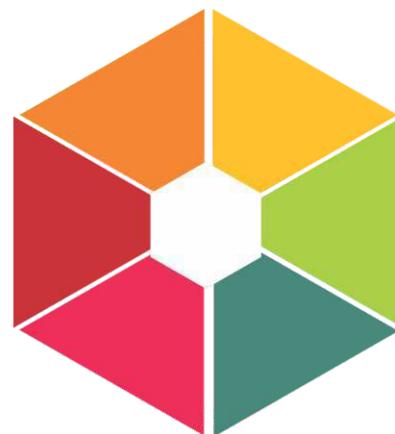


# **SECADOR HÍBRIDO TERMO SOLAR PARA FRUTAS**



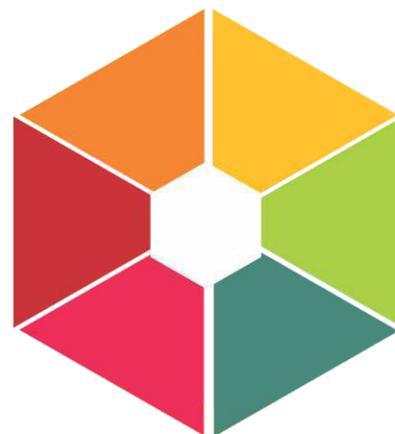
Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Unidade Acadêmica de Design  
Curso de Design

Autor  
João Andrade Bezerra Neto  
Orientadora  
Cleone Ferreira de Sousa

Área temática: Design de equipamento agrícola

# SECADOR HÍBRIDO TERMO SOLAR

PARA FRUTAS



UFCG/ CCT/ UAD

**Curso de Design**

Autor

João Andrade Bezerra Neto

Orientadora

Cleone Ferreira de Sousa

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

# Secador híbrido termo solar

## Para frutas

UFCG/ CCT/ UAD

Curso de Design

Autor: João Andrade Bezerra Neto

Orientadora: Cleone Ferreira de Sousa

Relatório técnico-científico defendido e aprovado em  
16 de Setembro de 2013, pela banca examinadora  
constituída pelos seguintes professores:

---

Cleone Ferreira de Sousa (orientadora)

---

João Batista Guedes

---

Luiz Felipe de Almeida Lucena

Campina grande, Setembro de 2013

## Agradecimentos



Agradeço primeiramente a Deus pela superação nos momentos difíceis da vida e pela presença de pessoas tão boas me cercarem e contribuírem para meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a meus pais Adjane Barbosa e Luiz Carlos, que possibilitaram ter bons estudos, boa educação e nunca me deixaram faltar nada.

Sou grato a todos que contribuíram direta e indiretamente com conhecimentos e apoio para o desenvolvimento deste projeto, em especial a professora Cleone Ferreira, amiga, orientadora e por vezes atuando como uma segunda mãe para todos os que precisam.

Aos professores da unidade acadêmica de design, que ao longo dos anos transmitiram e deram seu melhor para os alunos adquirissem não apenas conhecimento acadêmico, mas de vida também. Gratidão especial e admiração aos professores que excedem suas funções servindo de verdadeiros exemplos de profissionais e cidadãos, Glielson Montenegro, Cleone Ferreira, Luiz Felipe, Itamar Ferreira, João Batista Guedes e Andreia Bordini.

Meu muito obrigado aos amigos verdadeiros que me aturaram e me incentivaram nos momentos de desespero, Euller Souto, Jean Farias, Rodolfo Rodrigues e Edson Serafim. Aos amigos e colaboradores neste projeto, Demilton, Klivisson, Angelina, Moacir e Pablo.

Por fim agradeço a deus novamente pelo maior presente e conquista ao me conceder Ana Beatriz Barreto como parceira e companheira de vida.

## Epígrafe



“eles não são você. Ignore-os para que eles  
vejam que você não é atingido por eles.”

Autor desconhecido

“Você só descobre quem realmente é,  
quando é testado. E você descobre quem pode ser,  
quando é testado. A pessoa que você quer ser existe.  
no lado oposto de fé, crença e trabalho pesado.”

Autor desconhecido

# Sumário

<b>1 Introdução</b>	Pág. 09
1.1 Contextualização	Pág. 10
1.2 Identificação da oportunidade	Pág. 11
1.3 Objetivos	Pág. 13
1.4 Justificativa	Pág. 14
<b>2 Revisão bibliográfica</b>	Pág. 16
2.1 Desidratação	Pág. 16
2.1.1 Princípios da desidratação	Pág. 16
2.1.2 Métodos da desidratação	Pág. 17
2.2 Secadores solares	Pág. 19
2.2.1 Tipos de secadores	Pág. 19
2.2.2 Funcionamento do secador	Pág. 20
2.3 Produto a ser desidratado - fruta	Pág. 21
2.3.1 frutas	Pág. 21
2.3.1.1 A banana	Pág. 22
2.3.1.2 abacaxi	Pág. 23
2.3.1.3 manga	Pág. 24
2.3.1.4 tabela de conclusão	Pág. 25
2.4 fatores técnicos que interferem nas especificações de funcionalidade do equipamento	Pág. 25
2.4.1 Tratamento do ar	Pág. 25
2.4.2 Umidade relativa do ar	Pág. 26
2.5 Fontes de energia	Pág. 26
2.6 Gás liquefeito de petróleo glp	Pág. 29
2.6.1 Definição	Pág. 29
2.6.2 Propriedades e características	Pág. 29
<b>3 Levantamento e análise de dados</b>	Pág. 31
3.1 Análise do mercado	Pág. 31
3.1.1 Mercado	Pág. 32
3.2 Perfil do usuário	Pág. 33
3.3 Análise do ambiente	Pág. 35
3.4 Análise estrutural	Pág. 36
3.4.1 Análise estrutural-cabine	Pág. 37
3.4.2 Análise estrutural –coletor solar	Pág. 38
3.4.3 Análise estrutural – sistema glp	Pág. 39
3.4.4 Análise estrutura- sistemas de encaixe e montagem	Pág. 40
3.5 Análise funcional	Pág. 41
3.5.1 Funcionamento em dias ensolarados	Pág. 41
3.5.2 Funcionamento em dias nebulosos	Pág. 42
3.6 Análise ergonômica	Pág. 43
3.6.1 Análise sistêmica	Pág. 44

3.6.2	Análise da tarefa	Pág. 45
3.6.3	Análise de usabilidade	Pág. 48
3.6.4	Análise antropométrica	Pág. 51
3.7	Análise dos materiais	Pág. 53
3.8	Estudo do layout para disposição das frutas nas bandejas	Pág. 54
3.9	Definição de massa seca por cubagem	Pág. 58
3.10	Análise dos aspectos semânticos e estéticos	Pág. 59
3.11	Diretrizes do projeto	Pág. 60
<b>4 Conceção de design</b>		
4	Metodologia para anteprojecto	Pág. 63
4.1	Mapa mental	Pág. 64
4.2	Painéis semânticos	Pág. 65
4.2.1	Painel semântico animais poiquilothermicos	Pág. 65
4.2.2	Painel semântico materiais, texturas e acabamentos	Pág. 66
4.2.3	Painel semântico sistemas funcionais	Pág. 67
4.2.4	Painel semântico – abstracção de formas	Pág. 68
4.3	Geração de conceitos	Pág. 69
4.3.1	Concepção inicial	Pág. 70
4.3.2	Layout interno do sistema funcional	Pág. 71
4.3.3	Conceito 1	Pág. 73
4.3.4	Alternativa 1.1	Pág. 74
4.3.5	Alternativa 1.2	Pág. 75
4.3.6	Conceito 2	Pág. 76
4.3.7	Alternativa 2.1	Pág. 77
4.3.8	Alternativa 2.2	Pág. 78
4.3.9	Conceito 4	Pág. 79
4.4	Novo layout interno do sistema funcional	Pág. 82
4.5	Refinamento do conceito seleccionado	Pág. 84
4.6	Concepção formal	Pág. 86
4.7	Detalhamento estrutural e funcional do conceito	Pág. 88
4.7.1	Cabine	Pág. 89
4.7.2	Carenagem inferior	Pág. 90
4.7.3	Estrutura interna (corte)	Pág. 91
4.7.4	Funcionamento do sistema GLP	Pág. 92
4.7.5	Suporte das bandejas	Pág. 93
4.7.6	Bandejas	Pág. 93
4.7.7	Suporte/apoio da cabine	Pág. 94
4.7.8	Conexão cabine/ carenagem inferior	Pág. 94
4.7.9	Moldura da cabine	Pág. 95
4.7.10	Tampa	Pág. 96
4.7.11	Transporte da carenagem inferior	Pág. 97
4.7.12	Compartimento GLP	Pág. 97
4.7.13	Colectores solares	Pág. 98
4.8	Concepção ergonómica	Pág. 99
4.8.1	Concepção de uso	Pág. 100

---

4.8.2 Sistema de informação	Pág. 105
4.9 Estudo de cor	Pág. 107
4.10 Memorial da solução	Pág. 109
<b>5 Detalhamento técnico</b>	Pág. 111
5.1 Rendering do produto	Pág. 111
5.2 Perspectiva explodida	Pág. 112
5.2.1 Cabine e especificações das peças	Pág. 113
5.2.2 Suporte das bandejas e especificações das peças	Pág. 114
5.2.3 Carenagem inferior e especificações das peças	Pág. 115
5.2.4 Compartimento glp e especificações das peças	Pág. 116
5.3 Sistemas funcionais	Pág. 117
5.3.1 Compartimento glp	Pág. 117
5.3.2 Tampa	Pág. 118
5.3.3 Coletor solar	Pág. 119
5.3.4 Cabine e carenagem inferior	Pág. 120
5.3.5 Carenagem da cabine	Pág. 120
5.3.6 Suporte das bandejas	Pág. 121
5.3.7 Bandejas	Pág. 122
5.4 Materiais e revestimentos	Pág. 123
5.5 Processo de fabricação	Pág. 125
5.6 Vistas ortogonais e medidas	Pág. 129
<b>6 Conclusão</b>	Pág. 130
<b>7 Referências bibliográficas</b>	Pág. 131
<b>8 Anexos</b>	Pág. 134

# Pré-Projeto



1

Desidratador  
**Híbrido**

# 1 Introdução

O projeto consiste no desenvolvimento de um desidratador de frutas híbrido, ou seja, que utilize dois tipos de energias, a solar como energia principal e o gás liquefeito de petróleo como secundária e/ou complementar. A atividade produtiva de desidratar frutas é comumente desenvolvida em cooperativas de agricultura familiar, com o objetivo de reduzir o desperdício com as frutas in natura e agregar valor a novos produtos.

O projeto teve como objetivo desenvolver um equipamento que desidratasse todos os tipos de frutas conciliando os dois tipos de energia de maneira eficiente. O projeto se justifica pela necessidade de concepção de um equipamento simples, de fácil manutenção e manuseio, através de tecnologias apropriadas para o fortalecimento do desenvolvimento sustentável da agricultura familiar.

A metodologia utilizada foi um processo segmentado em quatro etapas regidas pelo objetivo de desenvolver um projeto de produto: a revisão bibliográfica e pesquisa de campo para compreensão do universo do produto, o levantamento e análise dos dados para fundamentar as diretrizes do projeto, estruturação do sistema funcional interno do equipamento, a concepção das soluções e o detalhamento técnico e determinação de materiais a serem utilizados na solução selecionada para viabilizar a confecção do equipamento.

Concluiu-se que o novo produto, além de desidratar todos os tipos de frutas, efetua uma desidratação mais eficiente, exigindo menos esforço por parte dos usuários do manuseio das frutas, além de apresentar melhor ergonomia quanto a posturas, pegas e transporte do mesmo.

## 1.1 Contextualização

Com um mercado livre e sem fronteiras mediante a globalização e com integração cada vez maior dos mercados e dos meios de comunicação e transporte, permite-se então que o abastecimento de uma empresa possa ser feito por fornecedores que se encontram em diversas partes do mundo, cada um oferecendo melhores condições de preço e qualidade.

O processo de comercialização tem início com a produção, mas não se limita a isso, passando pelo processo de benefício, embalagem, compra, venda e atividades de logística. (MORIMOTO, 2011).

Essa dinâmica de produção, para permanência no mercado, implica que os produtores tenham volume, qualidade, diversidade e regularidade de oferta, pois os consumidores precisam se alimentar diariamente e os fornecedores devem estar estruturados para isso. (ODÍLIO SEPULCRI, 2011).

Tratando-se de agronegócio, os agricultores sofrem desvalorização da mercadoria uma vez que trabalhem com produtos perecíveis, adotando como solução o processo de desidratação, resultando em um produto de alto valor agregado. O processo de desidratação é realizado através de secadores térmicos, no entanto, com baixa capacidade produtiva.

(Maiores informações ver anexo I).



▲ Figura 01 - Frutas são um dos vários tipos de alimentos considerados perecíveis.

## 1.2 Identificação da Oportunidade

Segundo Meloni (2012), atualmente, no Brasil a desidratação de frutas ainda é realizada de forma tímida e predominantemente por pequenas empresas, na maioria das vezes de forma artesanal, onde a qualidade dos produtos produzidos não é determinada por nenhum parâmetro preestabelecido.

Destaca-se a baixa produtividade, a utilização de equipamentos pouco eficientes, e a ausência de marketing são fatores que contribuem para a pequena oferta do produto no mercado.

Existem amplas possibilidades de expansão para o mercado de frutas desidratadas no Brasil, no entanto é necessário melhoria na qualidade dos produtos, desenvolvimento de novas apresentações dos produtos ampliando sua aplicabilidade como ingrediente, conquistar mercados externos, ampliar mercado interno e ser competitivo. (MORIMOTO, 2011).

Destaca-se como mercados consumidores em potencial: supermercados, lojas de conveniências, mercados municipais, insumos para indústria de alimentos e exportação.

O investimento em tecnologias apropriadas nesse setor pode possibilitar o aumento de renda dos pequenos agricultores, além de contribuir para a redução do êxodo rural através da produção de um produto de maior valor agregado.

Apesar das atuais tecnologias para secagem e de vários tipos de secadores, à disposição dos agricultores, a secagem em terreiros ainda é muito utilizada no Brasil, principalmente nas zonas agrícolas onde se concentram as cooperativas e a agricultura familiar (NASCIMENTO, 2009).

Apesar da variedade na tipologia e nos modelos de desidratadores disponíveis no Brasil, tais equipamentos de secagem apresentam, em geral, apresentam custo elevado incompatível com o poder aquisitivo do pequeno produtor rural.



▲ Figura 02 - Prática predominante de secagem de frutas exercida em terreiros pelas cooperativas em zonas agrícolas.

Desta forma a opção do agricultor em confeccionar ele mesmo o desidratador, em geral, é realizada de maneira artesanal se preocupando apenas com desenvolvimento de um mecanismo puramente funcional.

