acondicionados, deverá apresentar o mais baixa possível taxa de condutividade térmica a fim de contribuir para potencialização da refrigeração, ter baixa massa específica favorecendo a leveza do produto, ser incombustível e de fácil higienização.

A partir destes critérios tem-se os seguintes materiais passíveis de utilização nas carenagens e peças do produto:

### Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)

Boa absorção de impactos mesmo em baixas temperaturas, porém a exposição à luz ultravioleta (UV) leva a um gradual amarelamento, com posterior fissuramento superficial e degradação das propriedades mecânicas; densidade de 1,01 a 1,05 g/cm<sup>3</sup>; condutividade térmica de 0,17 W/m<sup>o</sup> K; possui queima lenta; além desses fatores, apresenta excelente acabamento superficial e custo médio.

**Processos mais indicados:** extrusão de laminados, injeção e termoformagem. Permite fácil usinagem, colagem, pintura, impressão, metalização e outros tipos de acabamentos.

### Polycarbonato (PC)

Densidade de 1,2 g/cm<sup>3</sup>; notável resistência ao impacto; condutividade térmica de 0,19 W/m<sup>o</sup> K; excelente isolante elétrico; boa resistência a detergentes e agentes de limpeza devendo ser evitados apenas produtos muito alcalinos; apesar de, como todo polímero, ser agredido pela ação dos raios UV, esta degradação acontece apenas na superfície atacada, não penetrando mais que 0,8 a 1,3 mm na peça; possui queima lenta, baixa absorção de umidade.

**Processos mais indicados:** Extrusão de laminados e perfilados, injeção e termoformagem. Aceita usinagem, pintura, decoração e possui boa pigmentação.

### Polietileno (PE)

Excelente resistência ao impacto e ao ataque de produtos químicos, porém apresenta baixa resistência aos raios UV; densidade de 0,92 a 0,94 g/cm<sup>3</sup>; condutibilidade térmica em 0,17 W/m<sup>o</sup> K.

**Processos mais indicados:** extrusão de laminados e perfilados, sopro, injeção e rotomoldagem. Difícil de ser usinado; em virtude de sua superfície parafinada tanto a pintura quanto a colagem devem ser feitas com o auxílio de calor.

### Alumínio

Uma das mais baixas densidades entre os metais não ferrosos, 2,7 g/cm<sup>3</sup>; excelente condutor de calor, 204 W/m<sup>o</sup> K, mas também de frio; ótimo condutor elétrico; possui autoproteção a corrosão; alta refletividade de luz e calor e é quimicamente atacado por álcalis.

**Processos mais comuns:** Dependendo do formato em que a liga se encontra, poderá passar pelos processos de fundição, extrusão, estampagem de corte e deformação, trefilação, calandragem e usinagem.

## 2.5 Análise de Produtos Similares

Esta análise tem por objetivo observar em produtos existentes no mercado até que ponto as necessidades para transporte de imunobiológicos são supridas, que características destes produtos podem ser mantidas e em que pontos devem ser buscadas melhorias.

Uma vez que não foi identificada a existência de nenhum produto especificamente direcionado ao transporte refrigerado e termicamente controlado de imunobiológicos, para fins de análise comparativa optou-se pela avaliação de dois tipos de produtos que, dentro de suas particularidades, apresentam características importantes nos sentidos de obtenção, manutenção e controle de temperatura; são eles:

- **Caixas térmicas:** confeccionadas em materiais isolantes térmicos, são atualmente utilizadas nos processos de transporte em várias instâncias dentro da rede de frio;
- **Refrigeradores termoelétricos:** por possuírem sistema de refrigeração de pequeno porte e serem destinados ao transporte conveniente de produtos que necessitem de temperaturas adequadas.

## Tabela I

## Tabela 2

## 2.5.1 Conclusão

Foram destacadas nas tabelas pontos diferenciais e importantes de cada produto que devem ser considerados quando da geração de alternativas do projeto e, a seguir, estão descritas as observações referentes a cada categoria analisada.

### Caixas térmicas:

Destacam-se três modelos que apresentam características importantes para o projeto.

Os produtos “1” e “4” são os únicos que possuem sistema para monitoramento da temperatura (Datta Logger no 1 e termômetro de máxima e mínima no 4) mas, além de possuir a melhor relação entre suas dimensões, peso e capacidade, o produto número “4” se sobressai por apresentar melhor e mais resistente mecanismo para transporte.

Destaca-se também o fato do produto número 7 possuir revestimento em aço inoxidável, material que potencializa o isolamento térmico e a refrigeração, mas este possui dimensões e peso muito acima do suportado para condições de transporte requeridas pelo projeto.

### Refrigeradores termoelétricos:

Neste caso observou-se uma maior homogeneidade entre as características dos produtos analisados mas, ainda assim, foi possível eleger dois modelos que destacaram-se dos demais em certos aspectos.

O produto número “4” apresenta duas características importantes no que diz respeito a qualidade de refrigeração e manutenção da temperatura; a primeira delas é que, assim como em outros modelos analisados, seu sistema refrigerador está localizado na parte superior do produto, o que favorece uma distribuição mais homogênea da temperatura (uma vez que o ar frio, por ser pesado, tende a descer) e uma melhor dissipação do calor gerado (já que o ar quente, por ser mais leve, tende a subir).

O outro aspecto importante apresentado pelo refrigerador número “4” é que este é revestido com alumínio, material que sabe-se tem a capacidade de colaborar para a manutenção da temperatura interna da caixa, otimizando seu sistema de isolamento térmico.

Já o item número “5” foi o que apresentou melhor relação “dimensões X peso X capacidade” levando-se em consideração que o produto a ser desenvolvido deve

adequar-se às capacidades humanas de levantamento e transporte de cargas. Porém, por tratar-se de uma espécie de bolsa, sua estrutura não é rígida o suficiente para garantir segurança na acomodação de cargas frágeis e seu isolamento térmico não é tão eficiente quanto o necessário, além disso a disposição do sistema de refrigeração na lateral não é a ideal.

Uma vez que em ambas as categorias foram identificados produtos com características importantes e relevantes para o projeto, optou-se pela realização de uma outra análise (Figura 22), agora para definir que produto seria o mais adequado para as análises posteriores. Esta levou em consideração o atendimento as funções prática, estética e simbólica de um produto desta natureza, elegendo aquele que melhor atenderia a cada uma delas.



Figura 26: Análise do produto x função.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na pesquisa realizada.

As análises estrutural/funcional e de sistemas funcionais serão realizadas com base no refrigerador termoelétrico (modelo número “4” – Mobicool Q40) e, que a análise ergonômica, por sua vez, ofereceria maiores informações se realizada com o auxílio da caixa térmica (também modelo número “4” – Incoterm), já que esta possui dimensões e alça mais confortáveis e favoráveis ao transporte pelos indivíduos que venham a manipula-la.

## 2.6 Análise Estrutural e Funcional

**Nome do produto:** Refrigerador Termoelétrico

**Função Global:** Acondicionar produtos em meio refrigerado

**Classificação das funções:** 1- Função Prática: Indicada por seus sistemas funcionais, como o de refrigeração e isolamento térmico e, por seus elementos de uso, tais como pegas e tampa.

2- Função Estética: Simbolizada por suas cores (cinza claro e cinza metalizado) e acabamentos superficiais (liso e brilhoso).

3- Função Simbólica: Não possui.

**Partes principais:** 1- Carenagem: Dividida entre tampa e a caixa em si têm as respectivas funções básicas de proteger o conteúdo interno e vedar o recipiente e de proteger os produtos nela acondicionados. Além de isolar e camuflar os sistemas de refrigeração e isolamento térmico.

2- Sistema de refrigeração: Como o próprio nome sugere, tem a função básica de refrigerar o interior da caixa.

3- Alças: Função básica de auxiliar no levantamento e transporte do produto.

Uma vez que não foi possível ter acesso ao refrigerador Mobicool Q40 e, desta forma, determinar com clareza como ocorre a hierarquização de suas peças e componentes, optou-se pela análise destes por subsistemas, de acordo com suas funções, o que contou com o auxílio de imagens disponíveis na internet.

## Tabela de análise estrutural

## Conclusão

Através desta análise foi possível perceber que o refrigerador termoelétrico é um produto relativamente simples, sem muitas partes ou componentes.

A sua complexidade fica a cargo do sistema de refrigeração utilizado e do formato de algumas peças, como a tampa que, devido à sua função de vedação do sistema, possui um maior rebuscamento (o que é muito bem resolvido através do seu processo de fabricação por rotomoldagem).

É importante destacar que a presença de apenas um núcleo de refrigeração e o fato deste estar disposto de forma não centralizada no produto pode gerar problemas na distribuição e homogeneidade de sua temperatura interna; sendo assim, esta disposição deverá ser repensada quando da geração de alternativas no projeto.

Por fim, outro fator relevante à localização do sistema termoelétrico é que, apesar da parte superior do produto ser a ideal para o posicionamento do mesmo, segundo destacou o professor Raimundo Freire de Engenharia Elétrica é preferível que o núcleo de refrigeração fique em uma estrutura fixa, que não requeira movimentação. Desta forma, há-se uma indicação formal que sugere uma nova disposição para o que seria o meio de acesso ao interior e, conseqüentemente, para a tampa do produto a ser desenvolvido.

## 2.7 Sistemas Funcionais

Os sistemas funcionais são os canais de interação físico/prático entre homem e produto. A seguir são analisados os que configuram o refrigerador termoelétrico Mobicool Q40.

## SISTEMAS FUNCIONAIS

### ALÇA

O refrigerador dispõe de duas alças dispostas paralelamente nas laterais do produto; estas são feitas em aço e possuem um revestimento em borracha que fornece maior atrito com a mão do usuário, além de tornar a pega um pouco mais confortável.

Possuem formato cilíndrico não anatômico e são fixadas através de placas, também de aço, e de rebites.



### TAMPA

A tampa é do tipo bipartida o que, de certo modo, contribui para preservação da temperatura interna do refrigerador diminuindo a área para entrada de calor vindo do meio externo. Seu formato interno favorece a vedação do sistema, mas não dispõe de nenhum material específico para este fim; também não é provida de travas. Em uma das partes da tampa está acoplado o sistema de refrigeração, por isso, possui aberturas em sua parte posterior para saída do ar quente. Nesta mesma peça encontra-se um compartimento onde ficam guardados os cabos para alimentação elétrica do sistema.



### SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

Sistema de refrigeração termoelétrico por pastilhas Peltier (exemplo na imagem à direita) acoplado a uma das partes da tampa do produto.

Pode ser alimentado tanto a 12V, conectado à automóveis através do acendedor de cigarros, quanto a 110/220V diretamente à rede elétrica com o auxílio de uma fonte. Consumo estimado em 48W.



### DIVISÓRIAS

O refrigerador dispõe de divisórias removíveis. Estas são feitas em material plástico e encaixam-se às paredes internas da caixa.



Figura 28: Sistemas funcionais do refrigerador Mobicool Q40.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na pesquisa realizada.

## 2.8 Análise Ergonômica

A análise ergonômica aqui desenvolvida tem ênfase nas relações de usabilidade (pegas e manejos) e entre as dimensões do produto e usuário (análise antropométrica); uma vez que, além de proporcionar o acondicionamento ideal para os imunobiológicos, também é de fundamental importância que o produto possibilite facilidade no seu uso e condições adequadas de manipulação por parte dos agentes de saúde, estando de acordo com as capacidades e medidas padrão estipuladas para o público alvo deste projeto.

Uma vez que não se teve acesso ao produto alvo desta análise, a caixa térmica da marca Incoterm, ela foi realizada com o auxílio de modelo volumétrico elaborado, em isopor com base nas dimensões disponibilizadas pela marca na internet e, compreende apenas as tarefas que dizem respeito ao seu transporte e utilização do visor do termômetro.

### Análise Antropométrica

Os procedimentos realizados para utilização da caixa são completamente influenciados pela capacidade de acondicionamento da mesma e, conseqüentemente, do peso final representado por esta e pelo material nela contido.

Nenhuma das observações e recomendações a serem feitas na análise de usabilidade terão efeito se a carga final do conjunto “caixa+conteúdo” ultrapassarem a capacidade máxima de peso para levantamento e transporte por parte do público alvo estipulado. Para a identificação destes parâmetros faz-se necessária análise de caráter antropométrico.

Segundo Lida (2005) a capacidade de levantamento de carga é influenciada pela localização em relação ao corpo e outras características como formas, dimensões e facilidade de manuseio e, que as mulheres possuem aproximadamente metade da força dos homens para levantamento de pesos.

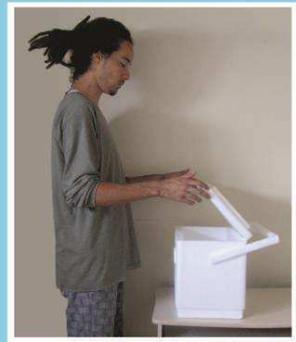
Aqui será adotado como valor de referência o estabelecido pela equação de NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health - EUA*) que determina que para o levantamento no plano sagital, de uma altura de 75cm do solo, para um deslocamento vertical de 25cm, segurando-se a carga a 25cm do corpo o peso ideal é de 23Kg, carga esta aceitável para 99% dos homens e 75% das mulheres sem provocar nenhum dano físico, em trabalhos repetitivos (Lida 2005). Este valor também é o adotado em relação ao transporte de carga unitária.

Como o peso final da carga a ser transportada dependerá do peso do produto e da quantidade de imunobiológicos nele acondicionados, este valor poderá ser alterado na fase de ante-projeto através do cálculo da equação de NIOSH, mas não deverá ultrapassar o valor de referência acima citado.

Em se tratando das questões de manuseio devem ser adotadas, de preferência, pegas do tipo “agarrar” e sua disposição no produto deve induzir o posicionamento simétrico da carga em relação ao corpo do usuário. Segundo Dreyfuss (2005) a medida ótima para o diâmetro destas pegas é o mesmo para homens e mulheres e está entre 32 e 38mm. Recomenda-se ainda que a superfície de contato ofereça aderência à mão.

## Análise de Usabilidade (Pegas e Manejos)

### 1º ABRIR/FECHAR A CAIXA



Ação: Levantar/abaixar a tampa  
Taxonomia da pega: Intermediária  
Movimento: Preênsil de força  
Manejo: Fino  
Desenho do Manejo: Geométrico  
Controle: Não há  
Fadiga: Não há.



Figura 29: Tarefa 1

Para iniciar o processo de acondicionamento de produtos no interior da caixa, faz-se necessário a abertura da mesma. Esta tarefa é realizada de pé e tanto pode utilizar-se de uma, quanto de duas mãos.

O cumprimento desta etapa não representa nenhuma dificuldade ou exige esforço, não gerando fadiga. O mesmo procedimento se repete para o fechamento da tampa.

### 2º SEGURAR A ALÇA



Ação: Suspender a caixa  
Taxonomia da pega: Empunhadura  
Movimento: Preênsil de força  
Manejo: Grosseiro  
Desenho do Manejo: Geométrico  
Controle: Não há  
Fadiga: Com a repetição da tarefa a suspensão da carga pôde gerar desconfortos no ombro do usuário.



Figura 30: Tarefa 2

O levantamento da caixa deve preferencialmente ocorrer com esta estando disposta sobre uma mesa ou bancada. Para realização desta tarefa o produto oferece apenas uma alça, de formato retangular (não anatômico), que é fixada nas laterais do mesmo e está disposta centralizadamente em relação à sua extensão, o que evita que ocorra maiores tensões para um lado ou outro do produto.

Esta atividade é realizada de pé, com o auxílio de apenas uma das mãos, com o braço flexionado e exige a aplicação de força. A médio e longo prazo a repetição desta tarefa somada ao peso da carga podem gerar desconfortos no ombro e cotovelo do usuário.