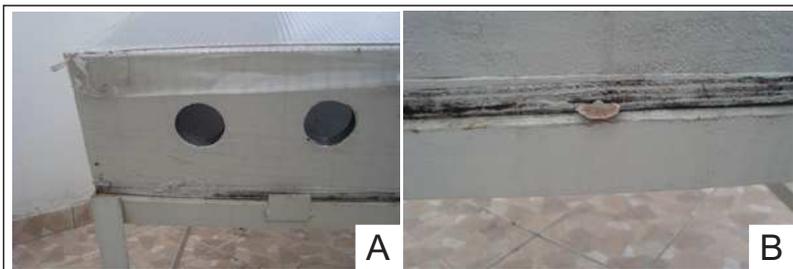
Os secadores híbridos apresentam dificuldades no seu transporte e manejo, por assumirem dimensões, de médio à grande porte, sendo comumente fixos e pesados, e também se observa uma perda de temperatura na saída do sistema. É característico também dos secadores apresentar uma aparência desvalorizada, devido ao desgaste do material, dos problemas de estrutura e da proliferação de fungos, bolores entre outros agentes nocivos (figura 03 e 04).

Seria mais eficiente atribuir ao secador uma regulação em sua angulação á exposição solar para obter melhor captação da luz, de forma que se mostre necessário uma reformulação estrutural a fim de solucionar ou reduzir tais questões.

Percebe-se assim a possibilidade de desenvolver um desidratador para tipos de frutas similares em características técnicas do tipo: teor de água, tempo de processo e temperatura necessária, utilizando energia renovável e não poluente, obedecendo aos padrões normativos da ANVISA em relação à infestação de insetos e demais agentes, melhor higiene do produto, materiais adequados empregados nesta tipologia de produto, viabilizar um melhor sistema de transporte do produto do secador, além do possível aumento da eficiência no processo de secagem das frutas.



▲ Figura 03 - Secador solar em Campina Grande, confeccionado em madeira e cantoneiras de aço, evidencia o desgaste com o tempo.



▲ Figura 04 - Secador solar montado com o uso de fita adesiva (A). Proliferação de fungos na estrutura (B).

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

Redesenhar um desidratador solar híbrido para frutas.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma estrutura que torne o processo de secagem mais eficiente quanto a desidratação;
- Permitir que o secador desidrate e acomode todos os tipos de frutas;
- Desenvolver um sistema simples para transporte, montagem e manejo do equipamento;
- Utilizar materiais que resistam a intempéries climáticas (exposição a chuvas, sol e umidade);
- Viabilizar a produção industrial do equipamento;
- Permitir funcionamento do equipamento através do uso de energia renovável;
- Respeitar as normas de boas práticas de fabricação da ANVISA.

## 1.4 Justificativa

A utilização de energia solar, como fonte energética, para secagem de frutas com menor impacto ambiental é uma forte motivação para estudos que privilegiem o desenvolvimento de secadores solares.

Contribuindo para o desenvolvimento sustentável e suprimindo as necessidades no segmento da agricultura familiar através da criação de equipamentos simples, de fácil construção, manutenção e operação que respondam de maneira mais eficiente e segura pelas demandas de nosso crescimento (GRILO 2011).

O investimento em tecnologia e equipamentos apropriados para desidratação de frutas, se valida perante a transição de um cenário negativo para um cenário positivo, onde agricultores são inicialmente prejudicados financeiramente pelo deságio de seus produtos perecíveis e passam a ter em mãos um produto de longevidade vital, com valor agregado de grande potencial lucrativo.

O processo de desidratação de frutas contribui para a concentração do sabor e mantém o valor nutritivo dos produtos, além de facilitar o transporte, manipulação, preparo e armazenagem. Essa é uma das grandes vantagens de produzir a secagem de frutos, aumentar o tempo de armazenagem e com isto reduzir as perdas.

O redesenho do secador solar híbrido destina-se a agregar ao produto atributos que colaborem para melhor uso, manutenção e transporte do equipamento, bem como melhoria da garantia da qualidade do produto a ser processado.

# Revisão Bibliográfica



2

Desidratador  
**Híbrido**

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Desidratação

A desidratação é um processo que consiste na eliminação de água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa (figura 05).

Trata-se da prática pós-colheita mais comum para a redução do nível de umidade até o nível mais adequado, embora isso não signifique a remoção total de água do produto (PARK, 2007).

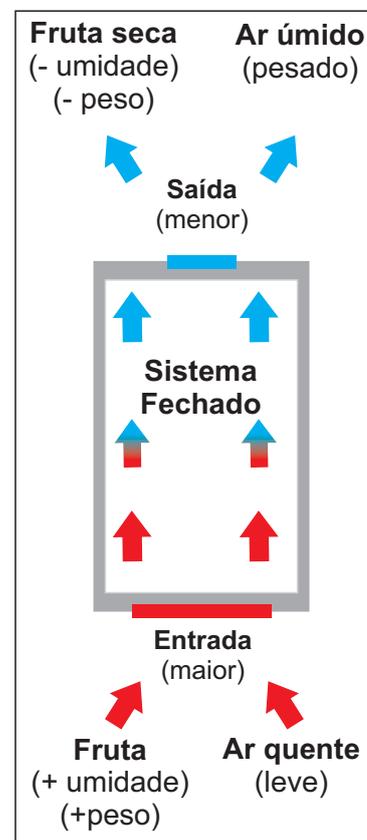
Segundo Fioreze (2004), a relação entre a temperatura do ar de secagem e a umidade varia principalmente em função do destino do produto, onde a compreensão dos mecanismos de migração de umidade é de fundamental importância no entendimento das teorias envolvidas no processo de secagem.

Visando o princípio da conservação, a desidratação deve ser efetuada até um ponto, onde a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes sejam suficientemente elevados para reduzir a atividade de água e inibir o desenvolvimento de microrganismos, conferindo ao produto final características sensoriais próprias e preservar ao máximo o seu valor nutricional (PEREIRA, 2011).

#### 2.1.1 Princípios da desidratação

Na secagem ocorre uma transferência simultânea de calor e massa. O calor é transferido ao material por convecção, ou seja, através do ar ou ainda por condução colocando-se o produto em contato com uma superfície quente (PARK, 2007).

Esse calor é responsável pela evaporação da umidade na superfície do produto, ou próximo da mesma, sendo esta umidade posteriormente removida pelo fluxo de ar em convecção natural ou forçada (BIBIANO, 2010).

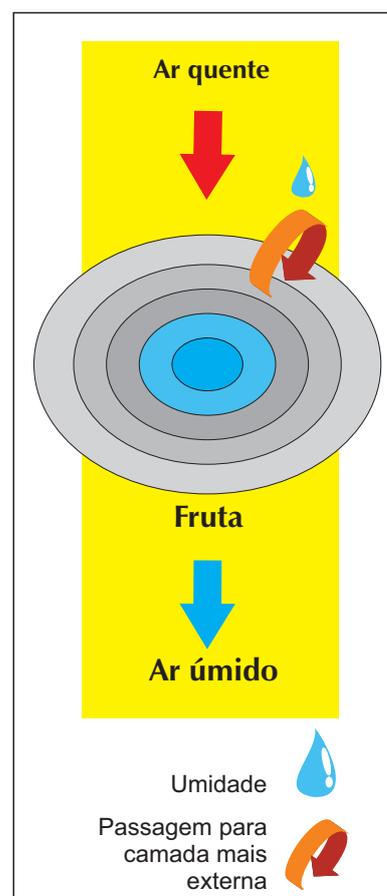


▲ Figura 05 - Esquema demonstrativo do processo de desidratação por convecção, através de uma corrente de ar gerada pela diferença de pressão entre a entrada e saída do sistema.

Com a remoção desta umidade da superfície e das camadas mais externas, ocorre uma gradiente de concentração interno ao produto, que resulta em um processo migratório da umidade do centro para a superfície do mesmo (figura 06).

Segundo Fioreze (2004), existem diversas teorias para explicar a migração de umidade do interior para a superfície do produto, dentre as quais se destacam:

- A migração ocorre por difusão de água na forma líquida, devido a uma diferença de concentração, sendo que a mudança de estado da água ocorre próximo à superfície;
- A migração ocorre por difusão de vapor, devido a uma diferença de pressão e a mudança de estado de líquido para vapor ocorre dentro do produto.
- A migração ocorre por difusão de vapor e líquido simultaneamente com a mudança de estado ocorrendo no interior do produto em função do aumento de temperatura do mesmo;
- A migração ocorre por capilaridade, com o líquido escoando do interior para a superfície através de minúsculos interstícios, devido à interação entre o líquido e o sólido;
- A migração ocorre por capilaridade no estado líquido, e devido ao gradiente de concentração no estado de vapor.



▲ Figura 06 - Passagem de umidade da camada mais interna para a mais externa na presença de calor (difusão da água na forma líquida).

## 2.1.2 Métodos de desidratação

Os produtos alimentícios podem ser desidratados por processos baseados na vaporização, sublimação, remoção de água por solventes ou na adição de agentes osmóticos (MELONI, 2010).

Os métodos de Desidratação dependem do tipo de alimento a ser desidratado, do nível de qualidade que se deseja obter, da aplicação do produto e de um custo que possa ser justificado (PEREIRA, 2011).

Comumente os métodos para secagem, por meio da utilização de energia solar são relativos às formas de propagação desta energia, ou seja, convecção, condução e radiação.

### Secagem por Convecção

Neste método, o ar pré-aquecido passa sobre ou através do sólido e transfere calor sensível ao material, evaporando a umidade e transportando-a para fora do secador (figura 07),

### Secagem por Condução

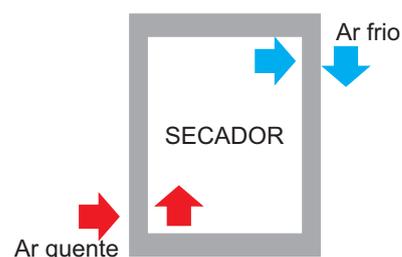
Ocorre por transferência de calor por condução, ou seja, contato com superfícies aquecidas como bandejas, placas, cilindros ou paredes de secadores, sendo indicado para secagem de materiais muito finos ou muito úmidos (figura 08).

### Secagem por Radiação

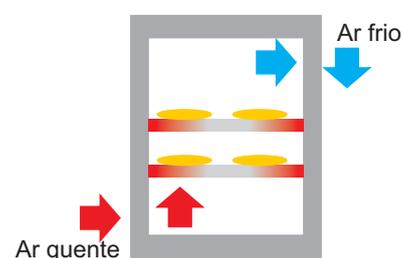
Indicada para materiais finos, como filmes, pinturas e coberturas, ocorre por radiação infravermelha, onde são usados geralmente radiadores de baixa temperatura e lâmpadas de quartzo de alta temperatura (figura 09).

A transferência de calor por convecção é o meio mais utilizado para o processo de secagem com o objetivo comercial, nela o produto é cortado em pedaços com tamanho uniforme e disposto sobre bandejas e submetido à desidratação com ar quente dentro de cabines ou túneis. Este método apresenta como principais características a simplicidade operacional e o baixo custo de implantação quando comparado aos demais métodos (MELONI, 2010).

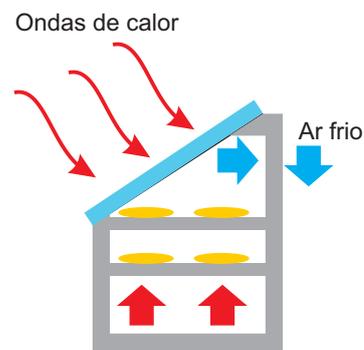
A condição ambiente ideal para secagem requer insolação com forte intensidade, pouca nebulosidade e ar com baixa umidade relativa, em torno de 67% com uma média de 26°C (MELONI, 2010).



▲ Figura 07 - Convecção: o ar quente tende a subir, enquanto o ar frio tende a descer.



▲ Figura 08 - Condução: A bandeja tende a conduzir calor e se aquece, aquecendo por contato também os alimentos.



▲ Figura 09 - Radiação: O calor se propaga através das ondas, sendo necessário um material translúcido para a passagem deste calor.

## 2.2 Secadores Solares

O Brasil dispõe de um grande potencial para o uso de energia solar em quase todo o território principalmente na região Nordeste. Assim a energia solar é uma alternativa muito vantajosa no desenvolvimento de projetos que promovam o desenvolvimento da região, como secagem de frutos, aquecimento domiciliar de água e a transformação da energia solar em elétrica (COSTA, 2008)

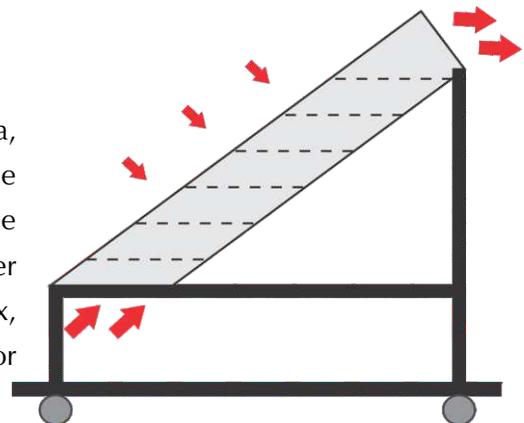
Os secadores variam de acordo com diversos fatores dentre os quais se destacam o tipo de produto a ser desidratado, a capacidade de secagem, tipo de energia, etc (FIOREZE, 2007).

### 2.2.1 Tipos de secadores

Segundo Fioreze (2004) dentre os diversos sistemas de secagem solar, pode ser feita uma classificação dos tipos principais, assim descritos:

#### Secador solar de exposição direta

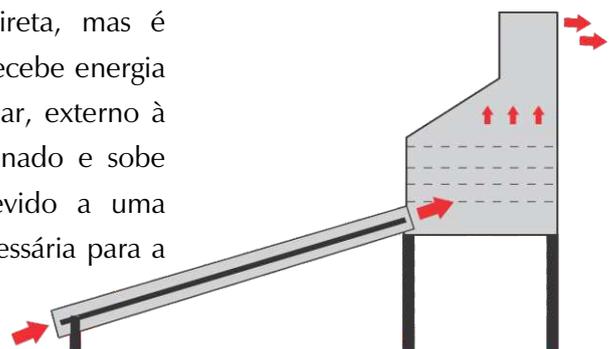
Neste sistema, o secador consiste de uma caixa inclinada, geralmente construída de madeira, que forma o fundo e as laterais da câmara de secagem, uma superfície absorvedora, metálica e pintada de negro, para absorver melhor a radiação solar, uma tela de nylon ou aço inox, onde é colocado o produto, e finalmente a parte superior de vidro ou plástico transparente (figura 10).



▲ Figura 10 - Coletor solar de exposição direta.

#### Secador solar de exposição indireta

Nesse sistema, o produto não recebe a radiação diretamente, como no caso dos secadores de exposição direta, mas é colocado em bandejas dentro de uma cabine, e recebe energia apenas do ar que é aquecido por um coletor solar, externo à câmara de secagem. O ar entra no coletor inclinado e sobe direto para dentro da câmara de secagem devido a uma diferença de densidade fornecendo a energia necessária para a evaporação da umidade do produto (figura 11).



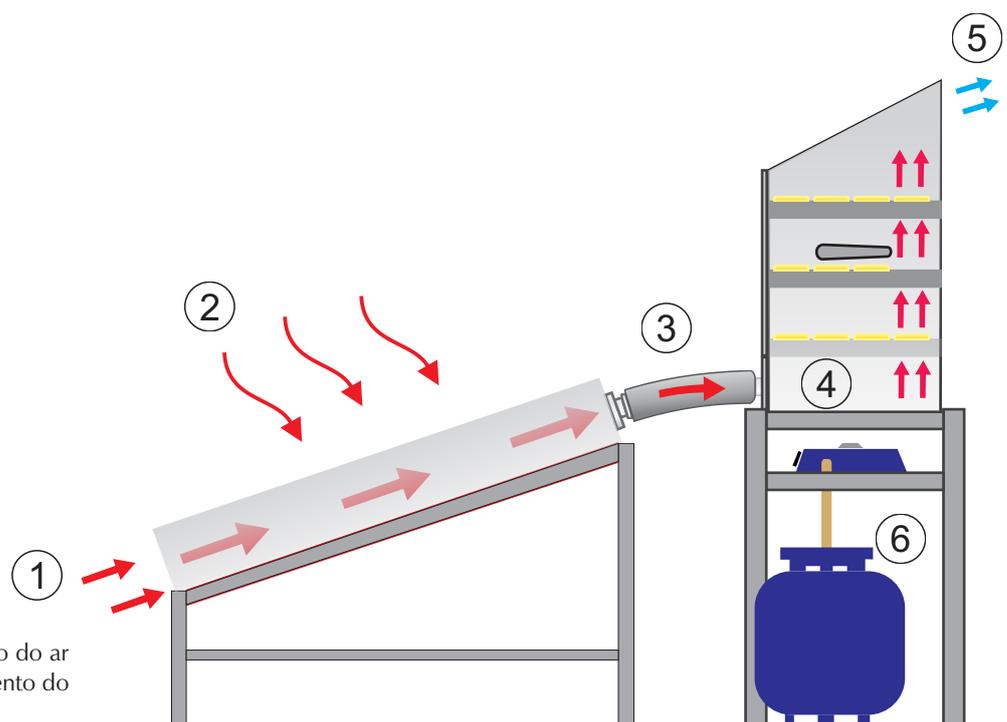
▲ Figura 11 - Coletor solar de exposição indireta.

### 2.2.2 Funcionamento do secador

A captação da radiação solar, no secador, ocorre de forma direta e indireta. No momento em que a radiação atinge a cobertura do secador, grande parte é conduzida para a parte interna da “estufa”, no qual ocorre um aumento da temperatura no mesmo. No funcionamento do secador, o processo de secagem envolve as três formas de transferência de calor: convecção, condução e radiação.

O processo pode ser compreendido da seguinte maneira: (figura 12)

- 1 - Entrada do ar quente (menos denso) no coletor;
- 2 - Captação da luz do sol que transpõe a tampa do coletor e aquece o ar no interior;
- 3 - O ar é conduzido do coletor para a cabine por meio de um duto;
- 4 - No interior da cabine, o ar quente e seco absorve a umidade da fruta deixando-a desidratada;
- 5 - O ar transporta a umidade para fora do ambiente;
- 6 - Na ausência e/ou insuficiência de energia solar, o sistema GLP assume a responsabilidade de inserir calor dentro da cabine.



► Figura 12 - Percurso do ar durante o funcionamento do secador.

## 2.3 Produto a ser desidratado - Fruta

Para o desenvolvimento deste trabalho, a fruta, mais especificamente, a banana, o abacaxi e a manga serão abordados enquanto matéria prima e objeto também de estudo. Uma vez que o entendimento e controle do seu comportamento químico e físico influenciam de maneira decisiva no desempenho e conseqüentemente resultados a serem alcançados com o processo de secagem.

Os alimentos podem ser classificados em perecíveis (figura 13) e deterioráveis (figura 14). Os perecíveis são alimentos que se deterioram muito rapidamente e sua conservação depende de meios artificiais, sendo o principal deles, a refrigeração no caso das frutas, vegetais, leite, ovos, tubérculos e o congelamento para carnes, pescado, etc. Para esse grupo, o principal objetivo do processo da secagem é a obtenção de novos produtos e não a conservação.



▲ Figura 13 - Alimentos perecíveis: fruta, verdura, legumes, carne e etc.

Os deterioráveis são alimentos cuja decomposição é mais lenta, a qual pode ser controlada através do controle de umidade do produto que está diretamente relacionada à umidade relativa do ar intersticial, dentre os quais se destacam os grãos (cereais, oleaginosas, café, cacau, etc.) (FIOREZE, 2004).



▲ Figura 14 - Alimentos deterioráveis: cereais, oleaginosas, café, cacau.

### 2.3.1 Frutas

Adotando-se os alimentos perecíveis como objeto de estudo, em específico as frutas, é fundamental a observação de alguns de seus aspectos, tais como, sua porcentagem de água, sua massa, seu tratamento antes da secagem, tipo de corte para desidratação bem como suas potencialidades para gerar novos produtos.

Em se tratar do secador para desidratação de todas as frutas e tomando por base a variedade delas, será necessária uma demarcação de estudos de caso com algumas frutas para a delimitação do escopo deste projeto.

As frutas definidas foram identificadas tomando como base a facilidade da produção em nosso entorno geográfico. Desta forma serão adotadas três frutas amostrais a fim de verificar seus aspectos fundamentais para desidratação, sendo elas, a banana, o abacaxi e a manga.

### 2.3.1.1 A banana

Proveniente da família dos musaceae e cultivada em 130 países, a banana é considerada um alimento tropical que apresenta alta concentração de açúcar, sendo uma fruta rica em fibras, potássio, vitaminas C e A, não possuindo sementes, além de ser um fruto que não necessita de fecundação prévia. Tendo 70% de água correspondente a sua massa de toda a composição (SILVA, 1995).

Encontradas em conjuntos com até cerca de vinte bananas (cada conjunto se denomina uma penca). Os cachos de bananas podem ter de 5 a 20 pencas os quais podem pesar de 6 a 30 kg, onde cada penca equivale a 10 ou 12 unidades de banana. Cada banana pesa, em média, 120g, sendo 70% de água e 30% de matéria seca (figura 15).

As qualidades alimentícias e comerciais da banana são influenciadas pelas condições de amadurecimento e armazenamento (CAMPOS et al., 2003). Isso porque a banana é um fruto climatérico (fruto sensível ao etileno, ou seja, amadurece pela ação do etileno) que apresenta alta taxa respiratória e alta produção de etileno após a colheita, o que a torna altamente perecível (PINHEIRO et al., 2005).

Segundo Quevedo (2008), devido ao rápido envelhecimento da banana, a sua vida de prateleira é muito curta, sendo este processo percebido pelo segmento de manchas escuras que aparecem na casca da fruta.

Para efetuar a devida secagem da banana, é preciso que esta seja descascada e partida ao meio e/ou em rodela finas para maximizar a área exposta, sendo adicionadas algumas gotas de limão a fim de evitar escurecimento da fruta durante o processo.



▲ Figura 15 - Banana: bananeira, penca e pesagem.

O tempo do processo de secagem utilizando secador solar, depende das condições climáticas do local, geralmente a temperaturas de 40 a 70 graus Celsius.

Exigem de 1 a 2 dias com temperaturas de no mínimo 40°C até alcançar umidade final de 20 a 25%. O valor agregado ao produto final neste processo se eleva de R\$ 2,50 o quilo da fruta in natura para R\$ 21,00 por quilo de banana-passa (banana desidratada).

Assim, para a banana estima-se que uma variação de 40 a 70°C para uma secagem eficiente e qualitativa, tomando por base seu teor de umidade e massa.

### 2.3.1.2 Abacaxi

Segundo o IBGE (2009), os principais estados brasileiros produtores de abacaxi são a Paraíba, com 263.000 mil frutos, Minas Gerais com 255.756 mil frutos, o Pará, com 241.098 frutos, a Bahia, com 121.127 mil frutos e o Rio Grande do Norte, com 120. Mil frutos (figura 16).

O abacaxi é uma fruta típica de países tropicais e subtropicais, portanto, não se adapta em regiões de clima frio, sendo uma fruta com uma boa quantidade de vitamina C, B1 e A, onde no seu estado maduro pesa de 2 a 3 quilos. É classificado pelo tamanho como grande (mais de 1,5 kg), médio (entre 1,0 e 1,5 kg) e pequeno (menos de 1,0 kg).

O fruto tem maior valor comercial quando apresenta os seguintes padrões:

- Tamanho grande (1,5 kg de peso),
- Colocação amarelada na base (gomos amarelado),
- Boa aparência física (sem manchas, ferimentos, podridão ou deformação),
- Coroa firme e variedade pérola.

Para uma secagem adequada do abacaxi, o mesmo é fatiado em rodelas, sendo necessária a retirada de seu talo ou miolo, pois este tem função de absorção da água.

▼ Figura 16 - Abacaxi: pé de abacaxi, expositores de abacaxi.



Visando obter um produto estável de teor de umidade intermediária de 20 a 25% de base úmida, este precisa de uma variação de temperatura entre 40 a 80°C, com uma porcentagem de água em torno de 87%, desidratando em um intervalo de 1 a 2 dias.

### 2.3.1.3 Manga

A manga é uma fruta originada do sul da Ásia. Fruta tipicamente tropical, foi introduzida, pelos portugueses no período colonial, no Brasil com muito sucesso. Em 2007 o Brasil representava o 7º lugar no ranking de maiores produtores de manga do mundo.

A casca da manga é lisa, sendo que a cor varia entre os tons de vermelho, laranja e amarelo. Quando madura, a manga exala um cheiro adocicado (figura 17).

Sua polpa é succulenta (quantidade de água considerável), doce e saborosa, podendo ser fibrosa ou lisa dependendo da espécie. É uma fruta que apresenta baixa quantidade de calorias.

A manga é rica em minerais e vitaminas C, B5, A e antioxidantes. Possui também uma boa quantidade de ferro, magnésio e potássio, sendo consumida ao natural e também na produção de sucos, sorvetes e doces.

Comumente apresentando um percentual de 79 a 82% de água presente na fruta, no qual esta necessita de 40 a 70°C para sua desidratação ideal e assim alcançar o teor de umidade ideal, ou seja, 20 a 25% em 1 ou 2 dias.

Como podemos observar os parâmetros necessários para o bom desempenho do equipamento no processo de desidratação destes frutos são os mesmos.

(Manejo de alimentos, ver ANEXO II).



▲ Figura 17 - Manga: Pé de manga e fatiamento da manga.

### 2.3.1.4 Tabela de conclusão

Fruta	Teor de água	Tempo de secagem	Temperatura a ser atingida	Teor de umidade a ser atingida	Tipo de corte
Banana	70%	1 a 2 dias	40 a 70°C	20 a 25%	Fatias ou Rodelas
Abacaxi	87%	1 a 2 dias	40 a 80°C	20 a 25%	Rodelas
Manga	79 a 82%	1 a 2 dias	40 a 70°C	20 a 25%	Fatias e/ou tiras

▲ Tabela 01 - Conclusão dos parâmetros de cada fruta.

Como podemos observar os parâmetros necessários para o bom desempenho do equipamento no processo de desidratação destes frutos são os mesmos.

(Manejo de alimentos, ver ANEXO II).

## 2.4 Fatores técnicos que interferem nas especificações de funcionalidade do equipamento.

São fatores que influenciam no processo de desidratação, a qualidade do ar, a umidade relativa e a umidade da fruta. Para acompanhar as variações de temperatura e umidade dentro do coletor utiliza-se um medidor específico para tal função (figura 26).



▲ Figura 18 - Medidor de temperatura e umidade do ar.

### 2.4.1 Tratamento do ar

Para o estudo das propriedades do ar, considera-se que ele seja formado por dois componentes: vapor de água e uma mistura dos outros gases presentes no mesmo. Desse modo, a mistura desses gases na ausência de vapor denomina-se ar seco e quando há presença deste denomina-se ar, ar úmido (FIOREZE, 2004).

O ar úmido é uma mistura de gases formada principalmente por oxigênio, nitrogênio, gás carbônico e vapor de água.

Para o correto planejamento de um processo de transformação de alimentos através da desidratação, torna-se necessário o conhecimento das propriedades do ar, principalmente a temperatura e a quantidade de vapor existente no mesmo, além de saber como alterar essas condições (GRILO, 2011).

### 2.4.2 Umidade relativa do ar

É a relação entre a fração molar do vapor de água na mistura e a fração de vapor de água numa mistura saturada à mesma pressão e temperatura (PARK, 2007).

A umidade relativa mostra a capacidade que o ar possui de absorver a umidade. Isto é, quanto menor a umidade relativa, maior a capacidade do ar em absorver a umidade.

A umidade relativa é um dos parâmetros que influem no conforto das pessoas e, além disso, é um parâmetro importante, pois este indica a capacidade e eficiência do ar em roubar mais umidade das frutas (PARK, 2007).

$UR = \text{Densidade do vapor de água presente no ar} / \text{Densidade do vapor de água saturado}$

## 2.5 Fontes de Energia

Em Qualquer tipo de trabalho que realizamos gastamos energia, uma energia que é limitada pelos nossos dotes físicos. Assim, o homem desde a antiguidade, até os nossos dias tem procurado novas fontes de energia para realizar suas tarefas diárias (MATOS, 2006).

O consumo de energia está intimamente relacionado com a qualidade de vida de um determinado país. Em países mais desenvolvidos o consumo é maior, devido ao grau de industrialização e o nível de consumo residencial em aparelhos domésticos (MATOS, 2006).

Diversas são as formas de energia disponíveis no planeta bem como suas formas de aplicações e uso. Estas são classificadas mediante sua capacidade de reutilização ou não e pelo impacto ambiental causado no meio. São assim denominadas energias não renováveis e energias renováveis.

## Energias Não Renováveis e Renováveis

As fontes de energias renováveis são aquelas em que a sua utilização é renovável e pode-se manter e ser apropriado ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento dessa mesma fonte, a exemplo da energia eólica e solar.

Por outro lado as fontes de energias não renováveis têm recursos teoricamente limitados, sendo que esse limite depende dos recursos existentes no nosso planeta, como é o exemplo dos combustíveis fósseis.

Atualmente um maior desenvolvimento de algumas energias renováveis, tais como:

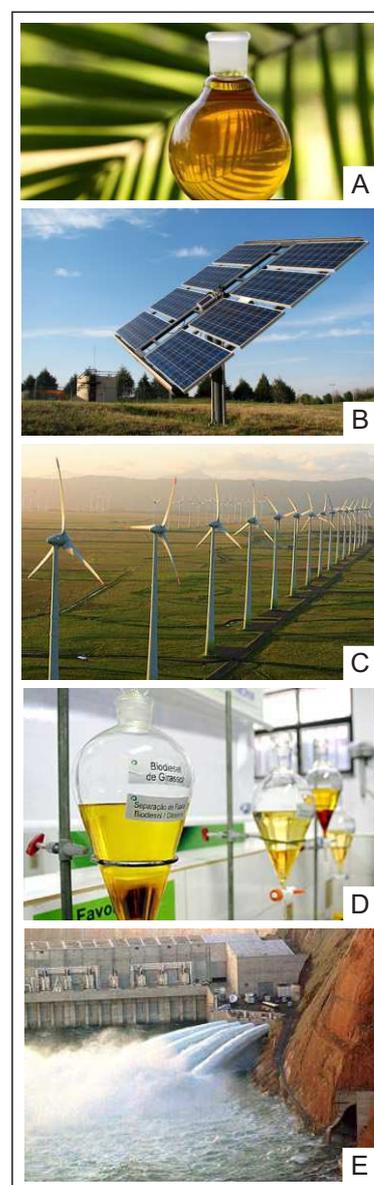
**Biomassam (A):** utiliza a matéria de origem vegetal para produzir energia (bagaço de cana de açúcar, madeira, palha de arroz, óleos vegetais, etc.);

**Energia solar (B):** utiliza raios solares para gerar energia oferecendo vantagens como a não poluição ambiental e existir em abundancia. Sua desvantagem consiste na sua pouca viabilidade econômica no qual os custos para sua obtenção podem superar seus benefícios.