### 3º TRANSPORTAR A CAIXA

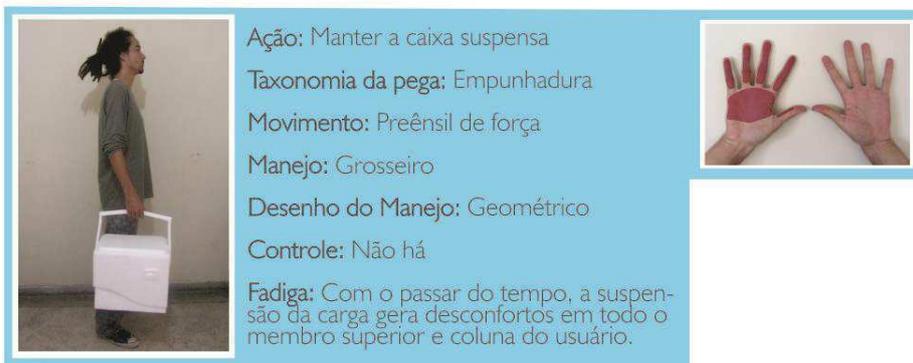


Figura 31: Tarefa 3

Esta tarefa é realizada de pé, em movimento e com o braço estendido. A carga é transportada utilizando apenas uma das mãos; o que representa uma distribuição desproporcional do peso em relação ao eixo corporal, que pode vir a causar, inicialmente, dores em todo o membro superior e coluna do usuário e, a longo prazo, lesões e problemas posturais

Por fim, o formato geométrico da pega e o fato desta ser feita em material rígido faz com que, somados o tempo de realização da tarefa e o peso da carga, ocorram dores na mão.

### CONFERIR A TEMPERATURA



Figura 32: Tarefa 4

Este é um procedimento que ocorre várias vezes durante a utilização da caixa quando de seu transporte e, geralmente, é realizada com o usuário estando de pé.

A localização do visor do termômetro na face frontal da caixa exige a rotação máxima (para baixo) de cabeça e olhos mas, ainda assim, não permite sua boa visualização, sendo necessário que a pessoa se abaixe e/ou afaste-se para concluir a tarefa; o que além de contraproducente é incômodo levando em consideração a repetitividade da ação.

Outra questão a ser observada é que, caso seja necessário conferir a temperatura enquanto o usuário carrega a caixa, esta localização do visor exige que seja feito o levantamento do produto até que este esteja ao alcance da visão; procedimento que exige grande aplicação de força e flexão do cotovelo.

## Conclusão

As tarefas necessárias ao transporte da caixa não possuem complexidade mas exigem força e causam desgastes a longo prazo que podem gerar lesões e dores no usuário.

O fato da pega não possuir adaptação à anatomia da mão humana contribui para desconfortos quando somam-se tempo de realização da tarefa e peso da carga, sendo mais indicada assim, para este tipo de situação, uma pega antropomorfa em detrimento da geométrica.

A exigência de realização da tarefa com o usuário de pé requer que a caixa esteja em cima de mesas ou bancadas para se evitar que más posturas sejam realizadas e, o ato de suspender e transportar o produto utilizando apenas um dos membros superiores pode gerar lesões e problemas posturais, sendo indicado o estudo de formas mais proporcionais e simétricas de distribuição desta carga em relação ao eixo corporal.

Como pôde ser observado na figura 28 a visualização das informações do termômetro é completamente prejudicada pela localização de seu visor, esta obriga o usuário a rotacionar cabeça e olhos em seu máximo alcance e, mesmo assim, não garante a visibilidade ideal; deste modo, faz-se necessário repensar a disposição deste item entendendo-se que, como a tarefa é realizada com o usuário sempre estando acima do produto, a melhor posição seria em sua parte superior.

## 2.9 Diretrizes do Projeto

Ao término das análises e de suas respectivas conclusões foi possível identificar os pontos para intervenção neste projeto a fim de se gerar soluções que resultem em um produto capaz de manter as condições ideais de conservação de imunobiológicos em transporte, seja nas questões de manutenção da temperatura ou de acondicionamento, permitindo o uso seguro deste por parte dos indivíduos que por ventura venham a manuseá-lo.

Através das conclusões das análises realizadas foram destacadas as características desejadas para o novo produto a ser desenvolvido e os requisitos, e seus respectivos parâmetros, que conduzirão o processo de geração de conceitos.

### Características Desejáveis

Em se tratando de sua função principal, o produto deverá proporcionar acondicionamento seguro dos imunobiológicos tanto no que diz respeito à forma de disposição destes quanto à manutenção de sua temperatura ideal de conservação entre 2°C e 8°C. Além disso, deverá permitir o controle e monitoramento contínuo de sua temperatura interna.

Já no que diz respeito a suas funções práticas deverá oferecer aos profissionais de saúde, que por ventura venham a manipulá-lo, condições ideais de transporte ao possuir dimensões e peso adequados aos parâmetros ergonômicos recomendados.

Para as funções estéticas, o produto a ser desenvolvido deverá apresentar aspecto visual que, através de suas cores e acabamentos superficiais, transmitam a ideia de higiene.

## 2.9.1 Requisitos e Parâmetros

REQUISITOS E PARÂMETROS		
	REQUISITO	PARÂMETRO
SIST. FUNCIONAIS	Possuir sistema de controle e monitoramento da temperatura	Data Logger.
	Posicionar o sistema de refrigeração na parte superior do produto e em uma estrutura fixa.	O acesso as vacinas não poderá ser feito através da face superior do produto.
	Possuir sistema de isolamento térmico	Aplicação de camadas de espuma de Poliuretano e alumínio.
	Apresentar informações referentes ao funcionamento do sistema de refrigeração	Informar a temperatura interna, o status da bateria e o acionamento do sistema.
TÉCNOLÓGICO	Ser dotado de sistema de refrigeração capaz de ser incorporado a estruturas de pequeno porte.	Possuir sistema de refrigeração eletrônico baseado nas pastilhas Peltier.
	Possuir núcleo energético próprio.	Utilizar bateria recarregável e fonte bivolt.
ERGONÔMICO ANTROPOMÉTRICO USABILIDADE	Possuir pegas que proporcionem distribuição simétrica da carga em relação ao eixo corporal no ato do transporte e que seu uso seja confortável.	Pegas com desenho anatômico e/ou com superfície aderente à mão, dispostas simetricamente no produto.
	Proporcionar fácil e clara visualização das informações referentes à temperatura.	Visor disposto na face superior do produto.
	Possuir peso final (produto + carga) que atenda à máxima capacidade humana de levantamento e transporte de cargas.	Peso final máximo de 23kg.
	Ter pegas adequadas às medidas das mãos do usuário.	Possuir entre 32 e 38mm (valores válidas para homens e mulheres).
MATERIAIS	Utilizar material leve, resistente à impactos e intempéries, com baixa condutividade térmica e de fácil higienização.	Policarbonato para a parte externa e Alumínio para parte interna.

Figura 33: Requisitos e Parâmetros.

### 3 Anteprojeto

Na etapa de anteprojeto foram pensadas alternativas capazes de suprir as necessidades referentes ao transporte de imunobiológicos, atendendo da melhor maneira possível aos requisitos e parâmetros definidos para este projeto.

Devido à complexidade e interdependência dos fatores que envolvem o produto em questão, o atendimento aos requisitos foi realizado por etapas, foram elas:

1º Desenvolvimento de conceitos iniciais levando em consideração o atendimento aos requisitos básicos de: localização do sistema de refrigeração e localização do acesso ao interior do produto;

2º Definição da capacidade do produto e de suas dimensões internas com base na configuração formal do conceito pré-escolhido;

3º Definição do layout interno do sistema e das medidas externas;

4º Aprimoramento da forma e concepção de sistemas funcionais;

A imagem a seguir mostra em que etapas cada requisito foi abordado.

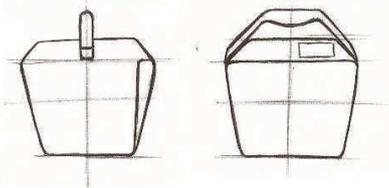
ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DO PROJETO		
	REQUISITOS	ETAPAS
ERGONÔMICOS SIST. FUNCIONAIS	Posicionamento do sistema de refrigeração	1º
	Isolamento térmico	3º
	Sistemas de Informação	4º
	Transporte confortável e distribuição simétrica da carga em relação ao eixo corporal.	4º
	Visualização das informações	4º
	Peso final do produto+carga com no máximo 23kg.	2º

Figura 34: Atendimento aos Requisitos e Parâmetros do projeto.

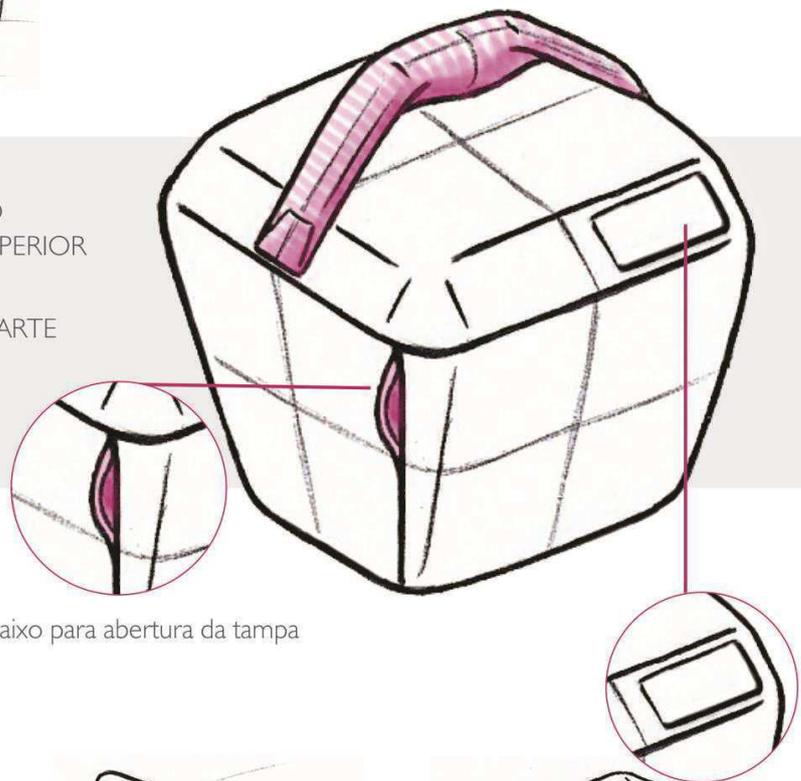
## 3.1 Geração de conceitos

### CONCEITO I

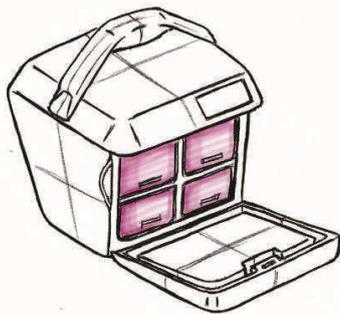
#### ESTUDO DAS VISTAS



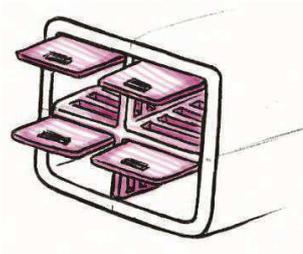
- SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO LOCALIZADO NA PARTE SUPERIOR DO PRODUTO
- ACESSO AS VACINAS PELA PARTE FRONTAL
- ALÇA COM PEGA AMORFA



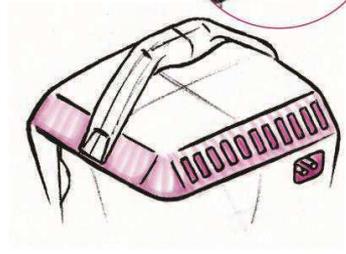
Rebaixo para abertura da tampa



As vacinas são dispostas em quatro compartimentos dotados de tampas articuladas que, por sua vez, fazem a contenção dos frascos.



A separação dos tipos de vacina é feita através de uma peça central, esta é gradeada para melhor circulação do ar frio.

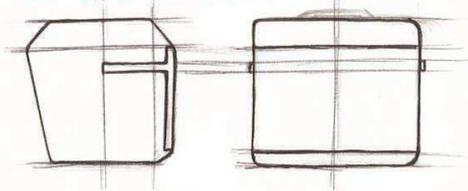


Possui forma com área inclinada que favorece a visualização das informações do visor e a saída do ar quente gerado pelo sistema de refrigeração

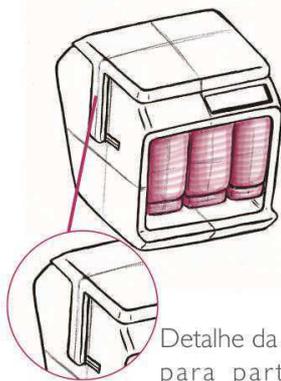
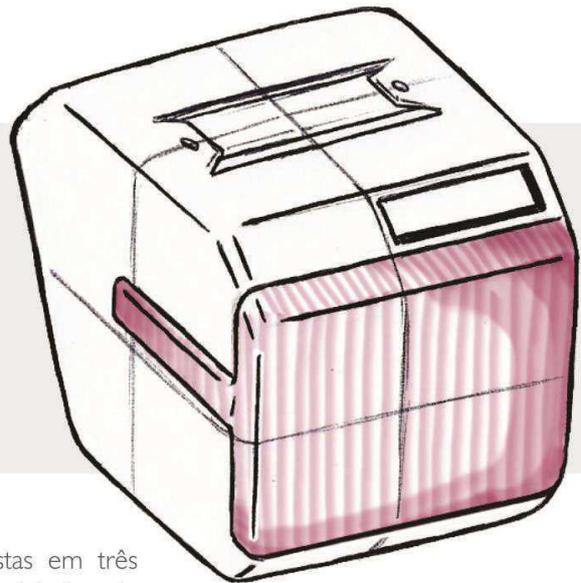
Figura 35: Conceito I.

## CONCEITO 2

### ESTUDO DAS VISTAS

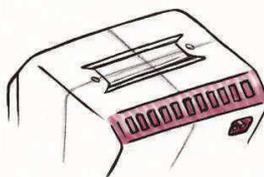


- SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO LOCALIZADO NA PARTE SUPERIOR DO PRODUTO
- ACESSO AS VACINAS PELA PARTE FRONTAL
- TAMPA QUE ABRE E DESLIZA PARA CIMA DO PRODUTO



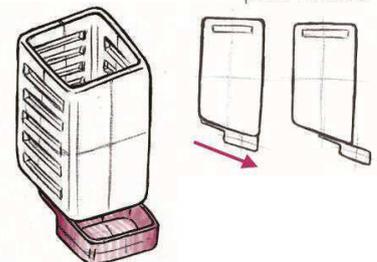
As vacinas são dispostas em três recipientes, estes são dotados de gavetas por onde estas são retiradas. Ao permitir a saída de apenas um frasco por vez, este sistema favorece a preservação da temperatura destes medicamentos.

Detalhe da tampa que desliza para parte superior do produto quando aberta.



Inclinações nas faces frontal e traseira do produto facilitam a visualização das informações do visor e a saída do ar quente gerado pelo sistema de refrigeração.

Vista lateral dos recipientes para vacinas

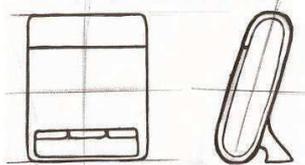


O sistema de saída das vacinas utiliza a gravidade para que os frascos, um por vez, caiam no recipiente da gaveta. Uma estrutura na própria gaveta impede que, quando aberta, mais frascos saiam do recipiente.

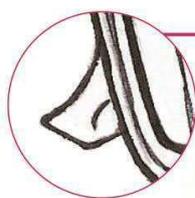
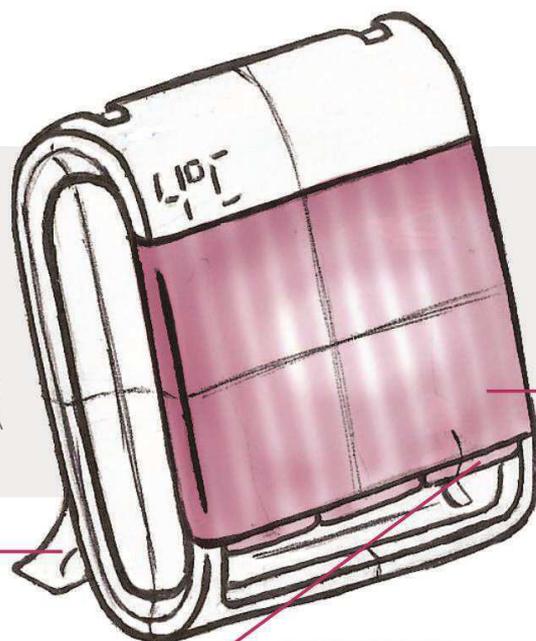
Figura 36: Conceito 2.