**Energia Eólica (C):** é a energia gerada através da força do vento captado por aere geradores. Suas vantagens se resumem na abundancia em que se encontra na natureza de forma intensa e regular, produzindo energias e preços relativamente competitivos.

**Biodiesel (D):** energia que substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclo diesel. Embora não poluente, sua desvantagem se refere ao esgotamento do solo.

**Energia hidráulica (E):** Também conhecida como hídrica, é a energia obtida a partir da energia potencial de uma massa de água.



▲ Figura 19 - Fontes de energia renováveis: biomassa, solar, eólica, biodiesel e hidráulica.

## Energia Solar

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2012), assim como a eólica e a do mar, a energia solar se caracteriza como inesgotável, sendo considerada uma alternativa energética muito promissora para enfrentar os desafios da expansão da oferta de energia com menor impacto ambiental.

As aplicações práticas da energia solar podem ser divididas em dois grupos: energia solar fotovoltaica, processo de aproveitamento da energia solar para conversão direta em energia elétrica, utilizando painéis fotovoltaicos e a energia térmica (coletores planos e concentradores) relacionada basicamente aos sistemas de aquecimento de água ou ar (MMA, 2012).

As vantagens da energia solar ficam evidentes quando os custos ambientais de extração, geração, transmissão, distribuição e uso final de fontes fósseis de energia são comparadas a geração por fontes renováveis, como elas são classificadas (MMA, 2012).

A energia solar térmica, além de ser uma geração distribuída e por isso não provocar demanda por upgrade de linhas de transmissão, não requer investimentos governamentais, aumenta renda média da população assalariada das classes mais baixas e reduz a demanda por investimentos em novas usinas geradoras de eletricidade (MMA, 2012).

Se a comparação a ser considerada for à termoelétrica, o aquecedor solar ainda pode ser considerado uma alternativa para a redução de emissões de gases ácidos ou poluentes e consequentemente contribuir para a redução do efeito estufa, afirma o ministério do meio ambiente. (Formas de propagação de energia solar ver ANEXO III).

(Equipamentos solares que processam alimentos ver ANEXO IV).

## 2.6 Gás Liquefeito (GLP)

### 2.6.1 - Definição

O GLP é uma mistura de hidrocarbonetos compostos por átomos de carbono, formados naturalmente nos reservatórios petrolíferos, normalmente, em pequenas proporções.

### 2.6.2 – Propriedades e características

O GLP propriamente dito, distribuído em larga escala, é uma composição de hidrocarbonetos parafínicos (propano, n-butano e ISO - butano) e olefínicos (propeno, n-buteno e ISO-buteno), nas mais variadas proporções.

Apresenta grande aplicabilidade como combustível devido às suas características de alto poder calorífico, excelente qualidade de queima, fácil manuseio, baixo impacto ambiental, facilidade de armazenamento e transporte (LIQUIGÁS, 2011).

De acordo com Garcia (2002) citado por Dantas (2010) a composição do GLP (figura 30) não pode ser exatamente especificada. Isso ocorre porque o GLP produzido numa unidade de processamento é, na verdade, uma mistura resultante de várias correntes, provindas de outras unidades de processamento, contendo percentuais variados de Propano e Butano, de tal forma que ficaria impossível fixar uma composição exata.

Ainda assim, apesar das variações nas composições químicas, o poder calorífico do GLP não varia muito, ficando na faixa dos 47.500 kJ/kg. Entre algumas outras características do GLP estão:

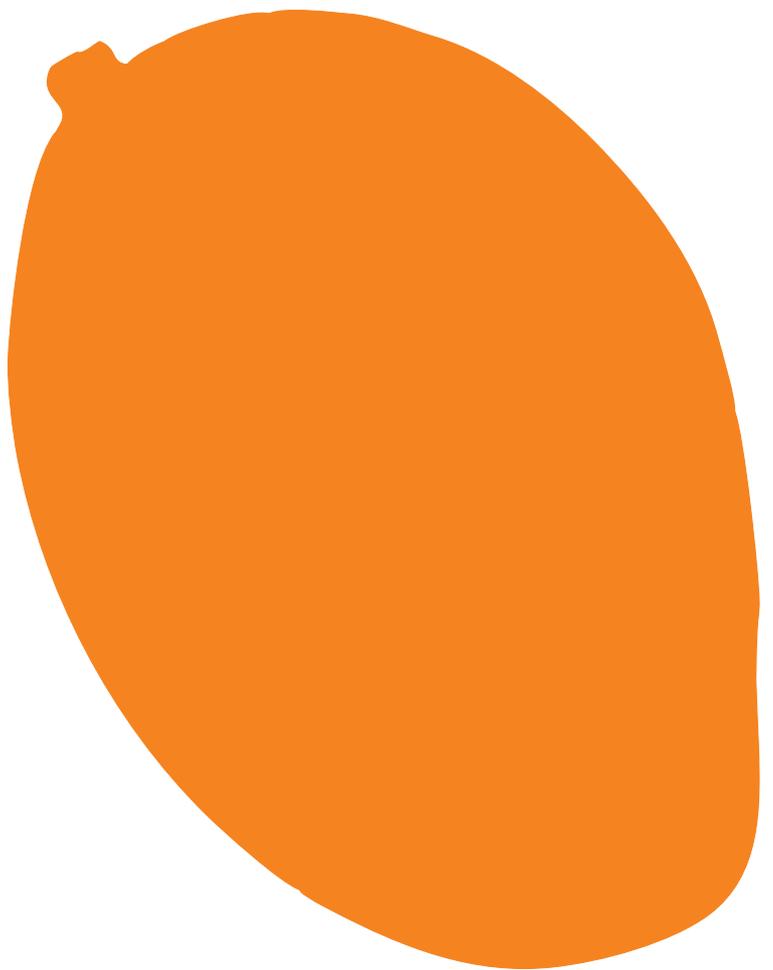
- Em sua composição estão presentes compostos a base de enxofre para que se possa identificar, com facilidade, qualquer vazamento.
- Quando em contato com qualquer corpo d'água, o GLP vai permanecer na superfície.
- Na fase gasosa o GLP é mais denso do que o ar.
- Portanto, em caso de vazamento, vai ocupar sempre os locais mais baixos (ralos, pisos, canaletas etc.) (LIQUIGÁS, 2011).



▲ Figura 20 - Fonte GLP geralmente distribuída em containers.

# Levantamento e Análise de Dados

3



Desidratador  
**Híbrido**

### 3 Levantamento e Análises de Dados

Nesta etapa do processo de desenvolvimento do projeto, serão efetuadas algumas análises técnicas objetivando uma melhor compreensão e entendimento do equipamento, a fim de embasar os requisitos e parâmetros a serem considerados na etapa de geração de conceito. Por meio destas análises será possível a transição do estado inicial verificado para um estado final (soluções).

#### 3.1 Análise de Mercado

É fundamental o conhecimento do público-alvo para refletir no produto os elementos necessários para uma boa comunicação com o consumidor e/ou usuário, como também se necessita identificar os produtos existentes ou similares no mercado a fim de entender o estado da arte do secador solar.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário, o Departamento de Geração de Renda e Agregação de Valor busca contribuir para elaboração, implantação e avaliação de políticas que promovam a valorização dos produtos e serviços da agricultura familiar (figura 21).

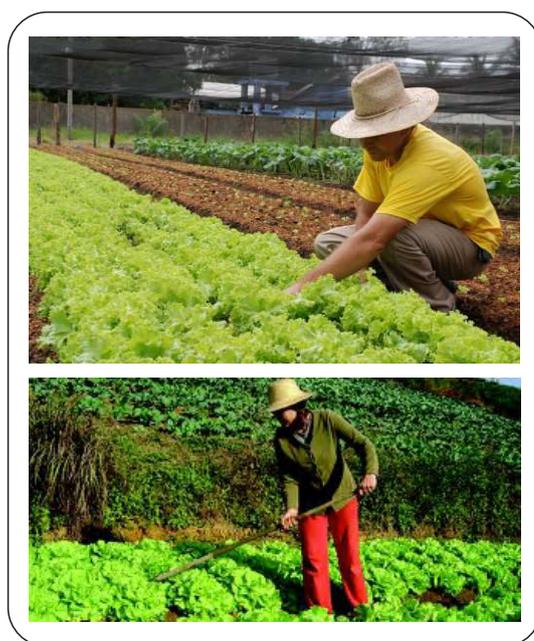
Para tanto, apoia ações nas áreas comercialização, produção de biocombustíveis e diversificação econômica. Assim sendo, o equipamento terá como público alvo as cooperativas de agricultura familiar (figura 22).

Entre algumas das estratégias mercadológicas, verifica-se o fortalecimento de parcerias com entidades da sociedade civil organizada, setor privado, organizações internacionais, desenvolvendo ações como o aumento das oportunidades de negócios, o acesso a fornecedores e produtos novos e diversificados, o acesso a novos mercados e a uma cadeia de suprimentos qualificada.



▲ Figura 21: Selo de representação da agricultura familiar.

▼ Figura 22: Cultivo e plantações baseados na agricultura familiar.



### 3.1.1 Mercado

Presentes no varejo, as frutas secas são encontradas em embalagens individuais, que variam de 40 a 200g cada. No setor de hortaliças e frutas frescas, o produto pode ser achado em gôndolas únicas, também disponível no grande varejo (figura 23).

Os principais produtos provenientes das frutas desidratadas para comercialização são os flocos, as farinhas ou pós, granulados, ou até mesmo na forma particionada na qual eles foram desidratados. A granel, é uma das formas em que as frutas são mais comercializadas, geralmente em mercados municipais ou em embalagens individuais em hipermercados e lojas de conveniência (figura 24).



▲ Figura 23: Embalagem individual de abacaxi seco



▲ Figura 24: Venda de frutas secas disponíveis em pó, grânulos e flocos no setor de hortaliças e frutas frescas e em hipermercados.

## 3.2 Perfil do Usuário

O público alvo é composto por cooperativas, presentes na Paraíba, que vivem especialmente da agricultura familiar e lucram com a comercialização de frutas in naturas a serem desidratadas.

As cooperativas são associações autônomas de no mínimo vinte pessoas, unidas voluntariamente para atender necessidades econômicas, sociais e culturais comuns, por meio de uma empresa de propriedade coletiva e de controle democrático dos associados.

As empresas cooperativas estão baseadas em valores de ajuda mútua, responsabilidade, solidariedade, democracia e participação. Tradicionalmente, os cooperados acreditam nos valores éticos de honestidade, responsabilidade social e preocupação com o próximo.

A cooperativa se diferencia dos demais tipos de sociedades por ser, ao mesmo tempo, uma associação de pessoas e também um negócio.

A demanda surgiu a partir do projeto desenvolvido no laboratório LABEM/UAEM com experimentos realizados no município de Natuba/PB.

Na Paraíba existem cooperativas com essas características e que permitam o usufruto de secador solar pelas condições climáticas e pelo trabalho com frutas específicas. A exemplo do município Soledade com 60 famílias da agricultura familiar trabalhando com processamento do excesso de frutas, polpas, doces. Já no município de Bananeiras com a desidratação para banana passa.

Estas cooperativas surgiram da necessidade do desenvolvimento de novos produtos focados no processamento do excedente produtivo e na agregação de valor. Através do beneficiamento da fruta para a polpa, doces e a desidratação.



▲ Figura 25: Painel semântico das Cooperativas de agricultura familiar.

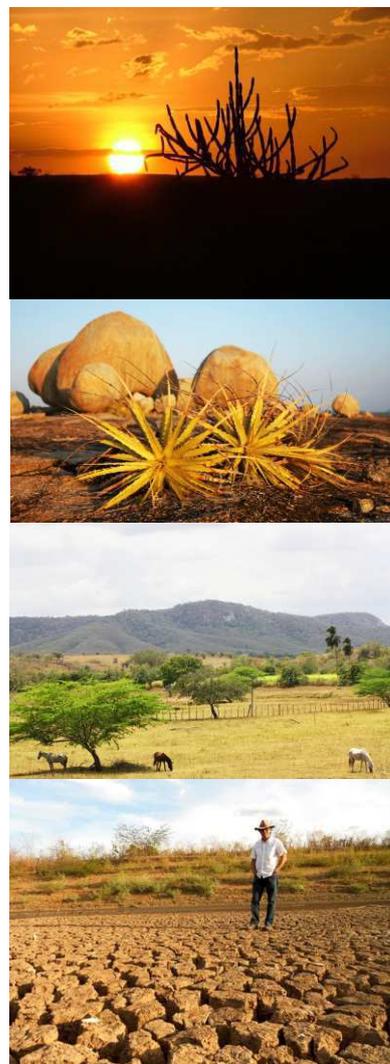
### 3.3 Análise do ambiente

Uma vez que as cooperativas de agricultura familiar sejam nosso público alvo principal e considerando que os fatores ambientais interferem no desempenho do desidratador, é preciso compreender as características deste ambiente destacando seu clima, índices pluviométricos, média de temperatura e umidade.

Pelas condições naturais ideais e pela atuação de cooperativas na região, o ambiente mais adequado ao desidratador consiste nas regiões do interior da Paraíba.

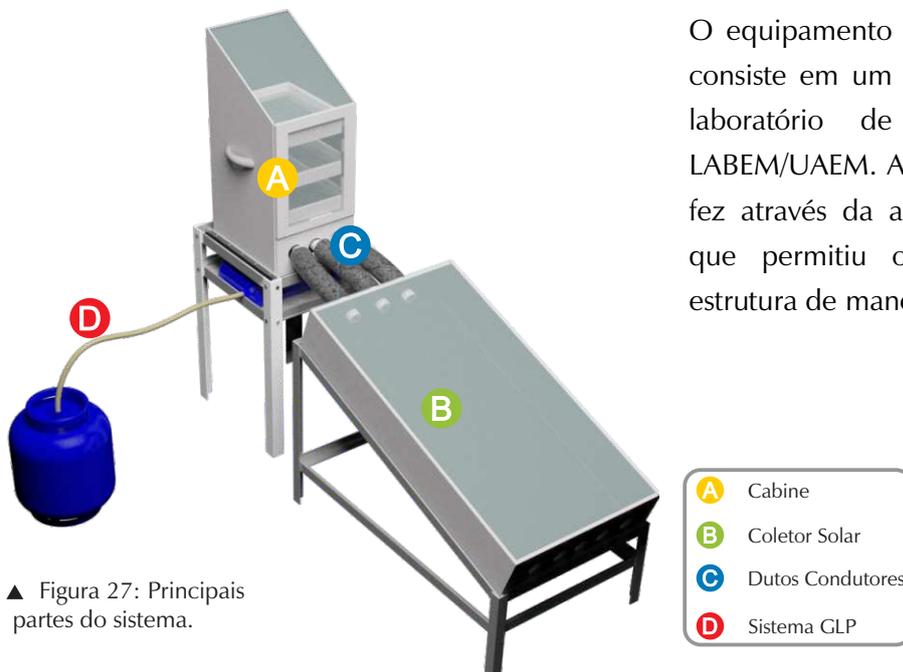
No interior do estado da Paraíba identifica-se o clima semiárido, com índices pluviométricos baixos e temperaturas que giram em torno dos 26°C, exceto em alguns pontos, nas proximidades do Planalto da Borborema, onde a média é de 24°C. Este clima predomina no Cariri, no Seridó, em grande parte da Borborema e do Sertão. Sua principal característica não é a ausência de chuva, mas sua irregularidade.

É um clima quente e seco, onde as chuvas atingem uma média anual de 500 mm. Sob estas condições desenvolve-se a vegetação da caatinga das regiões do Cariri e Curimataú paraibanos.



▲ Figura 26: Clima quente e seco do semi-árido.

### 3.4 Análise Estrutural



▲ Figura 27: Principais partes do sistema.

O equipamento adotado para as análises consiste em um secador desenvolvido no laboratório de engenharia mecânica LABEM/UAEM. A escolha deste modelo se fez através da acessibilidade ao produto que permitiu observar e analisar sua estrutura de maneira eficiente.

Esta análise destina-se a identificação dos sistemas que compõem a estrutura do secador solar, bem como seu funcionamento, sistemas de encaixe, de fixação, montagem e materiais envolvidos na estrutura.

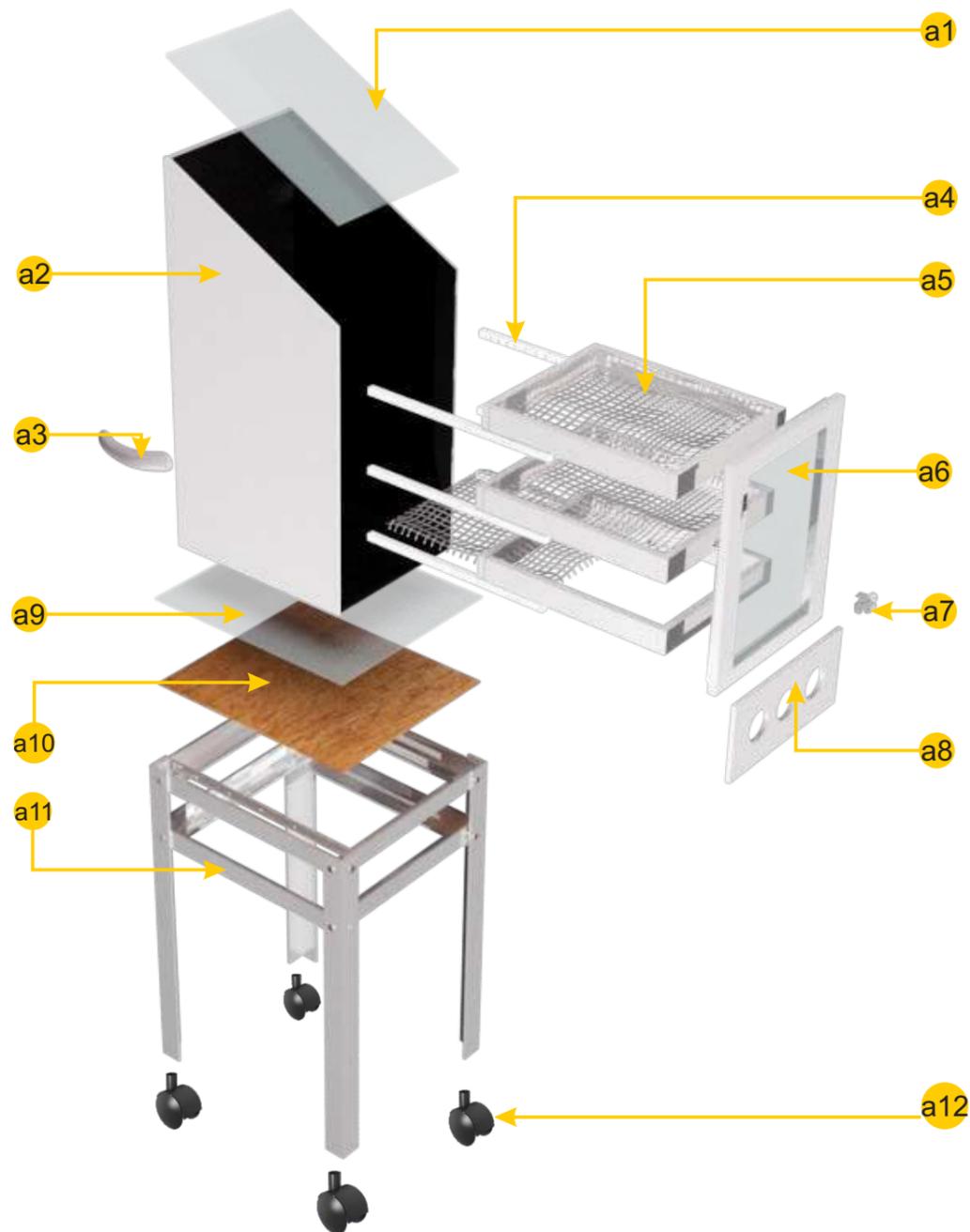
Pela maneira como o secador fora configurado, podemos dividi-lo em quatro partes principais (figura 27):

- A cabine (A),
- O coletor solar (B),
- Os dutos condutores (C)
- O sistema GLP (D)

A cabine é a estrutura responsável por armazenar e proteger as bandejas, onde estarão dispostas as frutas a serem desidratadas. Por sua vez, o coletor solar é o encarregado de captar energia solar e transformá-la em térmica, além de direcionar esta energia para a cabine através dos dutos condutores.

O sistema GLP atua como fonte secundária de energia devendo gerar energia térmica diretamente na cabine, sendo ativado apenas em forte nebulosidade ou simplesmente para completar - a energia solar.

### 3.4.1 Análise Estrutural - Cabine (A)

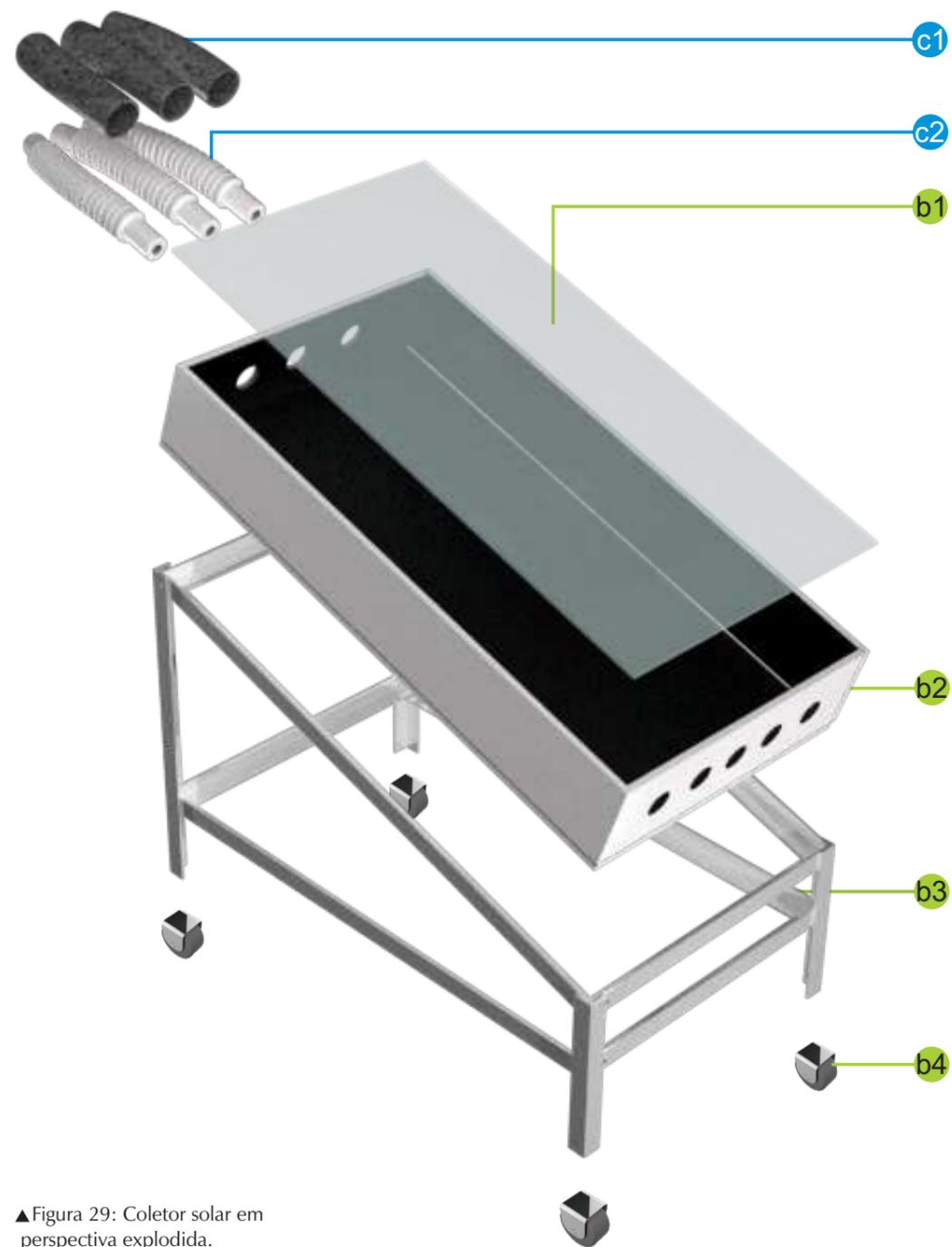


▲ Figura 28: Cabine em sua perspectiva explodida.

<b>a12</b>	Rodízios	Auxiliar no transporte e deslocamento da cabine	Poliprolileno	Injeção	Fosco e levemente texturizado	4
<b>a11</b>	Estrutura de Suporte	Suportar e acomodar a cabine, e as placas de suporte.	Cantoneiras Aço 1020	Forjamento	Fosco	1
<b>a10</b>	Placa de Suporte 2	Suportar o mini forno junto a estrutura de suporte	Madeira	Corte	Próprio	1
<b>a9</b>	Placa de Suporte 1	Suportar a cabine junto a estrutura de suporte	Polycarbonato	Extrusão	Liso e polido	1
<b>a8</b>	Receptor	Permitir o encaixe dos dutos condutores	Madeira	Corte	Natural com pintura branca	1
<b>a7</b>	Sistema de travamento da porta	Permitir o travamento da portinhola na carenagem da cabine	Aluminio	Estampagem	Próprio	1
<b>a6</b>	Portinhola	Fechar a cabine e permitir acesso as bandejas.	Madeira e polycarbonato	Corte e extrusão	Natural com pintura branca	1
<b>a5</b>	Bandeja	Acomodar as frutas para sua secagem.	Madeira e aço	Corte e trefilação	Natural com pintura branca	3
<b>a4</b>	Treliça	Suportar e permitir o deslizamento das bandejas	Madeira	Corte	Natural com pintura branca	6
<b>a3</b>	Maçaneta	Auxiliar no manejo da cabine e das bandejas	Polipropileno	Injeção	Fosco e texturizado	1
<b>a2</b>	carenagem da cabine	Armazenar e protegeras bandejas .	Madeira	Corte	Natural com pintura interna de preto	1
<b>a1</b>	cobertura	Permitir entrada de raios solares dentro da cabine	polycarbonato	Extrusão	Liso e polido	1
<b>ITEM</b>	<b>DENOMINAÇÃO</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>PROCESSO DE FAB.</b>	<b>ACABAMENTO</b>	<b>QNTD.</b>

▲ Tabela 02: Identificação dos implementos, componentes e suas respectivas funções na cabine

### 3.4.2 Análise Estrutural - Coletor Solar (B)

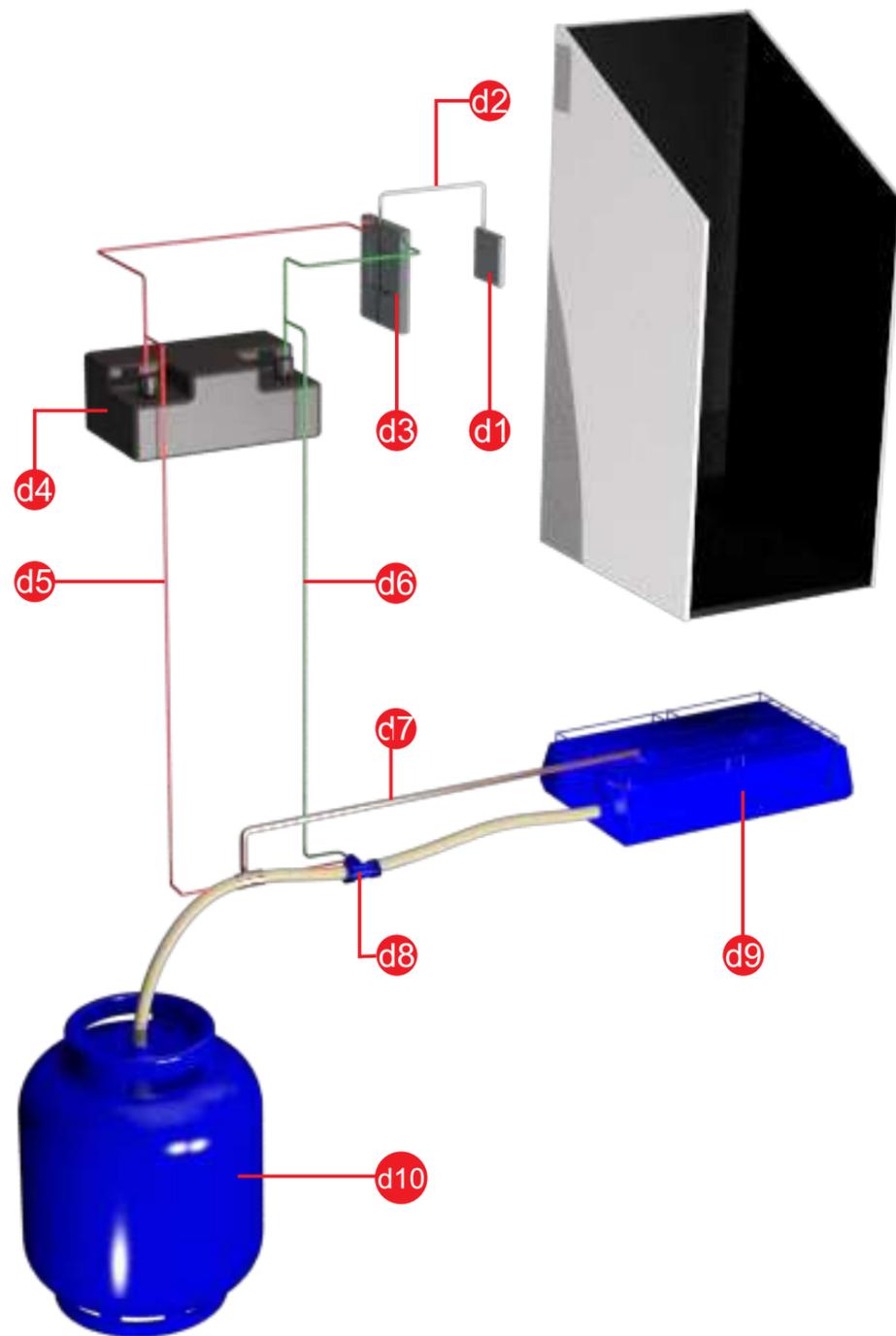


c2	Duto condutor (sifão)	Conduzir ar quente do coletor a cabine	Pvc	Extrusão	Liso e polido	3
c1	Espuma termica	Evitar perdas de temperatura no duto condutor	Polietileno expandido	Extrusão	texturizado e poroso	3
b4	Rodízios	Auxiliar no transporte e deslocamento do coletor	Alumínio e polímero	—	Fosco	4
b3	Estrutura suporte do coletor	Suportar e acomodar o coletor solar	Aço 1020	Forjamento	Fosco	1
b2	Caranagem do coletor solar	Armazenar e aquecer o ar para secagem das frutas	Madeira	Corte	Natural com pintura branca	1
b1	Cobertura	Permitir entrada de raios solares dentro do coletor	Policarbonato	Extrusão	Liso e polido	1
<b>ITEM</b>	<b>DENOMINAÇÃO</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>PROCESSO DE FAB.</b>	<b>ACABAMENTO</b>	<b>QNTD.</b>

▲ Figura 29: Coletor solar em perspectiva explodida.