## CONCEITO 3

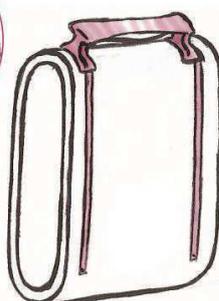
### ESTUDO DAS VISTAS



- SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO LOCALIZADO NA PARTE SUPERIOR DO PRODUTO
- ACESSO AS VACINAS PELA PARTE FRONTAL
- INCLINAÇÃO PARA MELHOR VISUALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO VISOR É DADA PELA INCLINAÇÃO DE TODO O PRODUTO



A alça do produto desliza sobre sua face posterior e trava próximo à base, servindo como apoio para inclinação do mesmo.



Gaveta para saída dos frascos



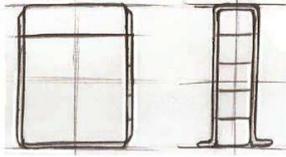
Quando aberta, a tampa traz consigo o recipiente que contém as vacinas; este é dividido em três partes através de duas peças gradeadas.

A retirada das vacinas é feita sem a necessidade de abertura da tampa. Como são separadas por recipiente, a manipulação de um deles não interfere na temperatura dos outros.

Figura 37: Conceito 3.

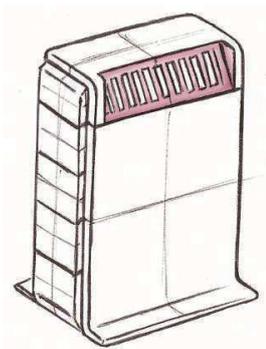
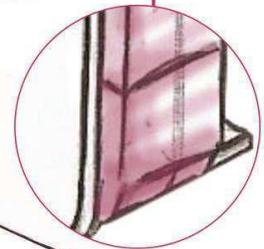
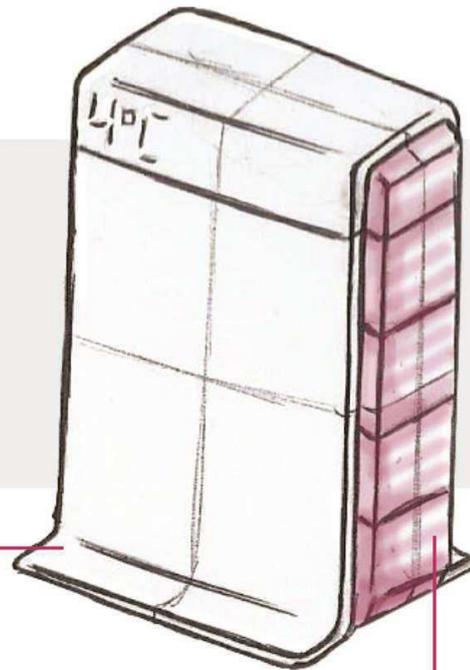
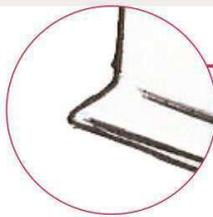
## CONCEITO 4

### ESTUDO DAS VISTAS

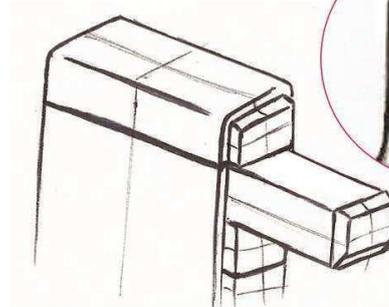


- SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO LOCALIZADO NA PARTE SUPERIOR DO PRODUTO
- ACESSO AS VACINAS POR UMA DE SUAS FACES LATERAIS
- POSSUI GAVETAS DE ACESSO INDIVIDUAL

A estabilidade do produto é conseguida através de "pés" que se projetam nas faces frontal e posterior da base.



A área para saída do ar quente gerado pelo sistema de refrigeração fica na face posterior, esta é inclinada e não segue a forma do produto.



As vacinas são acondicionadas em quatro gavetas independentes e que saem da lateral do produto. Esta disposição do acesso aos frascos diminui a área de troca de calor com o ambiente.

Figura 38: Conceito 4.

## Escolha do conceito

Para melhor observar comparativamente as características dos conceitos propostos, foram destacados na imagem a seguir os pontos fortes e fracos mais relevantes de cada um deles.

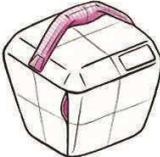
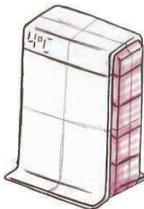
PONTOS FORTES E FRACOS DE CADA CONCEITO		
CONCEITOS	P. FORTES	P. FRACOS
	Inclinação na forma do produto favorece a visualização do visor.	A forma como as vacinas são dispostas não é segura, estas ficam completamente soltas dentro dos compartimentos.  A tampa apresenta grande área de troca de calor com o meio externo.
	Recipientes independentes e com saída de vacinas por gravidade.  A saída de um frasco por vez preserva a temperatura dos demais.	A tampa apresenta grande área de troca de calor com o meio externo.
	Recipientes independentes e com saída de vacinas por gravidade.  A saída de um frasco por vez preserva a temperatura dos demais.	A tampa apresenta grande área de troca de calor com o meio externo.
	Gavetas independentes que quando abertas não comprometem a temperatura interna das demais.  Gavetas dispostas na lateral e que diminuem o tamanho da área para troca de calor com o meio externo.	Quando a gaveta é aberta todo o seu conteúdo está exposto ao calor do meio externo.

Figura 39: Comparação dos pontos fracos e fortes de cada conceito.

Nos quatro conceitos propostos inicialmente buscou-se conciliar as localizações do sistema de refrigeração e do acesso ao conteúdo interno, de modo que se pudesse potencializar ao máximo a refrigeração e evitar as perdas de temperatura com o ambiente.

Uma vez que foi pré-estabelecida a disposição do sistema na parte superior do produto, todos os conceitos obedeceram esta determinação. Desta forma, foram adotados como critérios para escolha da melhor alternativa até aqui apresentada a localização e o tipo de sistema para retirada das vacinas.

Levando em conta estes aspectos, o conceito escolhido para desenvolvimento nas próximas etapas do projeto foi o conceito número quatro (Figura 40); tal escolha foi tomada devido os seguintes fatores:

- O conceito possui formato retangular, o que o torna mais compacto em relação a algumas das outras propostas e facilita o seu transporte;
- O acesso as vacinas é feito pela lateral do produto. Esta face apresenta uma menor área de troca de calor com o ambiente externo e, por isso, garante uma maior preservação da temperatura interna;
- O fato de suas gavetas serem independentes e a manipulação de uma delas não interferir nas condições do conteúdo das demais também contribui para preservação da temperatura das vacinas acondicionadas.

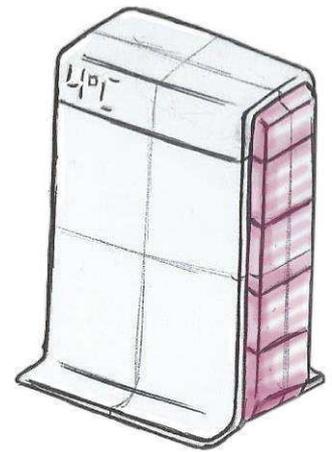


Figura 40: Conceito escolhido.

## 3.2 Capacidade do produto

Uma vez escolhido o conceito a partir do qual serão desenvolvidos os outros sistemas do produto, partiu-se para determinação da quantidade de vacinas que este poderia comportar pois, a partir deste número, seria possível estipular as dimensões internas e o volume geral da área a ser refrigerada, além das dimensões gerais do produto.

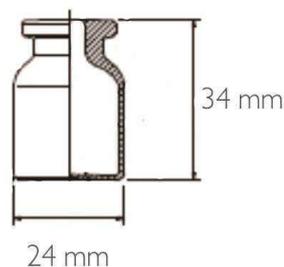
Tomando como referência o formato retangular característico do conceito número 4, levando em consideração as dimensões de outros componentes presentes no produto (como a bateria – 151mm x 65mm x 95mm) e obtendo auxílio de profissional da área de matemática, foram realizados cálculos que tiveram como ponto de partida as dimensões de uma das embalagens primárias disponibilizadas pelo PNI (Figura 42).

Escolheu-se para aplicação nos cálculos a embalagem do tipo frasco ampola, por esta ser a mais frequentemente utilizada no âmbito do Programa Nacional de Imunizações, e o volume de 6,5ml, o maior disponível para embalagens dessa natureza.

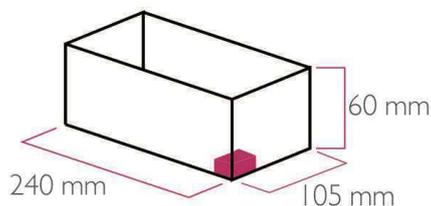
Nesta etapa foi necessário conciliar a determinação de uma quantidade satisfatória de imunobiológicos a serem transportados e as dimensões/peso do produto que precisariam ser adequados ao seu transporte.

## CÁLCULOS DE CAPACIDADE DO PRODUTO

FRASCO DE 6,5ML



GAVETA



QUANTIDADE DE FRASCOS POR GAVETA



Quant. de gavetas: 4      Quant. de frascos por gaveta: 60  
Quant. total:  $4 \times 60 = 240$

CAPACIDADE DO PRODUTO: 240 FRASCOS (no mínimo 240 doses)

Figura42: Cálculo para determinar a capacidade do produto.

Uma vez que um único frasco pode conter de 1 até 100 doses, a depender do tipo de vacina, partiu-se do princípio que para cada frasco teríamos no mínimo uma dose; sendo assim, para as dimensões estipuladas, o produto será capaz de transportar no mínimo 240 doses. No caso de vacinas com 10 doses por frasco, por exemplo, o número de doses transportadas seria de 2400.

Uma vez definidas as dimensões das gavetas (240mm x 105mm x 60mm) chegamos também as seguintes dimensões internas do produto: 240mm x 105mm x 240mm que correspondem a um volume de pouco mais de 1,5L.

Como o peso resultante do produto e de seu conteúdo também é importante fator a ser considerado, principalmente quando lembramos das questões ergonômicas que envolvem o transporte de cargas; realizou-se consulta com uma profissional da área de farmácia para obter informações a respeito da densidade das vacinas e assim poder conhecer o peso representado por estes 240 frascos.

Segundo a farmacêutica Rayanne Santa Cruz, a maioria das vacinas possuem densidade menor que a da água então, sabendo-se que 1L de água corresponde a aproximadamente 1kg, tem-se que 1L de vacinas possuem peso inferior a 1Kg.

Adotando a densidade da água apenas a título de referência e somando os pesos dos demais componentes do sistema, constatou-se que o peso final do produto será bem inferior ao estipulado para o transporte de cargas que, como dito anteriormente na análise ergonômica deste relatório, é de no máximo 23kg.

Neste contexto, os maiores pesos a serem transportados são o das próprias vacinas e da bateria, que pesa aproximadamente 2kg; os outros componentes do sistema, tais como o material da carenagem, o isolamento térmico e os elementos do sistema de refrigeração (pastilhas, fios, exaustores, dissipadores, visor, circuito, conectores e sensores de temperatura) não representam grandes cargas.

### 3.3 Layout do sistema

Definidos o formato e as dimensões da área a ser refrigerada partiu-se para determinar como seriam distribuídos os elementos que compõem o sistema de refrigeração utilizado neste produto.

Contando mais uma vez com a orientação do professor do departamento de Engenharia Elétrica da UFCG desenvolveu-se o seguinte layout interno para o produto:

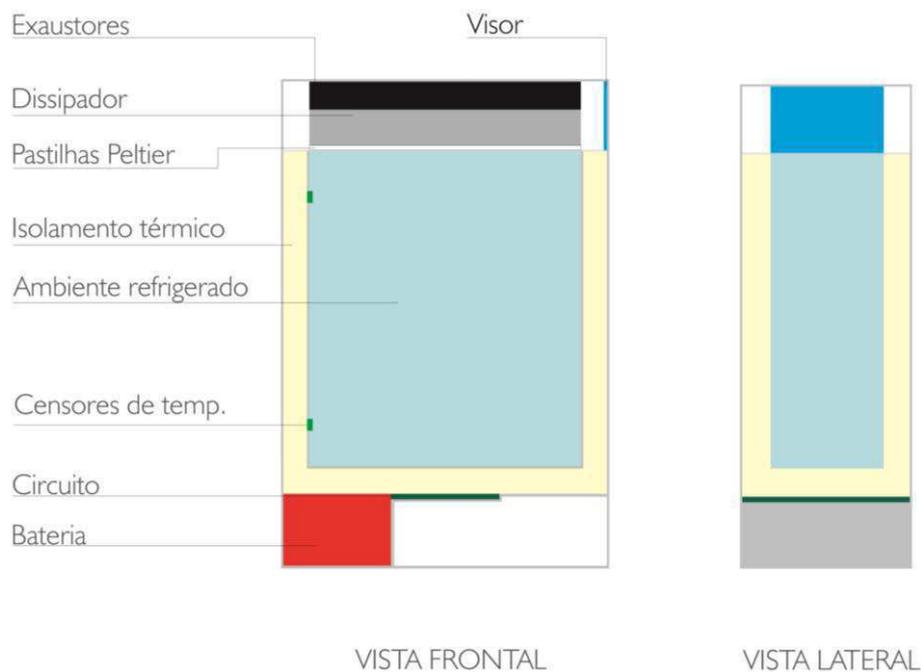


Figura 43: Layout do produto.

Os componentes do sistema de refrigeração em si (pastilhas Peltier, dissipadores e exaustores) foram dispostos, como já especificado anteriormente, na parte superior do produto; a bateria e o circuito eletrônico, por sua vez, foram colocados na parte inferior (a bateria devido ao seu peso – 2Kg - e o circuito por não poder estar em contato direto com o calor gerado pelo sistema de refrigeração).

Ainda foram dispostos, em uma das laterais, dois sensores térmicos para que seja feito um controle mais preciso da temperatura no interior de todo o produto.

### 3.4 Dimensões gerais do produto

Feita a distribuição dos componentes do sistema e sabendo-se das dimensões dos mesmos faltava apenas determinar a espessura do isolamento térmico para obtermos as dimensões gerais do produto.

A espessura ideal do isolamento térmico é determinada através de cálculos que levam em consideração:

- Tamanho da área a ser refrigerada;
- Temperatura interna prevista;
- Temperatura externa prevista;
- Densidade do isolante térmico, e
- Coeficiente de transmissão de calor.

Estes cálculos foram realizados pelo professor da área de térmica do Departamento de Engenharia Mecânica Celso Rosendo; este determinou que para um isolamento térmico em Espuma de Poliuretano seria necessária a espessura mínima de 2,6mm.

Será adotado neste projeto, por termos de segurança, um isolamento térmico com espessura total de 2,5cm (Espuma de poliuretano + alumínio).

Sendo assim, determinando as medidas das partes do produto de dentro pra fora, temos que o produto deverá ter as seguintes dimensões gerais:

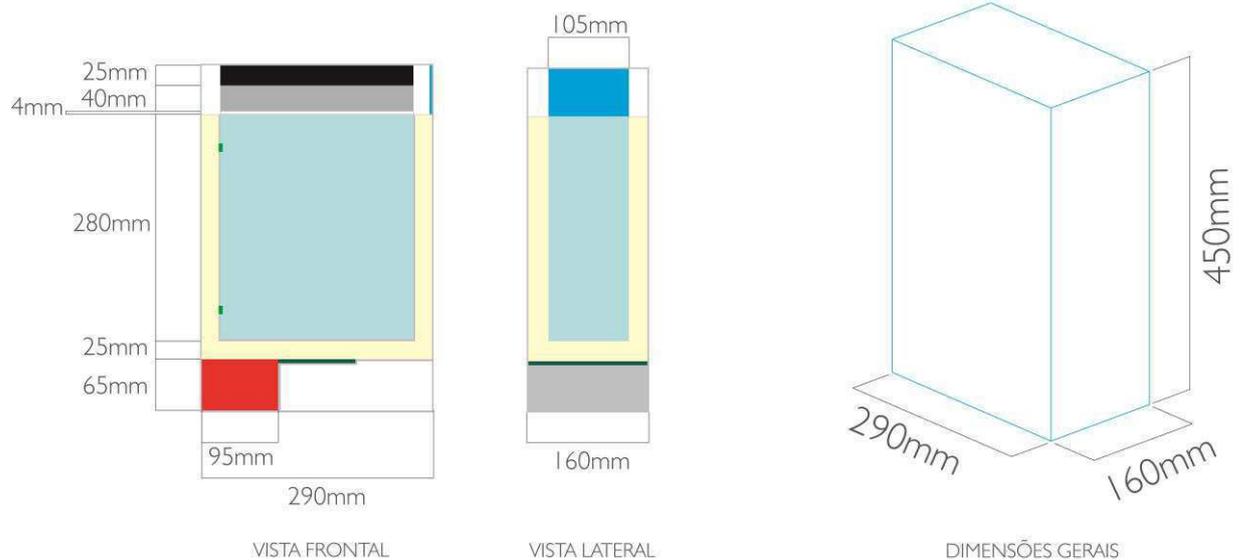


Figura 44: Dimensões gerais do produto

Ainda foi elaborado um modelo volumétrico a título de validação das dimensões propostas (Figura 45), com o auxílio deste recurso foi possível determinar que as medidas estipuladas (290mm x 450mm x 160mm) estão adequadas a todos os fatores que destas dependem, ou seja, a quantidade de vacinas a serem carregadas, a acomodação dos sistemas e, principalmente, o seu transporte.

### 3.5 Refinamento da forma

Todas as decisões tomadas até o momento usaram como referência apenas a configuração retangular estipulada para o produto. Com o auxílio de sketches e mockups foram desenvolvidos, nesta etapa, novas alternativas formais para o produto e seus sistemas mas, buscando a todo momento preservar as características dimensionais e estruturais pré-definidas.

Percebeu-se que, devido as dimensões do produto, principalmente sua altura, o transporte por meio de uma única alça não seria o mais ergonomicamente adequado, deste modo, propôs-se o desenvolvimento de uma estrutura com alças que possibilitassem que o usuário o transportasse nas costas. A adoção deste sistema proporciona uma distribuição mais homogênea do peso da carga em relação ao usuário e absorve melhor o impacto proveniente da caminhada.

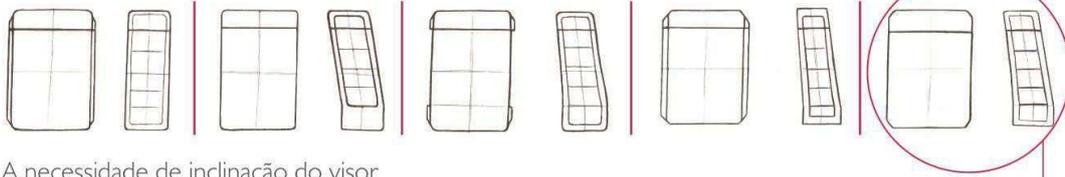
A seguir serão apresentados tais estudos.



Figura 45: Estudo com mockup.

## REFINAMENTO DA FORMA

### ESTUDO INICIAIS DAS VISTAS



A necessidade de inclinação do visor e a busca de uma forma mais diferenciada levou a se pensar na possibilidade de inclinação de todo o produto.

Porém, esta inclinação dificultaria a utilização do produto nas costas.



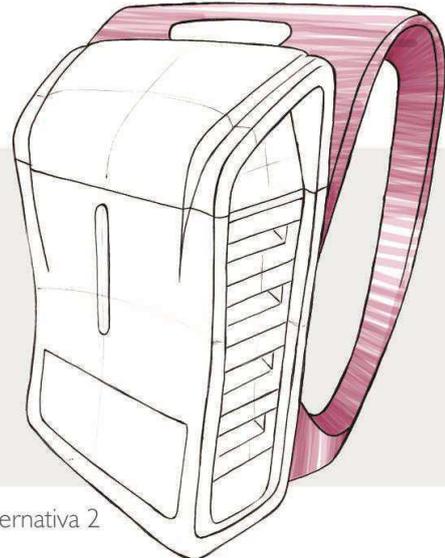
Vértices chanfrados

Vértices arredondados

Manteve-se apenas a inclinação da face frontal.



Alternativa 1



Alternativa 2

Figura 46: Refinamento da forma.

Em ambas alternativas propostas manteve-se apenas a inclinação da face frontal do produto e aplicou-se a alça de transporte.

Na alternativa número 2 houve também a modificação da localização do visor, que foi disposto na face lateral do produto, esta nova disposição modifica e facilita a abertura das gavetas.

Por estes motivos e por apresentar forma mais orgânica e assim maior leveza visual, a alternativa número 2 foi a escolhida para desenvolvimento do produto.

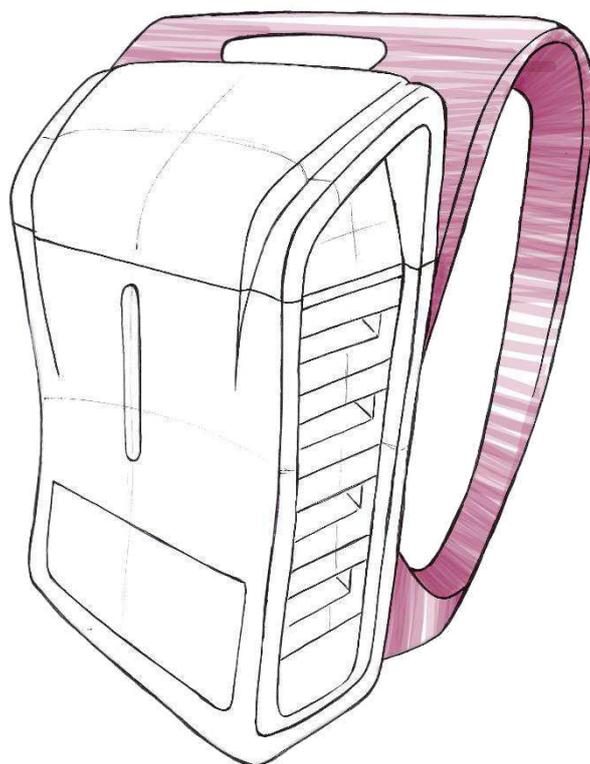


Figura 47: Alternativa escolhida para desenvolvimento do produto.

# 4 Projeto

## 4.1 Produto



Figura 48: Produto com as gavetas abertas



Figura 49: Produto

## 4.2 Sistemas funcionais

### Alça

Uma vez definido que o transporte do produto seria feito nas costas do usuário, partiu-se para o desenvolvimento de opções para alças e suportes buscando sempre proporcionar o máximo conforto possível ao usuário, como pode ser visto a seguir:

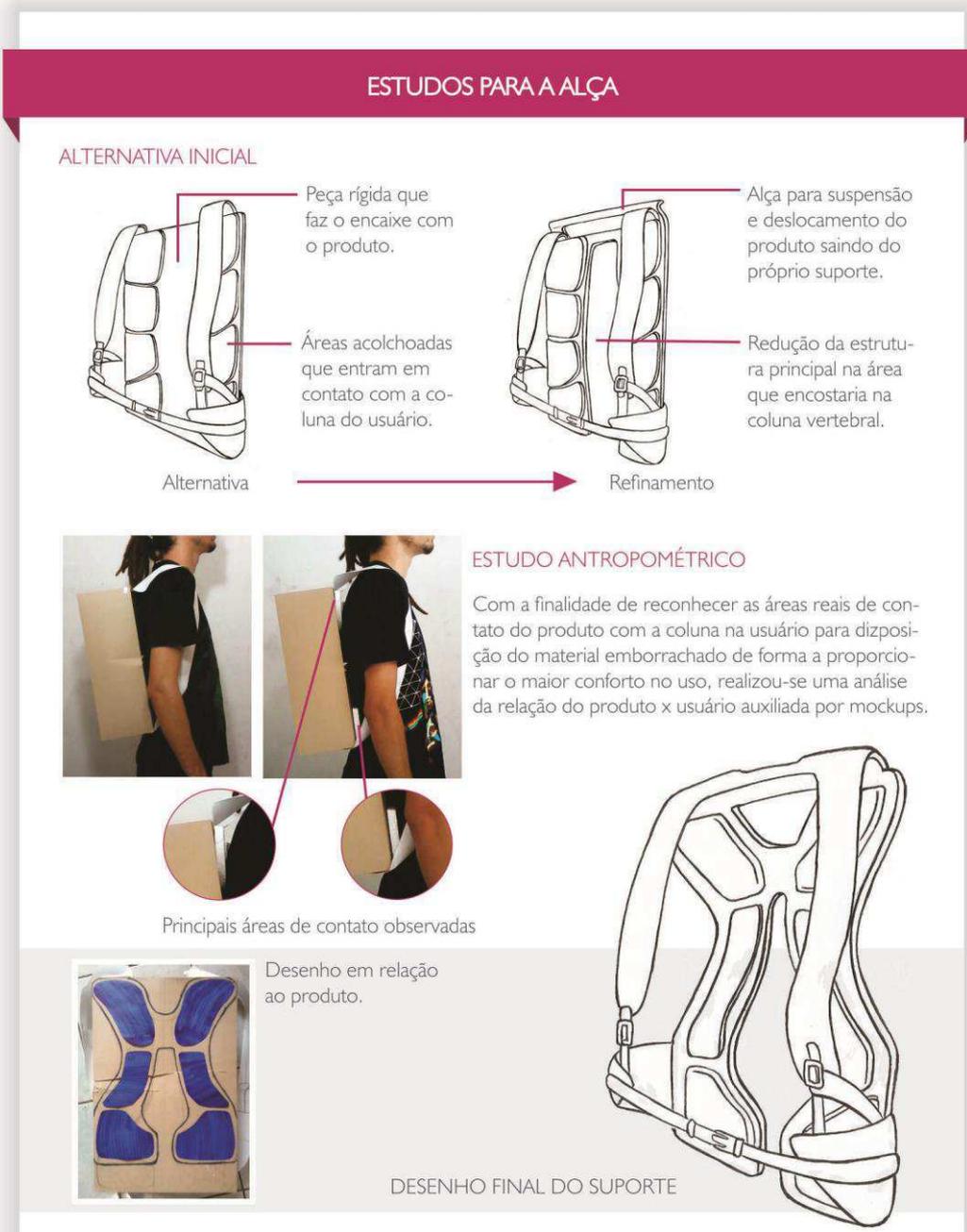


Figura 50: Concepção da alça.

O desenho final da alça conta com um suporte para encaixe no container (Figuras 51, 52 e 53) e uma pega em sua parte superior para auxiliar na suspensão e pequenos deslocamentos do produto (Figura 54).



Figura 51: Trilho no suporte da alça para encaixe com o produto

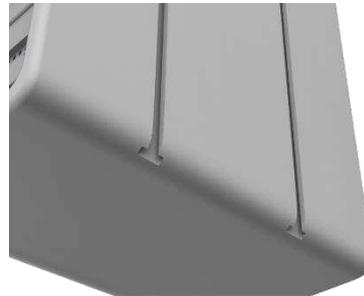


Figura 52: Cortes na carenagem principal do produto para encaixe do suporte da alça



Figura 53: Encaixe da alça no produto

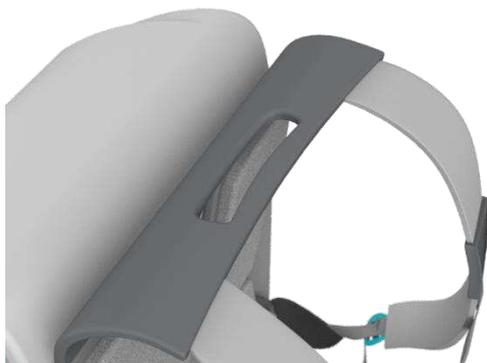


Figura 54: Detalhe da pega disposta na parte superior das alças

Devido a presença do sistema de refrigeração na parte superior do produto, a alça não deverá ser disposta sobre a área a ele destinada, sendo assim, determinou-se a seguinte relação entre produto x alça.

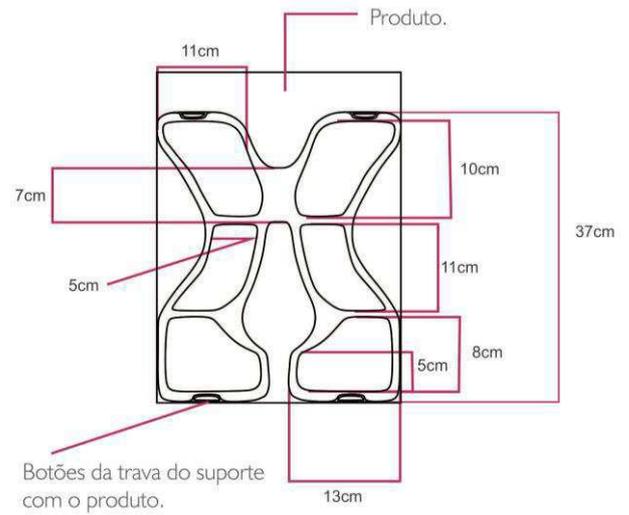


Figura 55: Relação do suporte com o produto

## Gaveta

Nesta etapa também foram realizados estudos para concepção do desenho da gaveta, principalmente em relação ao desenho da sua pega (Figura 56), e de seus subsistemas (Figura 57).

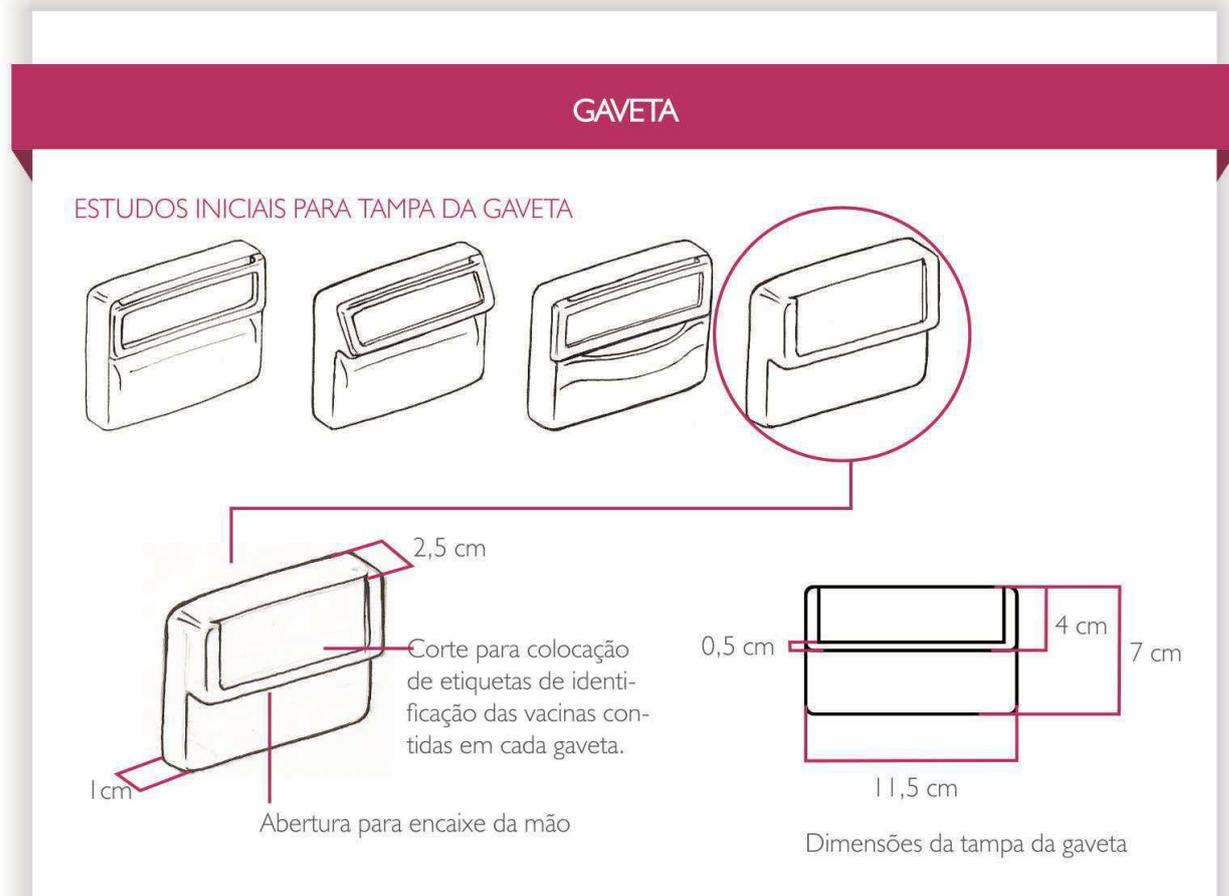
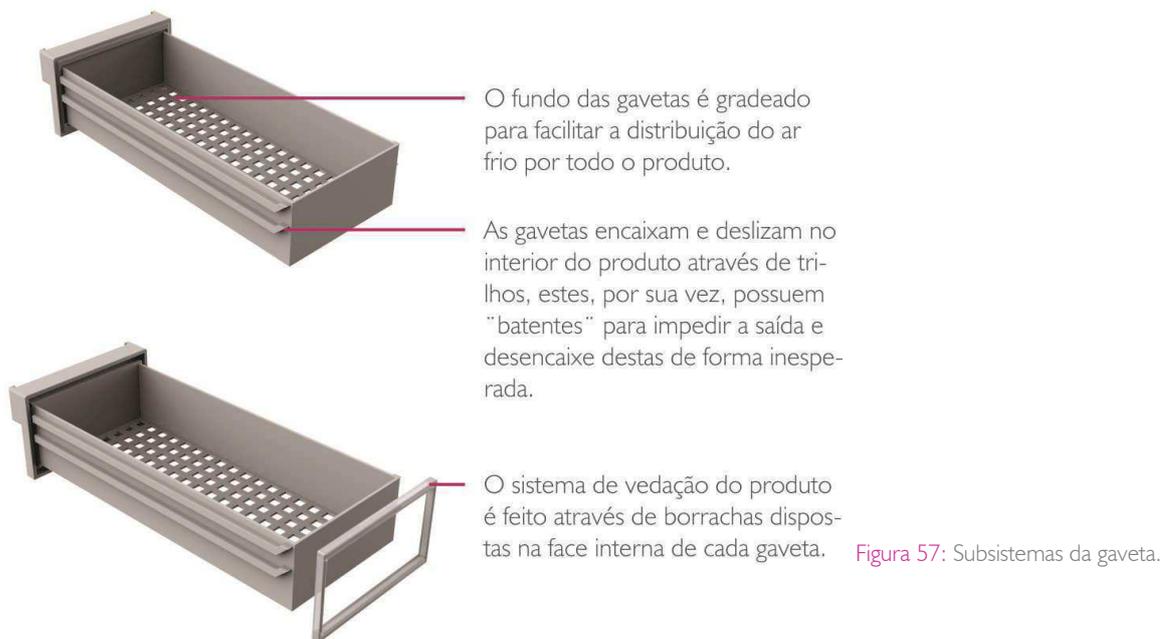