▲ Tabela 03: Identificação dos implementos, componentes e suas respectivas funções no coletor solar.

### 3.4.3 Análise Estrutural - Sistema GLP



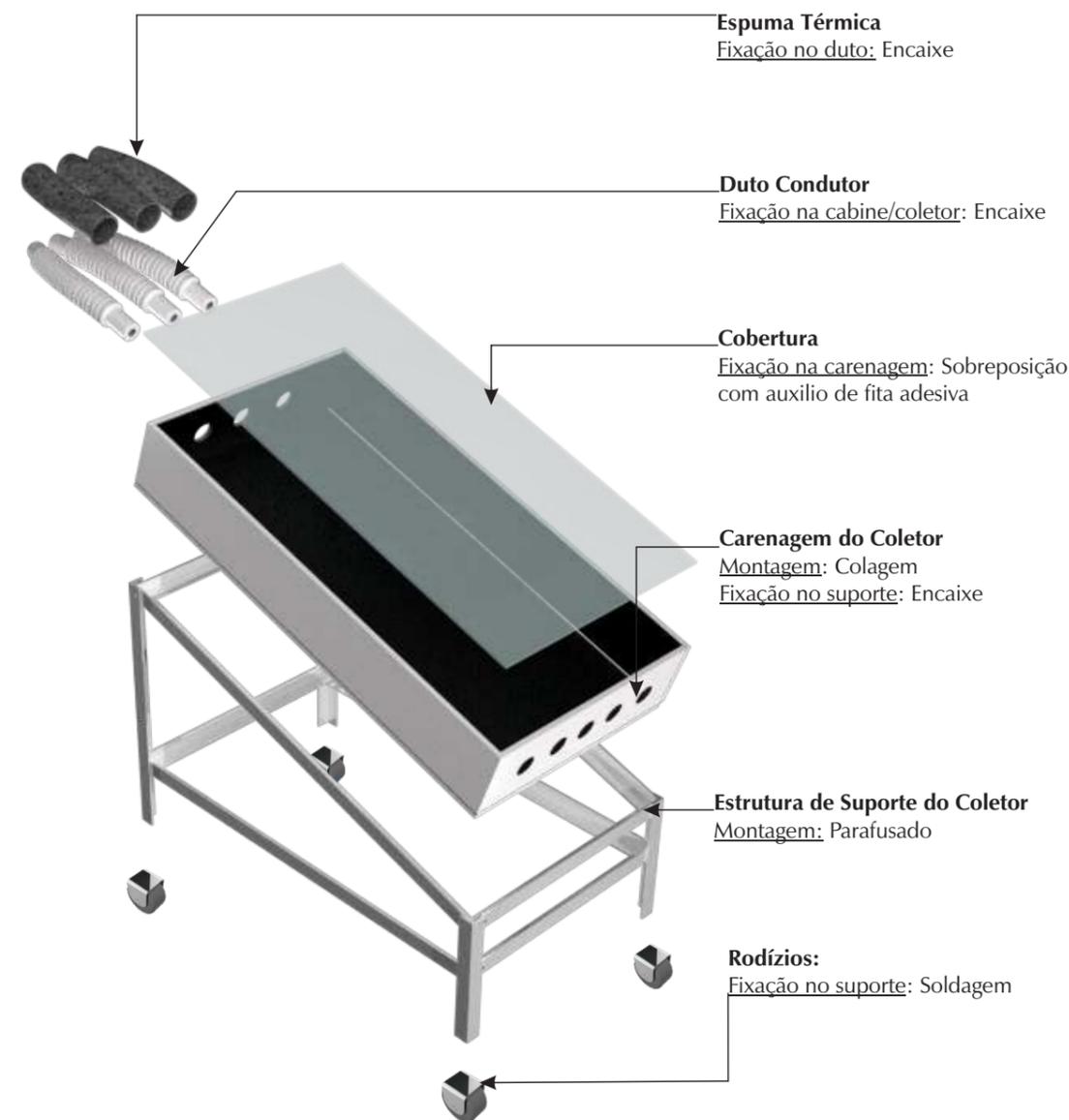
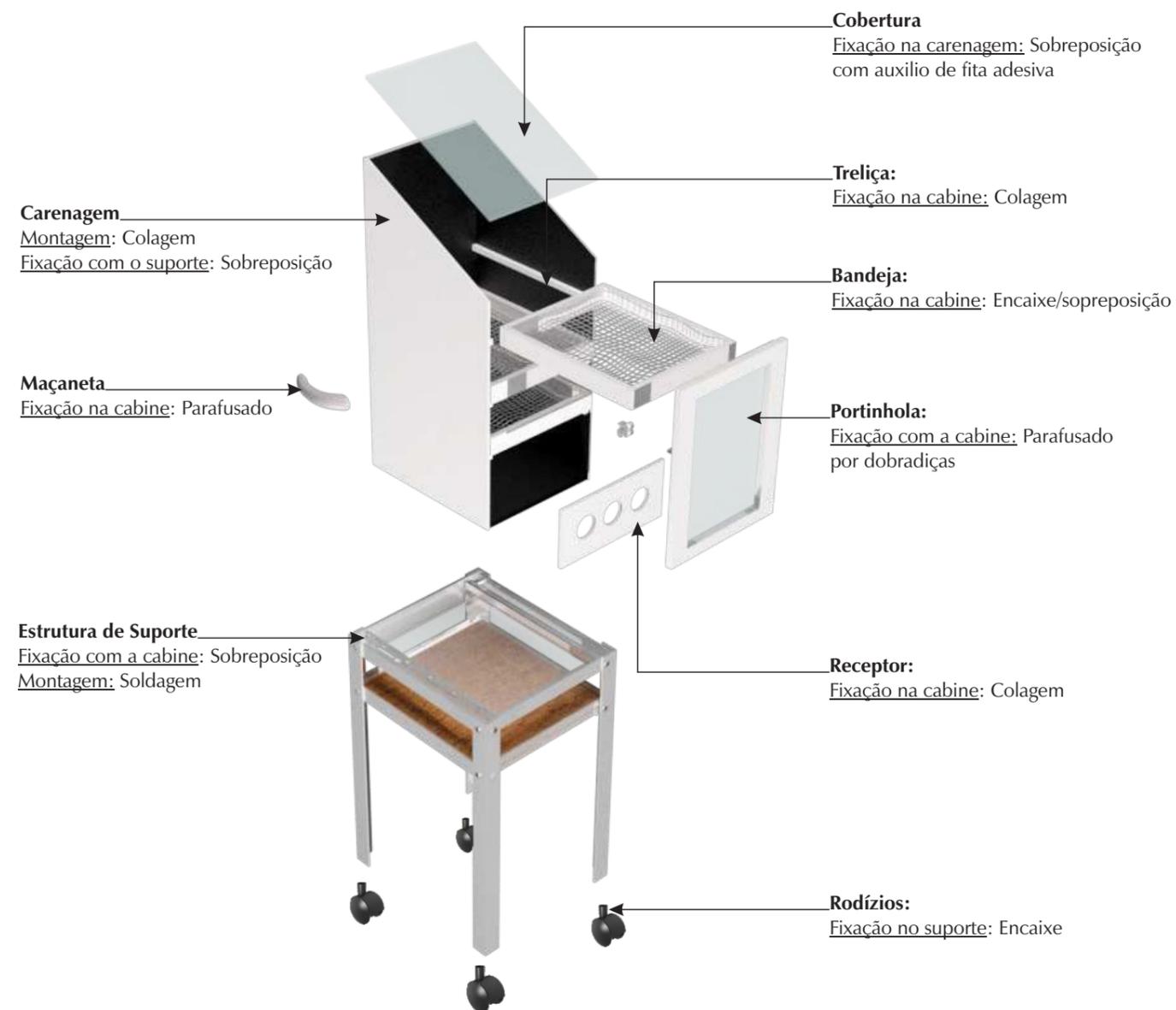
d10	Fonte de gás Glp	Armazenar e fornecer o gás ao sistema.	_____	_____	Próprio	1
d9	Mini Fogão	Direcionar energia termica para o interior da cabine	_____	_____	Próprio	1
d8	Valvula Solenoide	Controlar a saída do gás glp	Plastico/ metal	_____	Próprio	1
d7	Chama Piloto (tubo)	Promover a combustão do gas liberado.	Cobre	Extrusão	Polido	1
d6	Fio Condutor Negativo	Permitir Passagem de energia entre sistema digital, bateria e valvula solenoide.	cobre/ borracha	_____	Próprio	2
d5	Fio condutor positivo	Permitir Passagem de energia entre sistema digital, bateria e valvula solenoide.	cobre/ borracha	_____	Próprio	2
d4	bateria 12v	Fornecer energia elétrica para a Válvula Solenoide/ Conectar o sistema digital com a Valvula Solenoide	_____	_____	Próprio	1
d3	sistema de controle digital	Controlar a Válvula Solenoide	_____	_____	Próprio	1
d2	Fio condutor	Conectar o Sensor com o Sistema Digital	cobre/ borracha	_____	Próprio	1
d1	sensor de temperatura	verificar a temperatura interna dentro da cabine	_____	_____	Próprio	1
ITEM	DENOMINAÇÃO	FUNÇÃO	MATERIAL	PROCESSO DE FAB.	ACABAMENTO	QNTD.

▲ Figura 30: Sistema GLP e seus componentes em perspectiva explodida.



▲ Tabela 04: Identificação dos implementos, componentes e suas respectivas funções no sistema GLP.

### 3.4.4 Análise Estrutural - Sistemas de Encaixe e Montagem

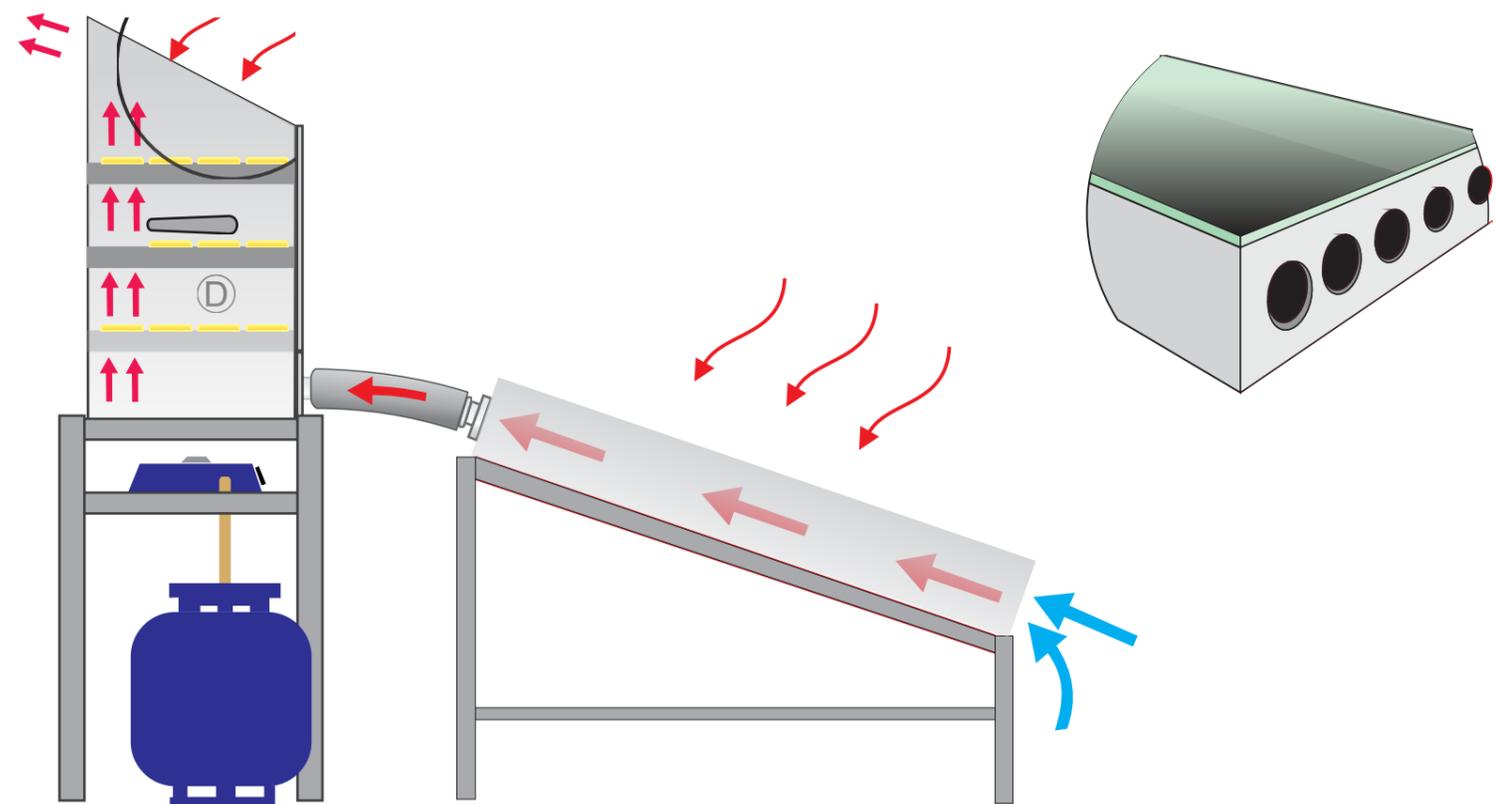


▲ Figura 31: Encaixes e montagens da cabine e coletor solar

### Conclusão

Ao analisarmos a estrutura percebemos que seu sistema de montagem, encaixes e fixações comprometem a integridade do alimento, permitindo falhas no sistema de isolamento, resultando na proliferação de agentes externos como fungos e bactérias. A estrutura é grande e pesada, com rodízios pequenos que travam quando há necessidade de deslocamento.

O sistema glp (botijão, bateria e fogareiro) fica exposto a agentes externos nocivos (insetos) e intempéries, comprometendo seu desempenho.



### 3.5.2 Funcionamento em dias nebulosos

O sistema para uso do gás é composto basicamente de um fogão de duas bocas, tubulação principal, derivação composta por um tubo de cobre e o sistema de controle digital. Na tubulação principal, temos a válvula solenoide que é controlada pelo sistema digital. O sistema digital é alimentado por uma bateria que pode ter entre 9 V ou de 12V (figura 33).

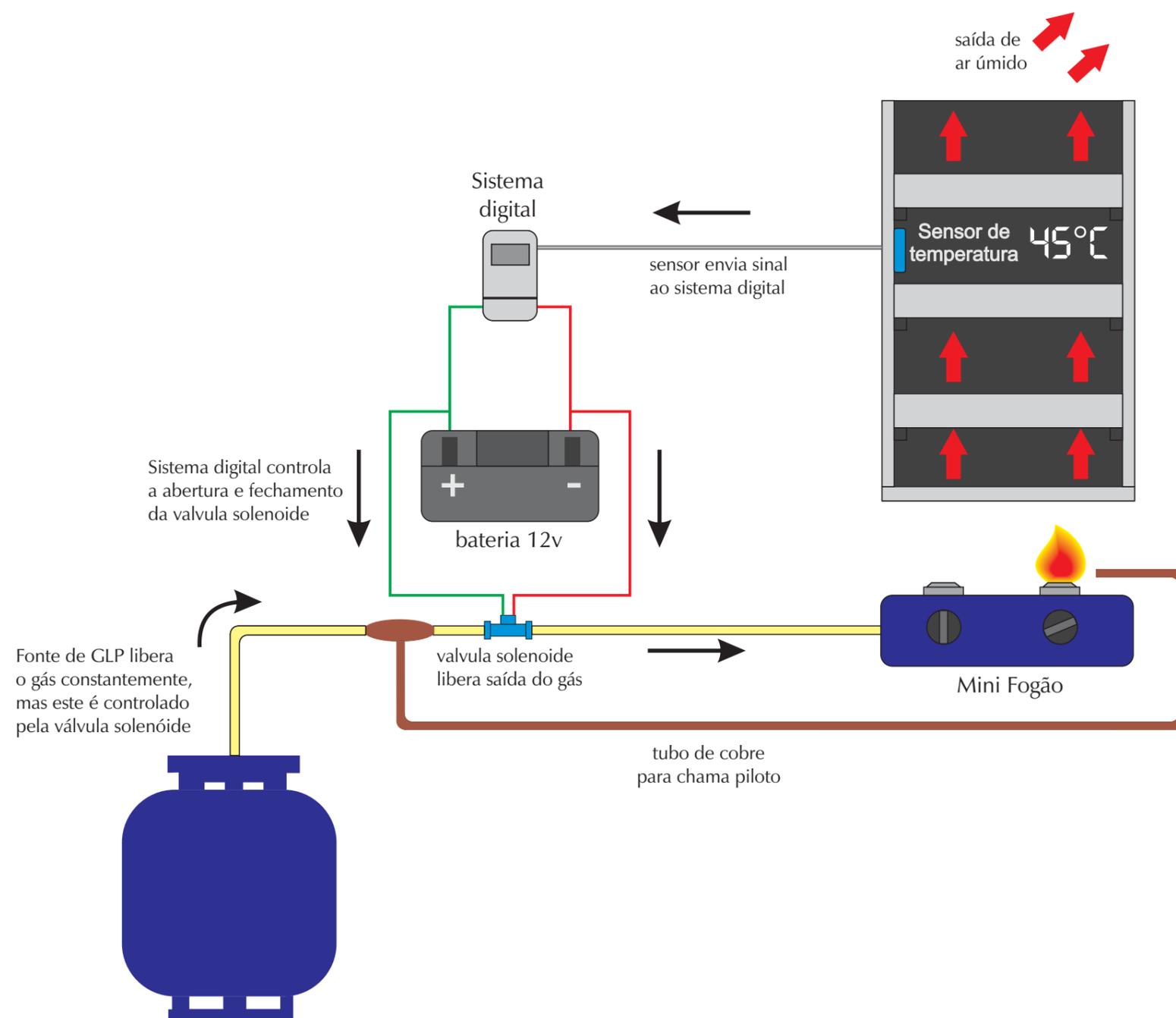
O sistema digital possui um sensor de temperatura que monitora a temperatura no interior da cabine. Para ligar o sistema, primeiro abre-se a válvula reguladora de pressão. A seguir, abre-se um pouco a torneira reguladora de vazão do gás da chama piloto e a acende-se, esta fica posicionada na boca do fogão. A boca do fogão também possui uma válvula de controle que fica sempre aberta, pois o controle dessa boca agora é realizado pela válvula solenoide.

Ao ligar o sistema digital verificamos a temperatura na cabine, caso seja menor que 45°C, o sistema digital envia um sinal para a válvula solenoide e abre a mesma, liberando o fluxo de gás através da boca do fogão onde já se tem acesa a chama piloto. Assim se dá a ignição do sistema.

Quando a temperatura no interior da câmara atingir 60°C, o sistema digital envia outro sinal para a válvula solenoide que por sua vez fecha o fluxo de gás da tubulação principal, permanecendo acesa apenas a chama piloto.

#### Conclusão

O sistema apresenta bom funcionamento atingindo os resultados esperados, no entanto, registra-se uma perda significativa de temperatura entre 80° a 60°C na passagem do ar entre o coletor e a cabine a qual pode ser melhorada, além da possibilidade de otimizar a captação da luz solar no coletor para obter maiores temperaturas.



▲ Figura 33: Esquema demonstrativo do funcionamento do secador durante dias nublados ou em períodos chuvosos.

### 3.6 Análise Ergonômica

Por meio desta análise compreenderemos os possíveis problemas ergonômicos relacionados ao dimensionamento e a usabilidade do desidratador de frutas híbrido. Fazendo uso da observação das atividades do usuário no instante de utilização do produto. Identificando-se problemas operacionais, posturais, informacionais e físico-ambientais, para a realização do diagnóstico e das recomendações necessárias ao layout dos requisitos. A análise ergonômica foi proposta por Lida (2005) para a análise de usabilidade (pegas e manejos) bem como para a abordagem de sistemas.

O secador de frutas se classifica como um sistema ativo, uma vez que as partes deste produto, coletor e gás GLP, interajam entre si agindo na transformação das frutas (insumo) gerando frutas desidratadas (material processado). Esse processo de transformação da fruta é resultante da atuação da energia térmica, seja ela solar ou gás liquefeito.

### 3.6.1 Análise sistêmica



▲ Quadro 01: Representação da expansão do sistema.

Função Principal	Restrições do Sistema	Requisitos do sistema	Entrada	Saída
Desidratar Frutas	- Quantidade de frutas desidratadas - Tempo de secagem	Coletor Solar Cabine Bandejas Fonte GLP Ar	Frutas	Frutas secas

▲ Quadro 02: Representação do sistema ativo.

Variáveis do Ambiente do Sistema	
Físicos	Organizacionais
-Temperatura do Ar - 45° à 70° -Umidade Relativa - 50% -Velocidade do Vento - 1,4 a 1,6 m/s -Iluminação Forte	-Horários: 10:00 às 16:00 -Turnos: Diurno (manhã e tarde) -Tempo de Secagem: 1 a 2 Dias

▲ Quadro 03: As variáveis presentes no sistema.

Requisitos Exigidos do Usuário		
Características	Físicos	Instruções Especiais
<u>Sexo:</u> Masculino ou Feminino <u>Faixa Etária:</u> Adultos	<u>Estatura:</u> > 1,50 m	<u>Nível de Instrução:</u> Conhecimento Básico na Utilização do equipamento.

▲ Quadro 04: Requisitos exigidos do usuário

Sub-Sistemas		Sub-Sub-Sistemas	Funções
DESIDRATADOR SOLAR	<b>Cabine</b> (Armazenar e proteger as bandejas)	Carenagem da Cabine	Estruturar cabine
		Treliças	Suspender Bandejas
		Bandejas	Armazenar Frutas
		Cobertura Policarbonato	Permitir entrada de luz
		Estrutura de sustentação	Acomodar/Suportar Cabine
	<b>Dutos Condutores</b> (Conduzir ar quente do coletor a cabine)	Sifão Pvc	Conduzir Ar quente
		Revestimento Térmico	Evitar perda de temperatura no Sifão
	<b>Coletor Solar</b> (Aquecer o ar)	Cobertura Policarbonato	Permitir entrada de luz
		Carenagem do Coletor	Armazenar ar quente
		Estrutura de Sustentação	Acomodar/ Suportar Coletor
	<b>Sistema GLP</b> (Fornecer energia ao sistema)	Fonte GLP	Fornecer gás ao fogão
		Tubulação Principal	Conduzir gás ao fogão
		Chama Piloto	Acender chama do fogão
		Válvula Solenóide	Controlar Saída de Gás
		Mini Fogão	Promover Chama Forte
		Sensor de temperatura	Medir Temperatura Interna
Sistema Digital		Controlar Válvula Solenóide	
Bateria		Alimentar Válvula e Sistema Digital	

▲ Quadro 05: Representação dos Sub-sistemas e suas funções.

### 3.6.2 Análise da Tarefa

Esta análise objetiva assimilar o processo pelo qual o usuário interage com o equipamento através de ações efetivas. A descrição da tarefa envolve os procedimentos de uso e métodos para sua realização.

A tarefa de desidratar frutas aborda os seguintes tópicos:

**Sistema Alvo** – Desidratador solar híbrido

**Objetivo** – Desidratar frutas por meio de energia solar e com a fonte de energia secundária.

**Operadores** – Adultos de ambos os sexos, oriundos da agricultura familiar.

**Instruções requeridas** – Conhecimento básico na utilização do produto;

**Condições operacionais** – O operador executa todas as atividades em pé. Essas atividades não demandam muito tempo, nem repetições, portanto não gerando nenhuma fadiga por parte do usuário.

**Condições ambientais** – Ambiente rural, com exposição a intempéries.

Tarefa	Dur.	Freq.	Controle		Informação		Postura
			Membro	Instrumento	Estímulo	Dispositivo	
<b>1 - Posicionar a Cabine</b>							
1.1 - Segurá-lo firmemente	Alguns segundos	1X	Duas mãos	. . . . .	. . . . .	Estrutura de Suporte	De pé
1.2 - Posicioná-lo em superfície Plana ao Norte do sol.							
<b>2 - Posicionar Coletor</b>							
2.1 - Segurá-lo firmemente	1 minuto	1X	Duas mãos	. . . . .	. . . . .	Estrutura de Suporte	De pé
2.2 - Posicioná-lo em frente a cabine em superfície plana;	Alguns segundos					. . . . .	
<b>3 - Conectar o Duto Condutor No Coletor e Cabine</b>							
3.1 - Segurá-lo com as duas mãos	Alguns segundos	1X	Duas mãos	. . . . .	Visual	. . . . .	De pé
3.2 - Conectá-lo a cabine;						Sifão	
3.3 - Conectá-lo ao coletor solar							
<b>4 - Abrir/ Fechar a Porta da Cabine</b>							
4.1 - Segurar o puxador da porta	Alguns segundos		Uma das mãos	. . . . .	Auditivo: estalo	Puxador	De pé
4.2 - Puxar o puxador da porta							
<b>5 - Puxar/Empurrar Bandeja</b>							
5.1 - Segurar a bandeja com uma das mãos;	Alguns segundos	3X	Uma das mãos	. . . . .	. . . . .	Bandeja	De pé
5.2 - Puxá-la para fora da cabine;							

Tarefa	Dur.	Freq.	Controle		Informação		Postura
			Membro	Instrumento	Estímulo	Dispositivo	
<b>6 - Inserir Fruta</b>							
6.1 - Posicionar a fruta sobre a tela da bandeja	3 a 4 Minutos	3X	Uma ou duas mãos	. . . . .	. . . . .	. . . . .	De pé
<b>7 - Abrir/Fechar Válvula do Botijão de gás</b>							
7.1 - Rotacionar a válvula em 90°	Alguns segundos	1X	Uma das mãos	. . . . .	Auditivo: estalo	Botijão	De pé
<b>8 - Abrir/Fechar Válvula da Chama Piloto</b>							
8.1 - Rotacionar a válvula minimamente	Alguns segundos	1X	Uma das mãos	. . . . .	. . . . .	Chama Piloto	De pé
<b>9 - Abrir/Fechar Controle do Fogão</b>							
9.1 - Rotacionar o controlador de gás	Alguns segundos	1X	Uma das mãos	. . . . .	Auditivo: estalo	Mini Fogão	De pé
<b>10 - Ligar Sistema Digital</b>							
10.1 - Pressionar o botão de ligar	Alguns segundos	1X	Uma das mãos	. . . . .	Auditivo: Bip	No Sistema Digital	De pé

▲ Quadro 06: Registro das ações.

### 3.6.3 Análise de Usabilidade

Esta análise se fez pela observação e registro do usuário durante a realização das tarefas com o objetivo de identificar as reais necessidades e problemas que ocorrem durante este processo de usabilidade. Enfatizamos as pegas e manejos nas situações de uso representadas pelas figuras (34 a 41) e com as devidas descrições da situação de manipulação.

#### Posicionar a cabine em local plano voltado ao norte (figura 47)

**Ação:** Empurrar

**Taxonomia da pega:** Empunhadura

**Movimento:** Preênsil de força

**Manejo:** Grosso

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



► Figura 34: Posicionamento da cabine voltada ao norte.

#### Posicionar o coletor solar em frente a cabine (figura 48)

**Ação:** Empurrar

**Taxonomia da pega:** Empunhadura

**Movimento:** Preênsil de força

**Manejo:** Grosso

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há. No entanto é possível gerar leve desconforto se a posição N°1 for mantida por alguns instantes.



▲ Figura 35: Posicionamento do coletor solar frente a cabine.

### Conectar o duto condutor a cabine e ao coletor solar (figura 49)

**Ação:** Encaixar

**Taxonomia da pega:** Intermediária

**Movimento:** Preênsil de precisão

**Manejo:** Grosso

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



► Figura 36: Conexão dos dutos condutores entre a cabine e o coletor solar.

### Abrir/fechar porta da cabine (figura 50)

**Ação:** Puxar

**Taxonomia da pega:** Pinça

**Movimento:** Preênsil de força e precisão

**Manejo:** Grosso

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



► Figura 37: Abrindo a porta da cabine.