Figura 56: Concepção da tampa da gaveta.



Ainda nas gavetas foi desenvolvido sistema para identificação dos imunobiológicos a serem acondicionados, trata-se de um simples corte na face frontal de sua tampa onde podem ser colocadas etiquetas contendo informações sobre o tipo de medicamento, sua dosagem, etc. (Figura 58).



Figura 58: Sistema de identificação dos imunobiológicos

## Tampa de acesso a bateria

Como foi determinado na etapa de definição do layout do sistema (pág. 55), a bateria do produto será posicionada em sua parte inferior. O seu acesso será feito através da face frontal do container (Figura 59), já que a face posterior já tem a função de receber o suporte para a alça.

## TAMPA DE ACESSO A BATERIA

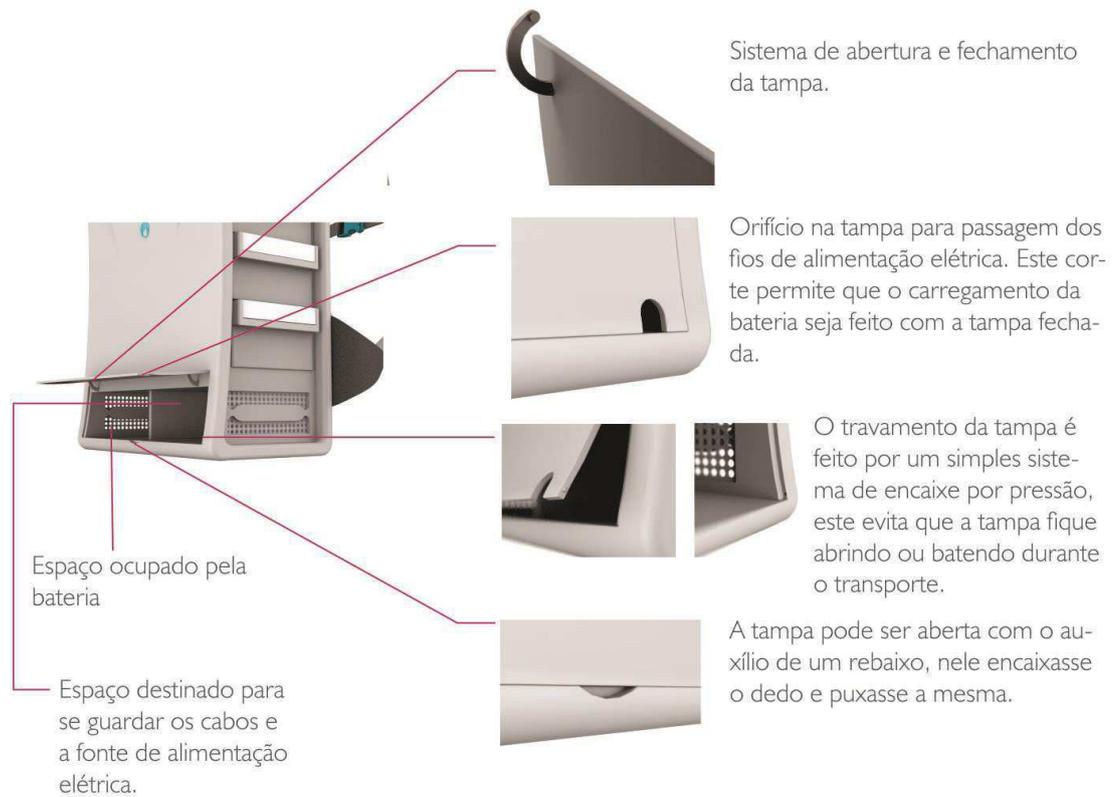


Figura 59: Subsistemas da tampa de acesso a bateria.

## Trilho da carenagem superior

É na carenagem superior onde ficará disposto o sistema de refrigeração do produto, devido a questões relacionadas a facilidade de manutenção do mesmo e da própria complexidade das peças do produto para fabricação, decidiu-se que o encaixe desta carenagem com o resto do produto seria feita através de um trilho (Figura 60).

## TRILHO DA CARENAGEM SUPERIOR

### SAÍDA DA PEÇA



Detalhe com o formato do encaixe do trilho

Detalhe do travamento do trilho.

Figura 60: Trilho da carenagem superior.

## Visor

Uma vez que o sistema de refrigeração do produto funciona de forma completamente automática, o visor se presta única e exclusivamente a mostrar a temperatura de cada gaveta, a indicar o status de carregamento da bateria e se o sistema está ou não ativo.

Para comunicação destas informações foram escolhidos símbolos simples, claros e que já são comumente utilizados na transmissão destas informações (Figura 61).

Vale lembrar que, por questões de segurança, serão informadas as temperaturas de cada gaveta separadamente.



Figura 61: Ícones do visor

## Saídas e entradas de ar

São necessárias tanto para retirada do ar quente gerado pelo funcionamento do sistema de refrigeração, quanto para o resfriamento da bateria que, quando funcionando, sofre aquecimento (Figuras 62 e 63).



Figura 62: Saídas de ar do sistema de refrigeração



Figura 63: Entradas de ar para resfriamento da bateria.

## Faixa de ajuste peitoral

Figura 64: Faixa de ajuste peitoral.

Ainda na alça, foi disposta uma faixa para ajuste peitoral no usuário, esta funciona deixando o produto ainda mais próximo e acomodado em seu corpo, diminuindo assim a ação do impacto de caminhadas nos frascos acondicionados no produto (Figura 64).



## 4.3 Estrutura

ESTRUTURA DA ALÇA						
3.1	Faixa de ajuste peitoral	Permitir melhor acomodação do produto no usuário	Nylon	Corte e costura	Próprio do material	1
3	Alça	Permitir o transporte do produto	Tecido e espuma	Corte e costura	Próprio do material	2
2	Acolchoado	Oferecer conforto no uso	Espuma	Injeção e corte	Próprio do material	6
1.2	Pega da alça	Permitir a suspensão do produto	Tecido e espuma	Corte e costura	Próprio do material	1
1.1	Aba lateral	Fixar a alça no suporte	Tecido	Corte e costura	Próprio do material	2
1	Suporte da alça	Estruturar as alças e encaixar no produto	Polycarbonato	Rotomoldagem	Rugoso e fosco	1
	<b>NOME</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>PROCES. DE FAB.</b>	<b>ACABAMENTO</b>	<b>QUANT.</b>

Figura 65: Estrutura da alça

## Tabela de análise estrutural do produto

## 4.4 Usabilidade

### ABRIR AS GAVETAS / VISUALIZAR AS INFORMAÇÕES DO VISOR

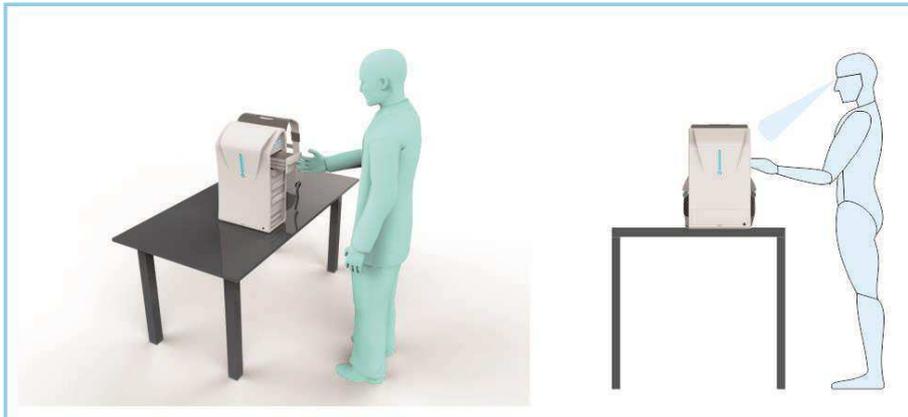


Figura 67: Tarefa – abrir as gavetas e visualizar as informações.

Uma vez que o visor foi transferido para a face lateral do produto, logo acima das gavetas, a sua utilização não mais é feita com o produto disposto frontalmente em relação ao usuário, mas sim por sua lateral.

Para a abertura das gavetas o usuário precisa usar apenas uma das mãos, colocando-se a ponta dos dedos no orifício presente na tampa da gaveta e puxando-a em direção ao seu corpo.

### SUSPENDER O PRODUTO



Figura 68: Tarefa – suspender o produto

A suspensão do produto para pequenos deslocamentos é realizado com auxílio de uma pega localizada junto a alça.

## CARREGAR O PRODUTO

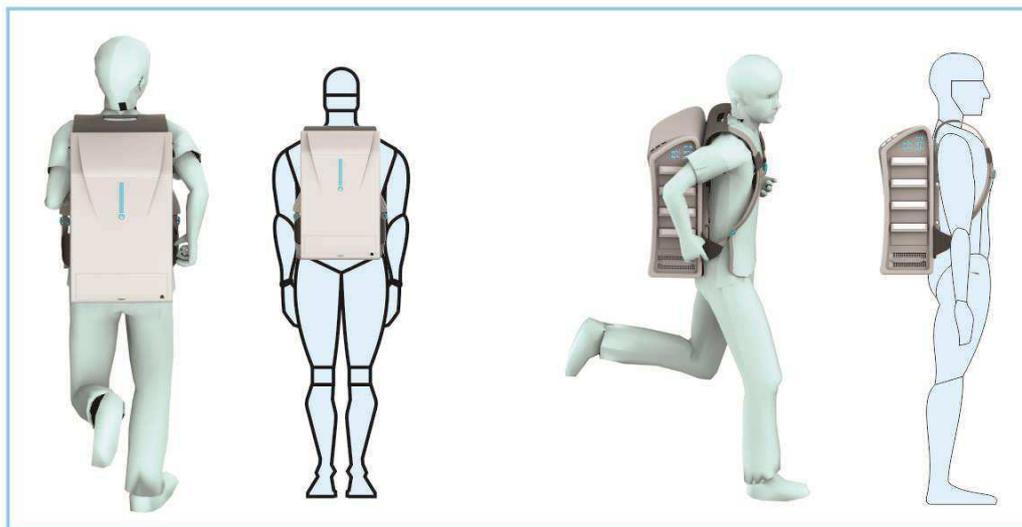


Figura 69: Tarefa – carregar o produto.

O transporte do container é feito através de alças que transformam o produto em uma “mochila”, isto confere melhor distribuição da carga em relação ao eixo corporal do usuário e maior conforto na realização da tarefa. Estando próximo do corpo reduz-se também os efeitos do impacto da caminhada sobre os frascos acondicionados no produto.

## 4.5 Estudo de Cores

Para definição das cores a serem aplicadas no produto realizou-se estudo cromático considerando os seguintes aspectos:

- Uma vez que fará parte dos insumos que compõem a dinâmica das salas de vacina, podemos considerar que o produto pertence ao universo laboratorial e “médico-hospitalar” que, por sua vez, exigem a predominância na utilização de cores claras, preferencialmente o branco, que facilitam o controle e manutenção da limpeza do ambiente;
- Durante o seu uso será inserido em grande diversidade de ambientes, desde locais fechados, como as salas de vacinação, até áreas ao ar livre, em meio a rios e florestas.
- É tipologicamente um produto de refrigeração.

Características bastante particulares em termos cromáticos envolvem cada um dos aspectos supracitados, a fim de conciliá-los da melhor maneira possível levou-se em consideração:

- Necessidade de preservação e indicação da limpeza do produto;
- Adequação aos diversos ambientes em que será inserido;
- Indicação de sua função de refrigeração.

Deste modo, propôs-se a utilização predominante de cores claras e neutras, numa escala do cinza ao branco para as partes principais do produto (carenagens e alças), que facilitarão a visualização de impurezas e permitirão uma mais fácil adaptação do produto aos distintos ambientes em que será inserido e, a aplicação pontual de cores frias para indicação da função refrigeradora do produto, através de escalas de azul e verde. Todos os pigmentos deverão obedecer o sistema de pigmentação de polímeros.

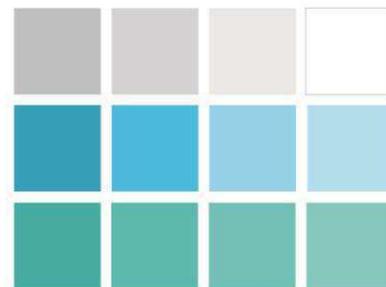


Figura 71: Representação da paleta de cores proposta



Figura 72: Simulação das cores no produto

## 5 Detalhamento Técnico

### 5.1 Vistas do produto



Figura 71: Vistas do produto

## 5.2 Ficha Técnica

**PRODUTO:** Container Portátil para Transporte de Imunobiológicos

**POTÊNCIA:** 840W (soma de 12 pastilhas Peltier, cada uma de 70W)

**VOLTAGEM:** Bivolt (110/220V)

**ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA:** Bateria recarregável e fontes bivolt.

**CONTROLE DA TEMPERATURA:** Sensores térmicos e Data Logger

**PESO ESTIMADO:** Aproximadamente 2,5kg

**DIMENSÕES:** 470mm x 290mm x 160mm (AxLxP)

**MATERIAL PRINCIPAL:** Policarbonato

**CORES DISPONÍVEIS:** Cinza e azul

## 5.3 Materiais e Processos de Fabricação

### Materiais

Após o levantamento dos materiais passíveis de aplicação no produto (pág. 30) e, conhecendo-se as características deles desejadas, decidiu-se pela utilização de dois destes na estrutura do produto. São eles: o Policarbonato (PC) e o Alumínio.

O Policarbonato será utilizado na produção de toda a carenagem do produto por possuir as seguintes características:

- Baixa densidade, não comprometendo o peso final do produto;
- Resistência a impactos dificilmente igualada por outros termoplásticos, característica essa de grande importância considerando as diversas formas pelas quais o produto será transportado e a fragilidade dos frascos nele transportados;
- Possuir boa resistência à intempéries, importante característica para um produto que por vezes será utilizado ao ar livre, e à ação dos raios ultravioleta, fator relevante na sua escolha em detrimento do ABS, que muda de coloração com a ação dos raios UV.

Será necessária a utilização deste material em duas variedades, o translúcido para a área do visor de LED e, do leitoso e pigmentado para as demais peças.

Já o Alumínio será utilizado no revestimento interno da área refrigerada, este além de contribuir para preservação da temperatura interna do produto, facilita a sua assepsia evitando possíveis contaminações microbiológicas dos imunobiológicos nele transportados.

Ainda serão utilizados tecido e espuma laminada na confecção da alça do produto.

## Processos de Fabricação

Devido à complexidade formal do produto suas carenagens serão produzidas através do processo de rotomoldagem, já a peça de alumínio passará pelos processos de corte e estampagem para chegar a configuração para ela definida.

## 5.4 Dimensionamento Básico

# Desenho técnico

## 6 Conclusões

Buscou-se desenvolver neste projeto um produto capaz de armazenar e transportar imunobiológicos sob temperaturas específicas e, para tanto, foram aplicados e projetados carenagens, sistemas de refrigeração, de isolamento térmico, e de transporte, de modo a garantir segurança no armazenamento destes medicamentos e condições adequadas para o seu transporte por parte do pessoal responsável.

Para tanto, foram elaborados estudos como os ergonômicos, de layout, de eficiência do isolamento térmico e de capacidade de refrigeração, o que exigiu grande multidisciplinaridade de conhecimentos e o auxílio de profissionais pertencentes a outras áreas de conhecimento, como engenharias e saúde.

Apesar das dificuldades encontradas, principalmente para equacionar a diversidade de fatores dos quais dependiam a eficiência, eficácia e segurança do produto, foi possível chegar a um resultado satisfatório e que atende aos objetivos, requisitos e parâmetros definidos para o projeto.

Oferecer ao mercado um produto capaz de manter os imunobiológicos conservados de modo seguro e a temperaturas adequadas durante todo o trajeto de seu transporte permitirá que estes medicamentos cheguem a populações de localidades mais longínquas que, ainda hoje, não os recebe devido as difíceis barreiras que oferece ao seu acesso.

### 6.1 Recomendações

Recomenda-se a realização de testes para averiguação da eficiência dos sistemas de refrigeração e isolamento térmico propostos, a fim de constatar se o refrigerador termoelétrico consegue alcançar e manter as temperaturas estipuladas e se a espessura do isolante térmico é suficiente para proteger a área refrigerada das trocas de calor com o meio externo.

Testes também devem ser realizados para conhecer o consumo de energia do produto e assim determinar o tempo de duração da bateria. Além disso é importante estar atento a evolução e o surgimento de tecnologias que possam ser nele incorporadas a fim da minimização dos espaços para componentes de sistemas e otimização da área para armazenamento dos imunobiológicos.

## 7 Referências

- ADJUTO, Graça. **OMS: Mais de 22 milhões de crianças estão sem receber vacinas.** Publicado em 23 de Abril de 2014. Disponível em: < <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-04/oms-mais-de-22-milhoes-de-criancas-estao-sem-receber-vacinas> > Acesso em: 05/05/2014.
- **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** RDC nº 54. Dispõe sobre a implantação do sistema nacional de controle de medicamentos e os mecanismos e procedimentos para rastreamento de medicamentos na cadeia dos produtos farmacêuticos e dá outras providências. 2013.
- **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** RDC nº 71. Estabelece regras para rotulagem de medicamentos. 2009.
- BOABAID, Carlos. **Transferência de calor (TCL) – Volume II: Isolamento Térmico.** Disponível em: < [http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/e/ee/TCL\\_Vol\\_II\\_-\\_Isolamento\\_Termico.pdf](http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/e/ee/TCL_Vol_II_-_Isolamento_Termico.pdf) > Acesso em: 27/07/2014.
- Força Aérea Brasileira. **“Operação Gota” imuniza comunidades em locais de difícil acesso.** Disponível em < <http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/7445/VACINA%C3%87%C3%83O-%E2%80%93-%E2%80%9COperação-Gota%E2%80%9D-imuniza-comunidades-em-locais-de-dif%C3%ADcil-acesso> > Acesso em: 25/06/2014.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção.** 4ª Edição, São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2005.
- **Imunobiológicos: Mirando diretamente no alvo.** Publicado em: 11 de julho de 2012. Disponível em: < <http://www.einstein.br/einstein-saude/pagina-einstein/Paginas/Imunobiologicos-mirando-diretamente-no-alvo.aspx> > Acesso em: 05/05/2014.
- KRONBAUER, Ana Claudia. **Projeto e construção de um mini refrigerador com pastilhas termoelétricas.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2013. Disponível em: < [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1381/1/MD\\_COMIN\\_2012\\_2\\_03.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1381/1/MD_COMIN_2012_2_03.pdf) > Acesso em: 29/06/2014.
- LEON, Lucas Pordeus. **Aldeias isoladas são prioridade no mês da vacinação indígena.** Publicado em 2 de Maio de 2014. Disponível em: < <http://www.revistaamazonia.com.br/saude/5278-aldeias-isoladas-sao-prioridade-no-mes-da-vacinacao-indigena> > Acesso em: 25/06/2014.

- LIMA, M.A.M. **Introdução aos materiais e processos para Designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.
- Médicos Sem Fronteiras. **Vacinas termoestáveis precisam chegar a crianças que ficam sem imunização**. Publicado em 22 de Abril de 2014. Disponível em: <<http://www.msf.org.br/noticias/1872/vacinas-termoestaveis-precisam-chegar-a-criancas-que-ficam-sem-imunizacao/>> Acesso em: 05/05/2014.
- Ministério da Saúde. **Manual de Rede de Frio do Programa Nacional de Imunizações**. Publicado em 2013. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_rede\\_frio4ed.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_rede_frio4ed.pdf) > Acesso em: 05/05/2014.
- Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Imunizações: 30 anos**. Publicado em 2013. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/politicas/livro\\_30\\_anos\\_pni.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/politicas/livro_30_anos_pni.pdf) > Acesso em: 05/05/2014.
- **Pesquisa aponta que 22 milhões de crianças estão sem receber vacinas**. Publicado em 24 de Abril de 2014. Disponível em: <<http://jornaldecolombo.com.br/index.php/geral/item/9889-pesquisa-aponta-que-22-milh%C3%B5es-de-crian%C3%A7as-est%C3%A3o-sem-receber-vacinas>> Acesso em: 05/05/2014.
- Prefeitura Municipal de São Paulo. **Recomendações Técnicas no Manuseio e Conservação de Imunobiológicos**. Disponível em: <<http://intranet.saude.prefeitura.sp.gov.br/areas/crsleste/vigilancia-em-saude/manuais-arquivos/Documento%20tecnico%20-%20Rede%20de%20Frio.pdf> > Acesso em: 05/05/2014.
- SAMAD, Samia. **Case Operação Gota**. Disponível em: <[http://www.acaoresponsavel.org.br/40anos/pni/imagens/documentos/Case\\_Operacao\\_Gota.pdf](http://www.acaoresponsavel.org.br/40anos/pni/imagens/documentos/Case_Operacao_Gota.pdf)> Acesso em: 25/06/2014.
- **Saúde lança mês de vacinação dos povos indígenas em todo país**. Publicado em 30 de Abril de 2014. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2014/04/30/saude-lanca-mes-de-vacinacao-dos-povos-indige>>
- SILVA, Patrícia C. C. e; DALAMA, Luis Antônio; MORAES, Maria Anete Q. et.al. **Organização do Cuidado à Saúde em Populações Ribeirinhas: experiência de uma Unidade Básica de Saúde Fluvial**. CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍTICA, PLANEJAMENTO E GESTÃO EM SAÚDE, 6, 2013, Belo Horizonte. Anais do 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍTICA, PLANEJAMENTO E GESTÃO EM SAÚDE. Disponível em:

<<http://www.cdcc.usp.br/cda/sessao-astronomia/sessao-astronomia-padrao/referencia-bibliografica-ufrgs.htm> > Acesso em: 05/05/2014.

- Sistema de refrigeração termoelétrico por efeito Peltier [Internet]. Brasil. Disponível em: <[http://www.clubedaeletronica.com.br/Anima/A\\_refrigera/Refrigera%2019.swf](http://www.clubedaeletronica.com.br/Anima/A_refrigera/Refrigera%2019.swf) > Acesso em 03/03/2014.

- TILLEY, Alvin R., Henry Dreyfuss Associates. **As medidas do Homem e da Mulher**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

- TRAVAGLIA, Thais Paulino. **Conservação dos Imunobiológicos**. Publicado em 21 de Junho de 2012. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/13914/conservacao-dos-imunobiologicos>> Acesso em: 05/05/2014.

## 8 Apêndices

### 8.1 Apêndice I: Análise de Manipulação e Transporte

## ANÁLISE DA MANIPULAÇÃO E TRANSPORTE DE IMUNOBIOLOGICOS

### ETAPA 1: Revestir/Ambientar as caixas térmicas

- A caixa térmica deve ser completamente revestida com o gelo reutilizável;
- Ao sair dos freezers o gelo reutilizável encontra-se em temperaturas muito baixas, a fim de se evitar o congelamento dos imunobiológicos que entrem em contato com essas bobinas, as seguintes medidas devem ser tomadas antes da ambientação das caixas:
  - \* Retirar previamente o gelo reutilizável dos freezers e colocá-los sobre uma bancada,
  - \* Esperar sua estabilização térmica, ou seja, até que a "névoa" formada em sua superfície pelo congelamento desapareça,
  - \* Aferir a temperatura das bobinas até que estas atinjam pelo menos +1°C.

Não foi realizada estabilização nem verificação da temperatura do gelo reutilizável antes da ambientação da caixa.

Não há preocupação com a ordem de entrada e saída do gelo reutilizável no freezer.



A técnica em enfermagem não dispõe de nenhum equipamento de proteção para manipular o gelo, o que provoca incômodos nas mãos devido à temperatura em que este se encontra.

Espaços entre uma bobina e outra comprometem a manutenção da temperatura no interior da caixa e reduzem o tempo de resfriamento.



A caixa térmica foi preparada no chão, o que além de aumentar o tempo de realização desta tarefa, expõe a técnica às condições de trabalho e posturas prejudiciais à sua saúde.

### ETAPA 2: Retirar os imunobiológicos de dentro das freezers e colocar nas caixas térmicas



Durante todo o processo as portas das freezers ficaram abertas, o que sabe-se compromete a temperatura dentro das mesmas e, por sua vez, a dos imunobiológicos;



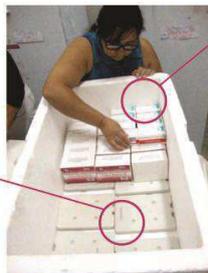
Uma das três câmaras frias próprias para acondicionamento de produtos dentro da rede de frio começou a disparar um 'bip' que alertava para o perigo do tempo em que a porta já estava aberta; este foi ignorado e apenas resetado.

## ANÁLISE DA MANIPULAÇÃO E TRANSPORTE DE IMUNOBIOLOGICOS

A caixa térmica não foi completamente revestida com o gelo reutilizável o que deixou as caixas contendo os imunobiológicos em contato direto com as paredes da mesma e, com o calor que possa vir do ambiente externo.

Além de não terem sido colocadas bobinas nas laterais da caixa, existiam espaços entre os que revestiam o fundo da mesma.

A insuficiência de bobinas na ambientação da caixa, o fato desta ser ampla e a quantidade de imunobiológicos ter sido grande são fatores que certamente comprometeram a temperatura dos imunobiológicos.



Freezer aberta

As caixas contendo os imunobiológicos retiradas das freezers permaneciam sobre uma mesa até serem organizadas na caixa térmica. Apesar da sala ser resfriada através de ar condicionado não é o suficiente para manter a temperatura ideal entre +2° e +8°.



Uma segunda caixa, que não havia sido preparada previamente, foi necessária uma vez que a levada pelo município não foi suficiente. Esta, além de aparentemente não estar ambientada, não foi corretamente revestida com o gelo reutilizável.

### ETAPA 3: Fechamento das caixas térmicas

- Ao término do acondicionamento deve-se cobrir os imunobiológicos com o gelo reutilizável;
- Para impedir qualquer interferência da temperatura externa no interior da caixa esta deve ser bem vedada, no caso de caixas simples como as de isopor deve-se proceder lacrando-as com fita adesiva;



A quantidade de bobinas colocadas sobre os imunobiológicos, em ambas as caixas, foi claramente insuficiente para cobri-los completamente, permitindo o contato direto destes com a tampa (principalmente na caixa de isopor). A ausência de gelo reutilizável nas paredes laterais da caixa e a pequena quantidade destes sobre os imunobiológicos certamente comprometeu a temperatura ideal em que deveriam ser mantidos, em especial àqueles que se encontravam na região central da caixa.

## ANÁLISE DA MANIPULAÇÃO E TRANSPORTE DE IMUNOBIOLOGICOS

A caixa não comportou a quantidade de imunobiológicos nela acondicionados o que impediu o seu fechamento completo. Isto facilita a troca de calor com o meio externo.



Foi utilizada uma caixa de isopor simples, inclusive já bastante danificada devido ao uso e as fitas que são usadas para fixação e vedação da tampa.



Mesmo sendo estritamente importante o monitoramento da temperatura dos imunobiológicos durante seu transporte, nenhuma das caixas utilizadas no dia deste registro possuem dispositivos para este fim e nenhum outro mecanismo foi utilizado.

A caixa não dispõe de nenhum tipo de alça ou pega que facilite sua manipulação e transporte. Uma vez preenchida, fica bastante pesada e, por isso, fazem-se necessárias pelo menos duas pessoas para carregá-la.

### CONCLUSÕES:

Como sabe-se os imunobiológicos devem ser preservados a temperaturas entre  $+2^{\circ}$  e  $+8^{\circ}$  estas, por serem temperaturas positivas e bastante próximas são rapidamente e facilmente quebradas quando não se tomam as medidas necessárias para mantê-las.

É preocupante observar que o somatório de fatores como os observados neste registro, tais como: freezers abertas, caixas sobre a mesa sem resfriamento, pouca quantidade de bobinas de gelo reciclável dentro da caixa térmica, caixa ampla e preenchida com grande número de imunobiológicos, contato direto das caixas com as paredes da caixa térmica, fechamento incompleto da tampa e até mesmo o contato direto do calor das mãos com os produtos; certamente fazem com que a temperatura ideal não seja mantida durante o processo de transporte.

Além destes fatores já destacados, ainda foi possível observar que:

- Em nenhum momento a temperatura das bobinas, das caixas e dos próprios imunobiológicos foram verificadas como é recomendado pelo Manual de Rede de Frio;
- A distância recomendada pelo Manual para disposição dos frascos é de 3cm, esta distância sequer é respeitada pelas embalagens em que os imunobiológicos vêm dos laboratórios, muito menos quando de seu acondicionamento e transporte;
- Após todo o processo de manipulação, as caixas foram colocadas no banco traseiro de um carro estacionado sob o sol, mesmo utilizando ar condicionado seria impossível evitar o aquecimento da caixa.

Desta forma, percebe-se que a utilização do gelo reciclável está mais para um paliativo do que para uma real solução para a questão de manutenção de temperatura dos imunobiológicos em transporte, notadamente pela dificuldade dos próprios técnicos e agentes de saúde em seguir corretamente as recomendações do PNI.

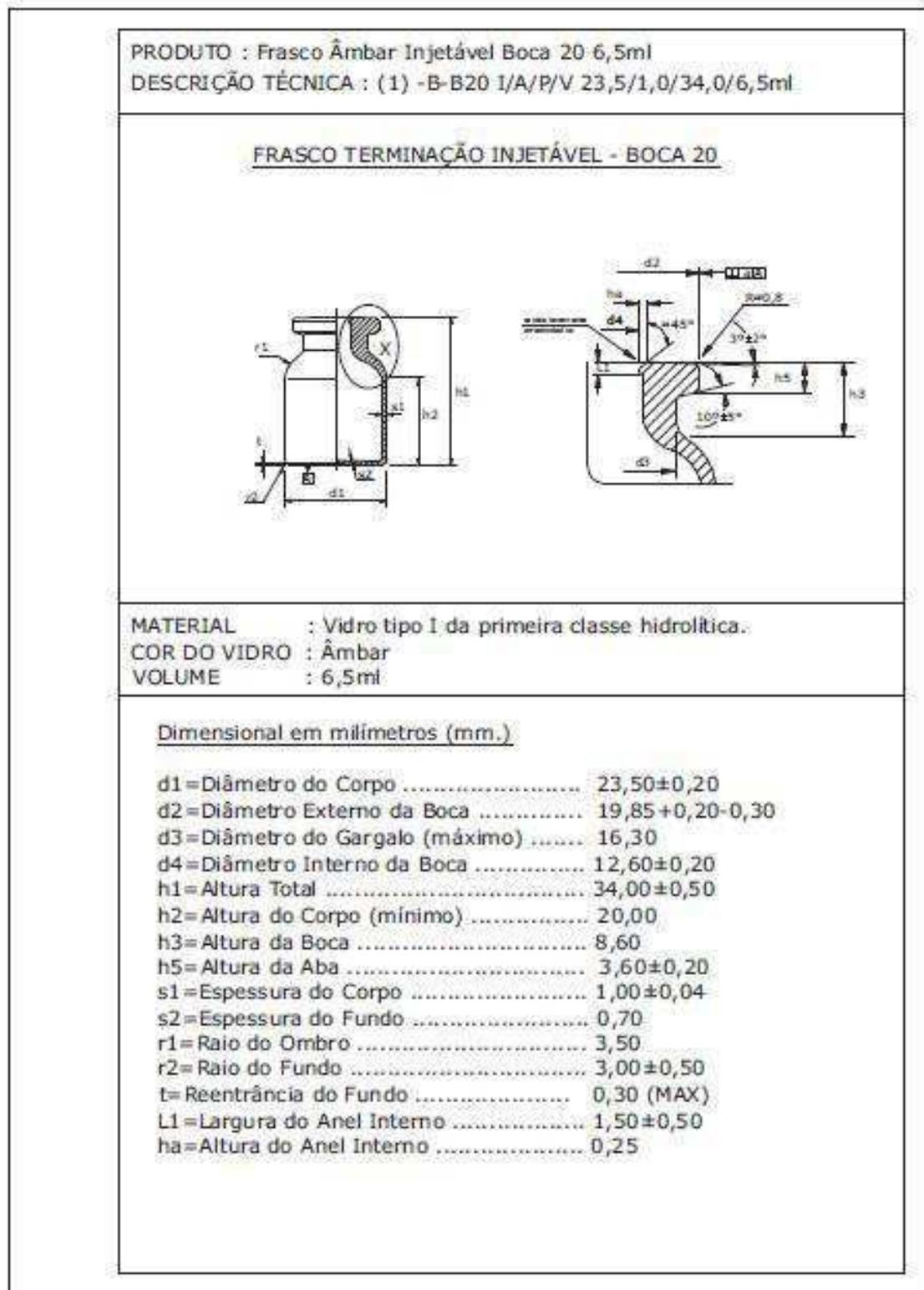
Em situações como a observada, o risco da inutilização de todo o material é muito grande, assim como os prejuízos à população que receber estes medicamentos.

É importante frisar também que a análise foi feita sob uma situação, de certa forma, controlada e que para fins de transporte para localidades mais distantes o risco de inutilização destes imunobiológicos é ainda maior.

## 9 Anexos

### 9.1 Anexo I: Especificações técnicas dos fracos

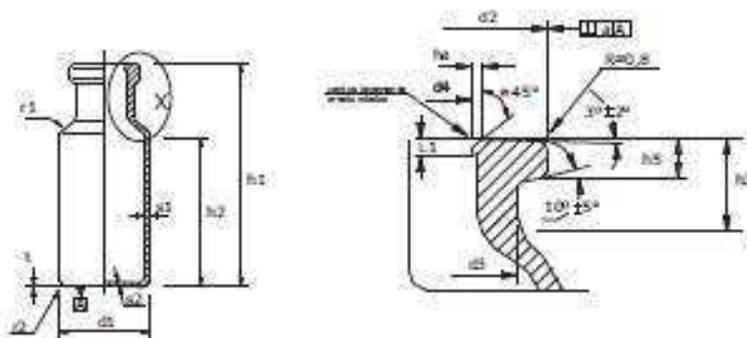
#### Frasco ampola de 6,5ml



## Frasco ampola de 4ml

PRODUTO : Frasco Incolor Injetável Boca 13 4,0ml  
 DESCRIÇÃO TÉCNICA : (1) -B-B13-01 I/A/V 16,50/1,0/41,5/4,0ml.88

### FRASCO TERMINAÇÃO INJETÁVEL - BOCA 13



MATERIAL : Vidro tipo I da primeira classe hidrolítica.  
 COR DO VIDRO : Incolor  
 VOLUME : 4,0ml

#### Dimensional em milímetros (mm.)

d1=Diâmetro do Corpo .....	16,50±0,20
d2=Diâmetro Externo da Boca .....	12,95+0,20-0,30
d3=Diâmetro do Gargalo (máximo) .....	11,00
d4=Diâmetro Interno da Boca .....	7,00±0,20
h1=Altura Total .....	41,50±0,50
h2=Altura do Corpo (mínimo) .....	28,50
h3=Altura da Boca .....	10,00±0,50
h5=Altura da Aba .....	3,60±0,20
s1=Espessura do Corpo .....	1,00±0,04
s2=Espessura do Fundo .....	0,70
r1=Raio do Ombro .....	3,00
r2=Raio do Fundo .....	1,50
t =Reentrância do Fundo .....	0,50±0,20
L1=Largura do Anel Interno .....	1,50±0,50
ha=Altura do Anel Interno .....	0,25

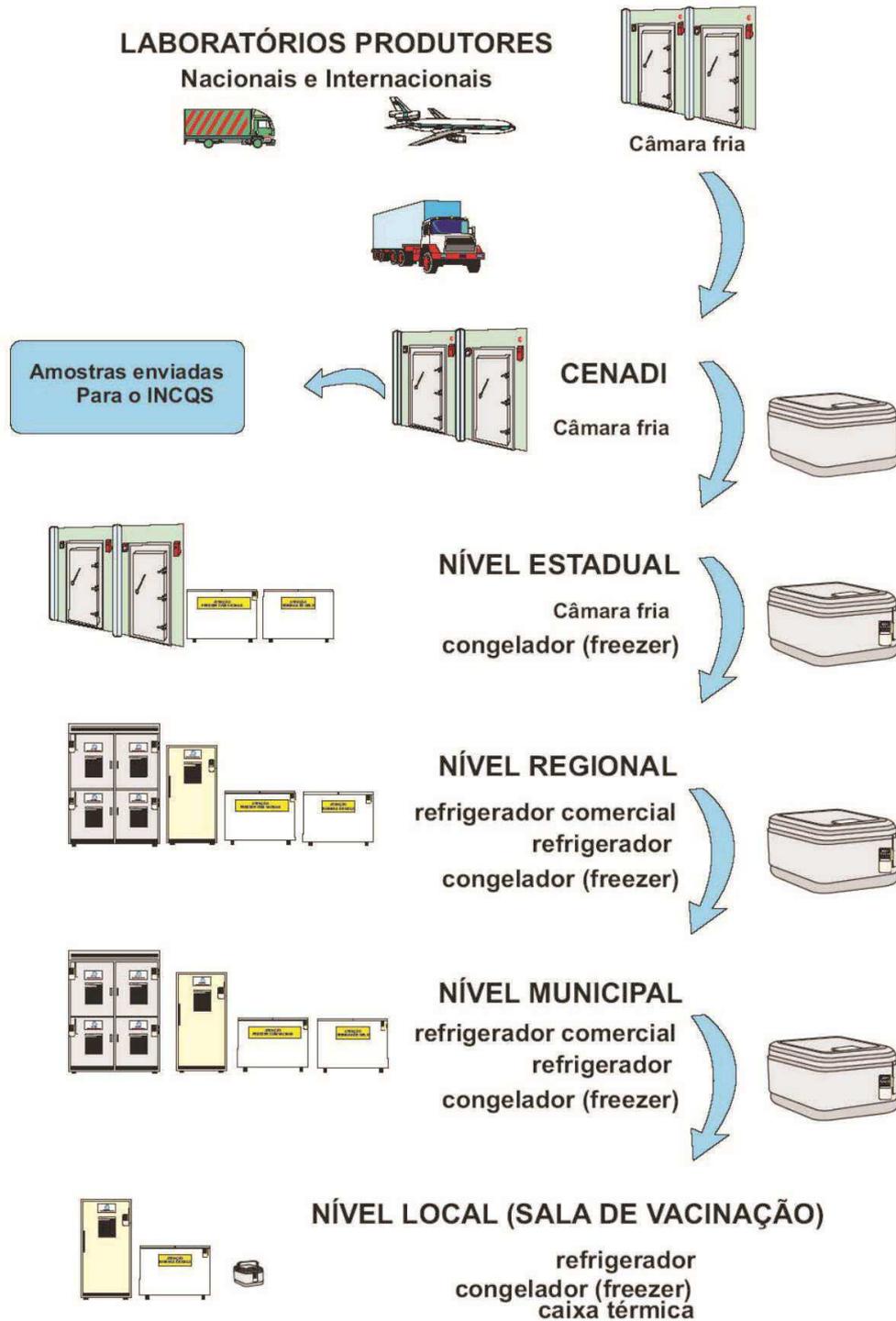
## 9.2 Anexo 2: Dimensionamento das embalagens secundárias atualmente comercializadas.

Informação disponibilizada pelo Acessor de Engenharia Industrial da FIOCRUZ, Ricardo Creton Altino, em contato realizado via e-mail no dia 23/07/2014.

- 158 x 123,5 x 24 mm (10 frascos de 4 mL por cartucho);
- 52 x 44,5 x 128 mm (10 frascos de 6,5 mL por cartucho);
- 140 x 75,5 x 77 mm (50 bisnagas);
- 158 x 83 x 24 mm (3 frascos de 4 ml + 3 ampolas de 1,5 mL por cartucho);
- 80 x 210 x 22 mm (10 frascos de 4 mL por cartucho);
- 212 x 79 x 94 mm (50 frascos de 4 mL);
- 37,5 x 42 x 107 mm (12 frascos de 3 mL por cartucho).

## 9.3 Anexo 3: Fluxograma da Rede de Frio

### FLUXOGRAMA DA REDE DE FRIO DE IMUNOBIOLOGICOS



## 9.4 Anexo 4: Tempo de Armazenamento de Biofármacos

### PERÍODO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA REDE DE FRIO

Item	Imunobiológico	Sigla	Forma FCT	Temperatura de Conservação	Conedj/ Centrais Estaduais	Centrais Regionais ou Distrital/Criar e Centrais Municipais	Local: Sala de Vacinação	
					6 a 12 meses	3 a 6 meses	1 mês	
1	Vacina BCG	BCG	PO LIOF INJ	+2°C a +8°C				
2	Vacina adsorvida difteria e tétano adulto	dT (Dupla adulto)	SUS INJ	+2°C a +8°C				
3	Vacina adsorvida difteria e tétano infantil	DT (Dupla infantil)	SUS INJ	+2°C a +8°C				+2°C a +8°C
4	Vacina hepatite B (recombinante)	HB	SUS INJ	+2°C a +8°C				
5	Vacina adsorvida difteria, tétano e pertussis (acelular)	DTP (Triplíce bacteriana)	SUS INJ	+2°C a +8°C				
6	Vacina febre amarela (atenuada)	FA	PO LIOF INJ	-25°C a -15°C e +2°C a +8°C	-25°C a -15°C e +2°C a +8°C	-25°C a -15°C e +2°C a +8°C	+2°C a +8°C	
7	Vacina poliomielite 1, 2 e 3 (atenuada)	VOP	SOL OR SUS OR	-25°C a -15°C e +2°C a +8°C	-25°C a -15°C e +2°C a +8°C	-25°C a -15°C e +2°C a +8°C	+2°C a +8°C	
8	Vacina rotavírus humano G1P1 [8] (atenuada)	VORH	SUS OR	+2°C a +8°C				
9	Vacina sarampo, caxumba, rubéola (atenuada)	Triplíce viral SCR	PO LIOF INJ	+2°C a +8°C				
10	Vacina raiva (inativada) USO VETERINÁRIO	VRC (Vacina raiva canina)	SUS INJ	+2°C a +8°C				+2°C a +8°C
11	Vacina febre tifóide (polissacarídica)	FTp	SOL INJ	+2°C a +8°C				
12	Vacina <i>Haemophilus Influenzae B</i> (conjugada)	Hib	PO LIOF INJ	+2°C a +8°C				
13	Vacina poliomielite 1, 2 e 3 (inativada)	VIP	SOL INJ	+2°C a +8°C				
14	Vacina adsorvida difteria, tétano, pertussis (acelular)	DTPa (Triplíce acelular)	SUS INJ	+2°C a +8°C				
15	Vacina adsorvida hepatite A (inativada)	HA	SUS INJ	+2°C a +8°C				+2°C a +8°C
16	Vacina adsorvida meningocócica C (conjugada)	Meningo Conj C	SUS INJ	+2°C a +8°C				

continua

## PERÍODO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA REDE DE FRIO

conclusão

Item	Imunobiológico	Sigla	Forma FCT	Temperatura de Conservação	Centrais/ Centrais Estaduais	Centrais Regionais ou Distrital/Criar e Centrais Municipais	Local: Sala de Vacinação
					6 a 12 meses	3 a 6 meses	1 mês
17	Vacina adsorvida difteria, tétano, pertussis, hepatite B (recombinante) e <i>Haemophilus Influenzae</i> B (conjugada)	DTP-HB/Hib Penta (Pentavalente)	SUS INJ	+2°C a +8°C	+2°C a +8°C		
18	Vacina pneumocócica 23 – valente (polissacarídica)	Pncc23V	SOL INJ	+2°C a +8°C			
19	Vacina pneumocócica 10 – valente (conjugada)	Pncc10V	SUS INJ	+2°C a +8°C			
20	Vacina raiva (inativada)	Raiva Embrião de galinha (PCEC)	PO LIOF INJ	+2°C a +8°C			
21	Vacina raiva (inativada)	Vero (Raiva Vero cultura celular – PVCV)	PO LIOF INJ	+2°C a +8°C			
22	Vacina varicela (atenuada)	Varc	PO LIOF INJ	+2°C a +8°C			
23	Vacina Cólera (inativada e recombinante)	Cólera	SUS OR	+2°C a +8°C			
24	Vacina sarampo, caxumba, rubéola e varicela (atenuada)	Tetra Viral	PO LIOF	+2°C a +8°C			
25	Vacina influenza (fracionada, inativada)	FLU* 2013	SUS INJ	+2°C a +8°C			

AMP: ampola

VD: vidro

FA: frasco ampola

INC: incolor

PO: pó

LIOF: liofilo

INJ: injetável

FR: frasco

Dil: diluente

PREENCH: preenchida

SER: seringa

SUS: suspensão

SOL: solução

OR: oral

CCID ou DICC : dose infectante em cultivo celular

UD: Unidade de antígeno – D

PCEC: células de embrião de galinha purificadas

PVCV: vacina purificada células vero

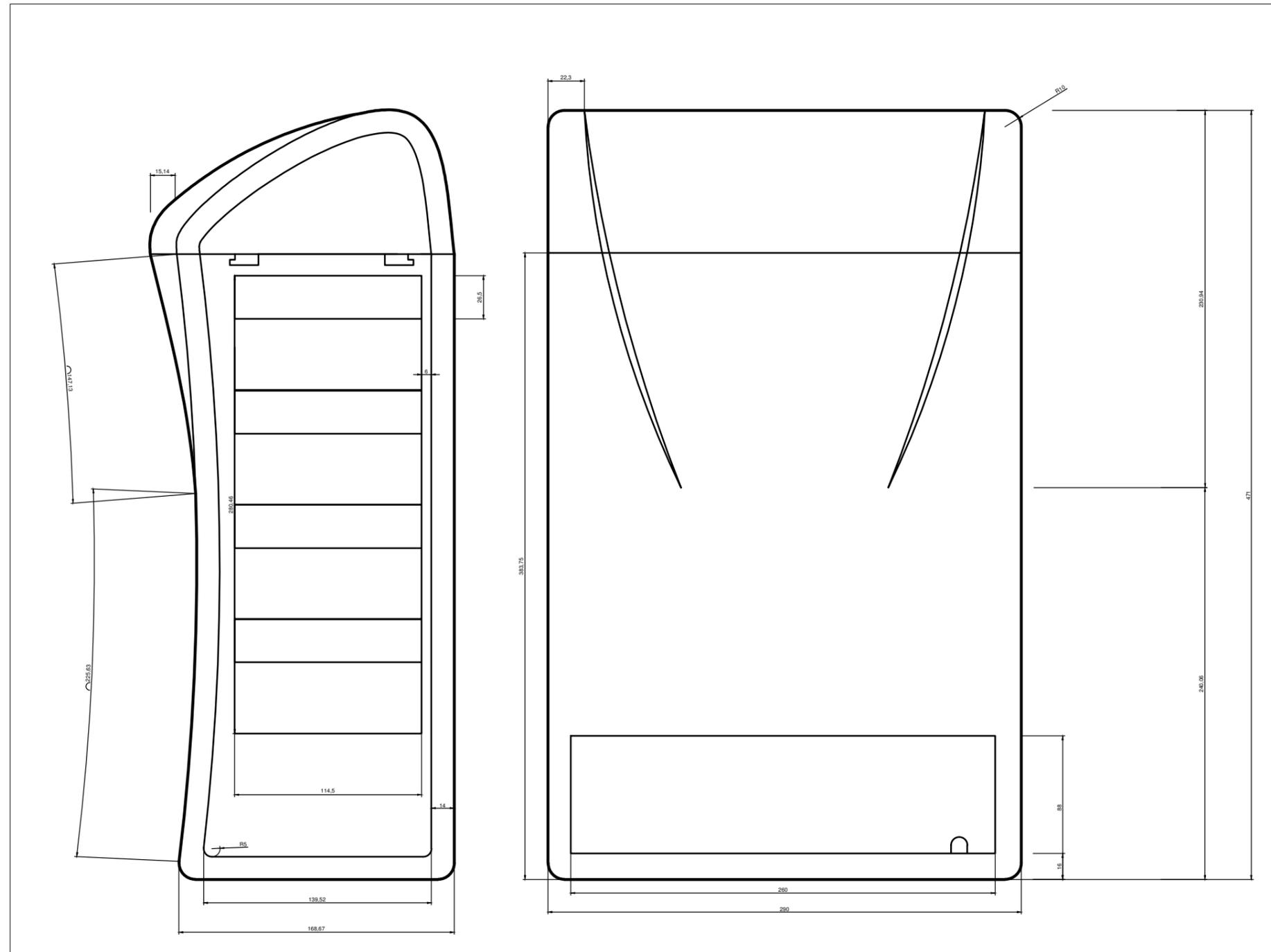
UFP: unidade formadora de colônia

S: sim

N: não

Fonte: PNL





Container portátil para transporte de imunobiológicos

Trabalho de Conclusão de Curso 2014.1

Magaly Sayonara da Costa Rocha

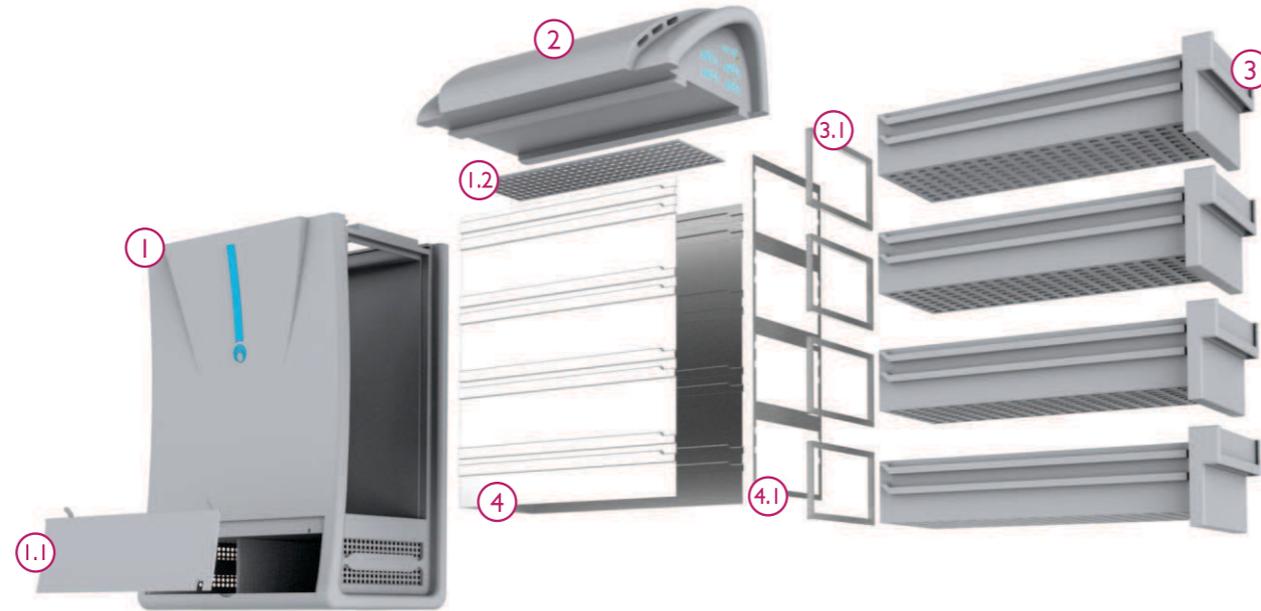
Design

14 de Outubro de 2014

1:3

1/1

## ESTRUTURA DO PRODUTO



4.1	Tampa do compartimento dos imunobiológicos	Permitir a vedação das gavetas	Policarbonato	Injeção	Rugoso e fosco	1
4	Revestimento interno	Encaixe para as gavetas	Alumínio	Corte e estampagem	Liso e fosco	1
3.1	Borracha de vedação	Evitar a troca de calor com o ambiente	Borracha	Injeção	Rugoso e fosco	4
3	Gaveta	Acondicionar os imunobiológicos	Policarbonato	Rotomoldagem	Rugoso e fosco	4
2	Carenagem superior	Acomodar o sist. de refrigeração	Policarbonato	Rotomoldagem	Rugoso e fosco	1
1.2	Grade	Permitir a passagem do ar frio o interior do produto	Alumínio	Corte	Liso e fosco	1
1.1	Tampa da bateria	Camuflar/ proteger a bateria e os cabos	Policarbonato	Rotomoldagem	Rugoso e fosco	1
1	Carenagem principal	Proteger os sistemas e os imunobiológicos	Policarbonato	Rotomoldagem	Rugoso e fosco	1
	<b>NOME</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>PROCES. DE FAB.</b>	<b>ACABAMENTO</b>	<b>QUANT.</b>

Figura 66: Faixa de ajuste peitoral.

## ANÁLISE COMPARATIVA: CAIXAS TÉRMICAS

	 01	 02	 03	 04	 05	 06	 07
MARCA	Novus	Termolar	Termolar	Incoterme	Coleman	Soprano	Coleman
MODELO	...	Lunch Box	...	...	Xtreme	Verano	12650
DIMENSÕES EXTERNAS	400 x 260 x 280 mm	295 x 208 x 298 mm	404 x 293 x 348 mm	295 x 260 x 385 mm	574 x 447 x 449 mm	620 x 400 x 430 mm	610 x 420 x 420 mm
DIMENSÕES INTERNAS	340 x 200 x 210 mm	...	...	240 x 217 x 315 mm	...	540 x 345 x 355 mm	470 x 260 x 327 mm
PESO	3,2 Kg	...	...	2,10 Kg	5,5 kg	6,930 Kg	8,5 Kg
CAPACIDADE	15 L	6 L	24 L	15 L	47 L	57 L	51,3 L
CAPACIDADES DISPONÍVEIS	5, 10, 25, 50, 170 e 470 L	12 L	...	...	60 L	...	...
MATERIAIS	PEAD	PE	PE	PEAD (ext.) e PS (int.)	...	PEAD	Aço Inoxidável
ACABAMENTO	Rugoso / Fosco	Rugoso/ Fosco e Liso / Brilhoso	Rugoso / Foco	Rugoso / Fosco e Liso / Fosco	Rugoso / Fosco	Rugoso / Fosco	Liso / Brilhoso e Liso / Fosco
ISOLANTE TÉRMICO	Espuma de PU	Espuma de PU	Espuma de PU	PU	...	PU	...
CONSERVAÇÃO TÉRMICA	...	De 5 a 10h	De 7 a 16h	...	...	...	...
MECANISMO DE TRANSPORTE	Uma alça de Nylon	Uma alça plástica na tampa	Uma alça de Nylon	Uma alça em PP	Pegas laterais, alça telescópica e rodízios	Alças Laterais	Alças laterais em aço inoxidável
TAMPA	Articulada / Sem trava	Articulada / Com trava	Independente / Sem trava	Articulada / Com trava na alça	Articulada / Sem trava	Bipartida / Articulada / Sem trava	Articulada / Com trava de aço
SISTEMA DE VEDAÇÃO	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
SIST. DE MONITORAMENTO DA TEMPERATURA	Data Logger	Não possui	Não possui	Termômetro Digital de Máxima e Mínima + Visor	Não possui	Não possui	Não possui

### PARTICULARIDADES DOS PRODUTOS ANALISADOS:

Modelo 1: Possui sistema de monitoramento da temperatura que realiza registro contínuo ao longo do processo. Estes dados são extraídos ao aproximar um smarphone a pelo menos 10cm da caixa e enviados automaticamente para a "Nuvem" da empresa;

Modelo 3: Corpo e tampa com paredes duplas que aumentam a capacidade de isolamento térmico;

## ANÁLISE COMPARATIVA: REFRIGERADORES TERMOELÉTRICOS



01



02



03



04



05

MARCA	Waeco	Mobicool	Mobicool	Mobicool	Mobicool
MODELO	TC 35FL	W48 DC	W40	Q 40 DC/AC	...
DIMENSÕES EXTERNAS	550 x 460 x 376 mm	532 x 400 x 452 mm	560 x 380 x 420 mm	580 x 390 x 440 mm	380 x 240 x 340 mm
DIMENSÕES INTERNAS	...	...	...	...	...
PESO	10 Kg	9 Kg	8,4 Kg	9,6 Kg	2,6 Kg
CAPACIDADE	33 L	48 L	40 L	40 L	32 L
CAPACIDADES DISPONÍVEIS	14 e 20 L	...	...	...	...
MATERIAIS	...	ABS	ABS	ABS e Alumínio	Poliéster
ACABAMENTO	Rugoso / Fosco	Liso / Fosco	Liso / Fosco e Liso / Brilhoso	Liso / Brilhoso	Próprio do material
ISOLANTE TÉRMICO	Espuma de PU	Espuma de PU	Espuma de PU	Espuma de PU	...
TAXA DE RESFRIAMENTO	Até 1° (30° abaixo da temp. ambiente)	Até 18° abaixo da temp. ambiente	Até 18° abaixo da temp. ambiente	Até 22° abaixo da temp. ambiente	Até 15° abaixo da temp. ambiente
MECANISMO DE TRANSPORTE	Alças retráteis	Alça lateral articulável e rodízios	Alça lateral articulável	Alças Laterais em aço	Alças em Nylon
TAMPA	Articulada / Com trava	Bipartida / Articulada / Sem trava	Bipartida / Articulada / Sem trava	Bipartida / Articulada / Sem trava	Fechamento com zíper
SISTEMA DE VEDAÇÃO	Não	Não	Sim	Sim	Não
SIST. DE MONITORAMENTO DA TEMPERATURA	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui
SISTEMA DE CONTROLE DA TEMPERATURA	Painel analógico	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui
VOLTAGEM	12/24 V e 110/220V	12V	12V e 110/220V	12V e 110/220V	12V e 110/220V
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA	Conector 12/24V e Fonte 110/220V	Conector 12V	Conector 12V e Fonte 110/220V	Conector 12V e Fonte 110/220V	Conector 12V e Fonte 110/220V
CONSUMO	60 watts	47 watts	48 watts	48 watts	37 watts
LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	Lateral	Tampa	Tampa	Tampa	Lateral
DIVISÓRIAS	Removíveis	Não possui	Removíveis	Removíveis	Não possui

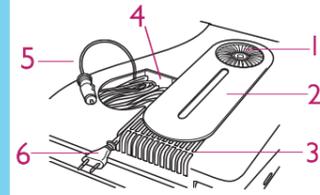
### PARTICULARIDADES DOS PRODUTOS ANALISADOS:

Modelos 4 e 5: Cabos embutidos na tampa;

Modelo 6: Possui compartimentos externos extras.

## ANÁLISE ESTRUTURAL E FUNCIONAL

### SIST. DE REFRIGERAÇÃO



#### 1 Sistema Termoelétrico

- Ver componentes na figura 24 da pág. 25;

#### 2 Tampa

- Quantidade: 1;
- Função: Fechar e camuflar o compartimento dos cabos;
- Material: ABS;
- Processo de Fabr.: Rotomoldagem;
- Acabamento: Liso e Brilhoso;

#### 3 Saída de Ar

- Quantidade: 1;
- Função: Permitir a saída do ar quente gerado pelo sistema termoelétrico;

#### 4 Compartimento para cabos

- Quantidade: 1;
- Função: Acondicionar os cabos de alimentação elétrica;

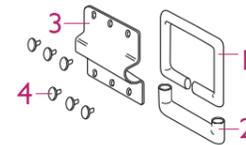
#### 5 Cabo 12v

- Quantidade: 1;
- Função: Permitir alimentação elétrica por meio do "acendedor de cigarros" de automóveis;

#### 6 Cabo 110/220

- Quantidade: 1;
- Função: Permitir alimentação elétrica direta na rede.

### ALÇA



#### 1 Alça

- Quantidade: 2;
- Função: Permitir o levantamento e o transporte do produto;
- Material: Aço;
- Processo de Fabr.: Corte e dobra;
- Acabamento: Liso e fosco.

#### 2 Invólucro da alça

- Quantidade: 2;
- Função: Facilitar a pega e proteger a mão do usuário;
- Material: Borracha;
- Processo de Fabr.: Extrusão e corte;
- Acabamento: Liso e fosco.

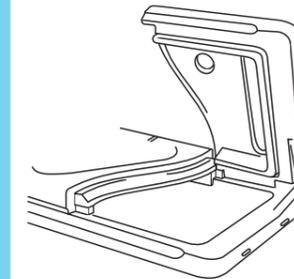
#### 3 Fixador da alça

- Quantidade: 2;
- Função: Fixar a alça;
- Material: Aço;
- Processo de Fabr.: Corte e estampagem;
- Acabamento: Liso e brilhoso.

#### 4 Rebite

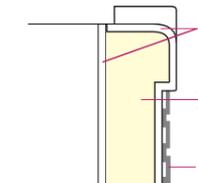
- Quantidade: 12;

### TAMPA



- Bipartida;
- Quantidade: 2;
- Funções: Proteger o conteúdo interno, vedar o recipiente e conter o sistema de refrigeração;
- Material: ABS;
- Processo de Fabr.: Rotomoldagem;
- Acabamento: Liso e Brilhoso.

### ISOLAMENTO TÉRMICO (CORTE)



#### 1 ABS

- Processo de Fabr.: Rotomoldagem
- Acabamento: Liso e brilhoso;

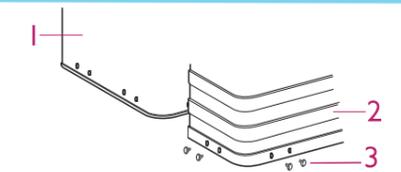
#### 2 Espuma de PU

- Processo de Fabr.: Injeção;
- Acabamento: Do material;

#### 3 Alumínio

- Processo de Fabr.: Estampagem;
- Acabamento: Liso e brilhoso.

### CARENAGENS



#### 1 Recipiente

- Quantidade: 1;
- Função: Acondicionar
- Material: ABS;
- Processo de Fabr.: Rotomoldagem
- Acabamento: Liso e Brilhoso

#### 2 Invólucro do recipiente

- Quantidade: 2;
- Função: Aumento da capacidade de refrigeração e acabamento superficial do produto;
- Material: Alumínio;
- Processo de Fabr.: Corte e estampagem;
- Acabamento: Liso e Brilhoso.

#### 3 Rebites

- Quant.: 26