### Puxar as Bandejas (figura 51)

**Ação:** Puxar/Deslizar

**Taxonomia da pega:** Intermediária

**Movimento:** Preênsil de precisão

**Manejo:** Grosso

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



▲ Figura 38: Retirada das bandejas.

### Inserir Frutas nas bandejas (figura 52)

**Ação:** Colocar/posicionar

**Taxonomia da pega:** Pinça

**Movimento:** Preênsil de precisão

**Manejo:** fino

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



► Figura 39: Inserindo as frutas sobre a bandeja.

### Empurrar as Bandejas (figura 53)

**Ação:** Empurrar/Deslizar

**Taxonomia da pega:** Intermediária

**Movimento:** Preênsil de força

**Manejo:** Grosso

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Nas há. Este movimento de curta duração tende a exigir a aplicação de determinada força para a bandeja entrar, pois esta tende a emperrar.



► Figura 40: Empurrando as bandejas para dentro da cabine.

### Fechar Porta da cabine (figura 54)

**Ação:** Empurrar

**Taxonomia da pega:** Empunhadura e/ou intermediária

**Movimento:** Preênsil de força

**Manejo:** Grosso

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há

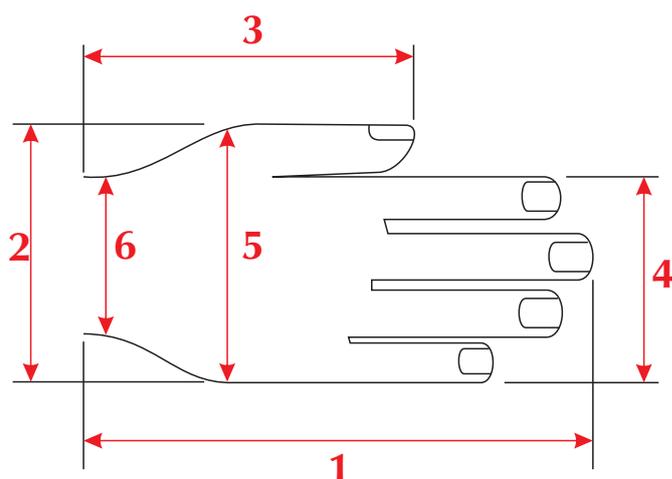


► Figura 41 Fechando a porta da cabine.

### 3.6.4 Análise Antropométrica

Esta análise objetiva levantar e examinar o dimensionamento do equipamento em relação ao operador baseado nas medidas definidas pela literatura especializada. O estudo e aplicação da antropometria do alcance das mãos e das curvaturas do corpo, inclinação, e flexão estão relacionados à preocupação de se projetar adequadamente proporcionando maior conforto e segurança no manuseio dos usuários.

Para esta análise foram consideradas as medidas de altura da população do interior do Nordeste, segundo IBGE, o homem de percentil 5% e para as mulheres o percentil 50% no Brasil, e quanto às mãos de homens e mulheres adotou-se as medidas levantadas por Iida (2005), segundo a norma alemã DIN 33402 de 1981, (Figura 42).



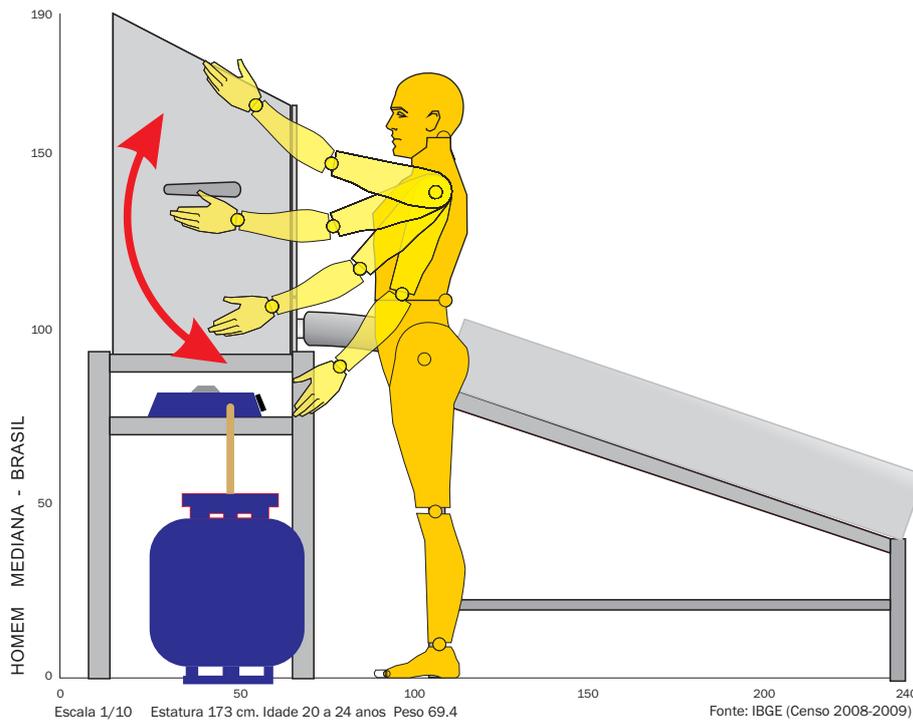
◀ Figura 42: Principais variáveis em antropometria estática da mão

Tabela 04: Medida de antropometria estática das mãos.

(cm)	Mulheres			Homens		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1. Comprimento da mão	15,9	17,4	19,0	17,0	18,6	20,1
2. Largura da mão	8,2	9,2	10,1	9,8	10,7	11,6
3. Comprimento da palma da mão	9,1	10,0	10,8	10,1	10,9	11,7
4. Largura da palma da mão	7,2	8,0	8,5	7,8	8,5	9,3
5. Circunferência da palma	17,6	19,2	20,7	19,5	21,0	22,9
6. Circunferência do pulso	14,6	16,0	17,7	16,1	17,6	18,9

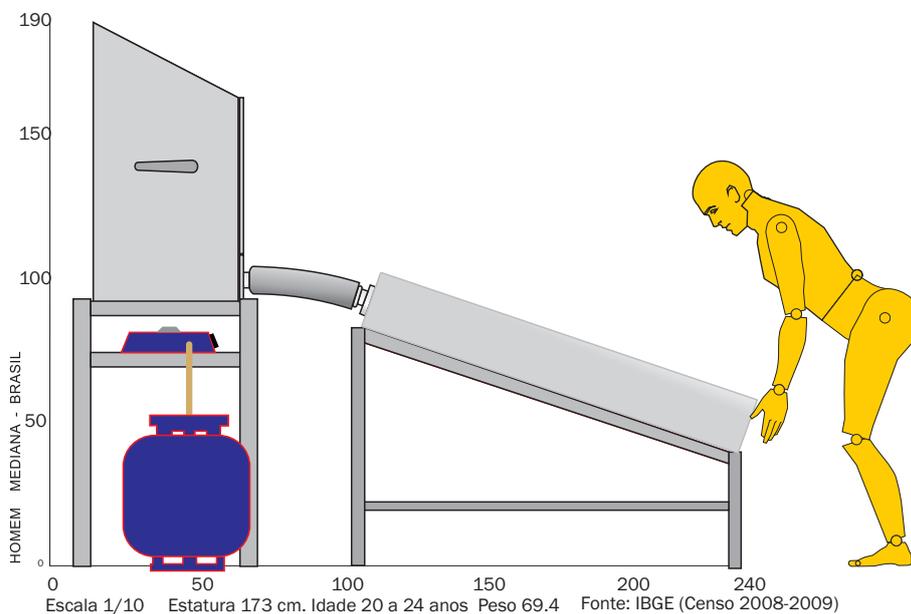
Fonte (Iida, 2008, p118)

O equipamento em questão possui grandes proporções, registrando uma altura de 190 cm e um comprimento de 235 cm ao todo. Apesar dessas proporções, os subsistemas que interagem com o operador estão posicionados dentro do seu campo de alcance de maneira confortável (figura 43).



◀ Figura 43: Postura e alcance do usuário em relação a cabine.

Como podemos observar na figura 44, esta é a única tarefa (posicionar o coletor) que demanda uma postura levemente desconfortável mediante sua flexão frente ao subsistema, no entanto é uma tarefa que só é realizada uma vez.



◀ Figura 44: Postura do usuário em relação ao coletor solar.

## Conclusão

Os componentes ergonômicos não apresentaram deficiências significativas, ou seja, o manuseio do equipamento exige poucas tarefas a serem realizadas, sendo estas curtas e objetivas as quais são realizadas em pé não gerando desconfortos. No entanto, é possível redimensionar o equipamento e reduzir ainda mais a quantidade de tarefas e conseqüentemente do esforço do usuário, além de atribuir pegas mais confortáveis e manter o dimensionamento que permite ao alcance confortável do usuário.

## 3.7 Análise dos Materiais

A referente análise se destina a listar os possíveis materiais a serem usados no projeto avaliando suas propriedades técnicas a fim de escolher os materiais mais adequados quanto à função, acabamento, manutenção e custo.

Através desta análise foi possível selecionar o mdf ultra e o vidro para comporem o equipamento, pois ambos são atóxicos, resistentes às intempéries, possuem baixo impacto ambiental e permitem o contato com alimento. (Análise detalhada dos materiais ver em ANEXO V).

## Conclusão

Por se tratar de um desidratador, os materiais a serem utilizados são de grande importância para garantir um desempenho eficiente do equipamento no tocante ao atingimento da temperatura e garantir a integridade do alimento a ser desidratado, por ser através dos mesmos que poderemos atingir os requisitos desta proposta.

O vidro também é tido como um dos melhores materiais a entrarem em contato com alimentos, mesmo com seu aparente peso é o mais indicado para compor a cabine e o coletor juntamente com o Mdf ultra para isolar o sistema e aquecer as frutas.

### 3.8 Estudo de layout para disposição das frutas nas bandejas

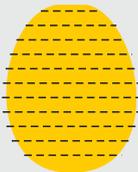
Este estudo tem como objetivo delimitar a área das bandejas levando em consideração as formas oriundas dos cortes das frutas a serem inseridas, de maneira racional a fim de obter uma área otimizada para todos os tipos de fruta. Este estudo usou como objeto o abacaxi, a banana e a manga, nas quais foram analisadas as dimensões e pesos quando fatiadas para inserção nas bandejas.

Metodologia:

1. Retirada das medidas de cada fruta;
2. Descascamento e fatiamento das frutas
3. Medição das fatias e/ou cortes
4. Pesagem das fatias

O fatiamento das frutas é feito de maneira a obter a melhor área para secagem, onde os tipos de corte ocorrem da seguinte maneira (quadro 07) :

- A) Abacaxi – Secções horizontais gerando rodela;
- B) Banana – corte transversal dividindo ao meio;
- C) Manga – Secções verticais gerando fatias e/ou tiras.

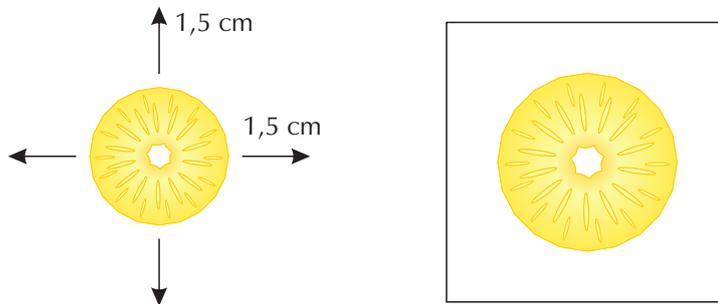
Abacaxi	Banana	Manga
		
Altura: 18 cm Diâmetro: 10,5 cm	Comprimento: 15 cm Diâmetro: 3,5 cm	Altura: 13 cm Largura: 10 cm Profundidade: 9 cm
Peso da Fruta: 1,5kg	Peso da Fruta: 122g	Peso da Fruta: 500g
Peso da Fatia: 75g	Peso da Fatia: 70g	Peso da Fatia: 40 a 55g
Dimensões da Fatia: 10,5 cm diâmetro.	Dimensões da Fatia: 15 x 3,5 x 1,75 cm	Dimensões da Fatia: 12 x 9 x 8 cm
Secções da Fruta 	Secções da Fruta 	Secções da Fruta 
Fatia da Fruta 	Fatia da Fruta 	Fatia da Fruta 

▲ Quadro 07: Corte, medição e pesagem das frutas.

Para a manga e o abacaxi, as fatias foram padronizadas com espessura de 1 cm. Além da medição também foi efetuada a pesagem de cada fatia para quantificar a massa das frutas por bandeja.

Por possuir as dimensões mais regulares e com melhor área ocupacional, a fatia do abacaxi foi adotada como parâmetro para estipular a área da bandeja. Para definir as limitações da bandeja foram replicadas as fatias de abacaxi com um espaçamento de 3 cm em cada lado, sendo esta a abertura suficiente para passagem e circulação do ar.

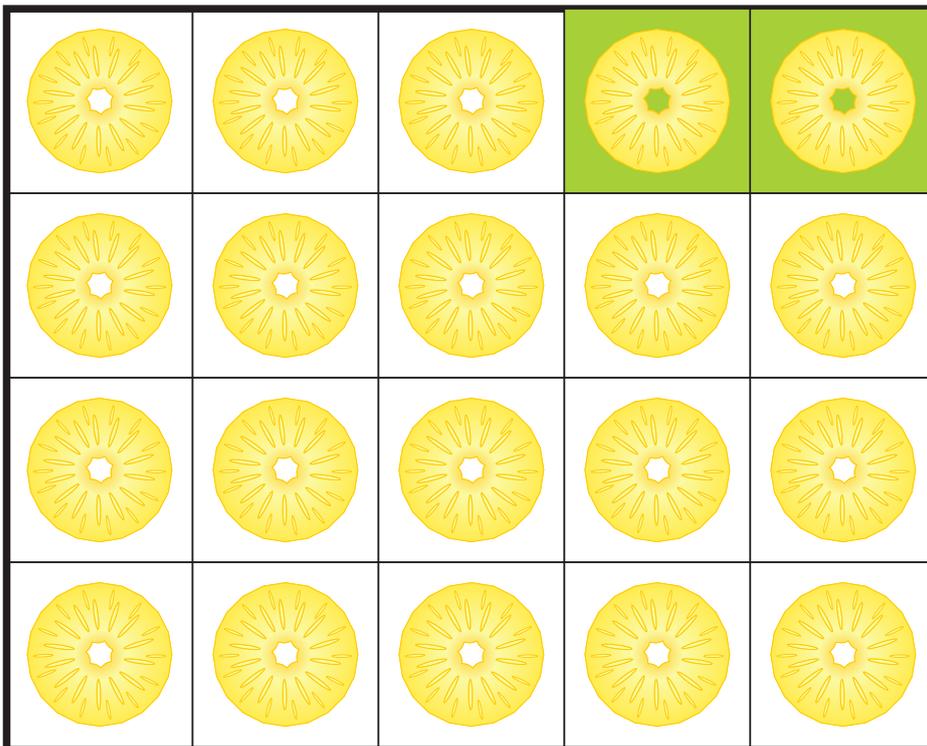
Deste modo obtivemos um módulo com margem de 1,5 cm para cada lado obtendo o seguinte resultado:



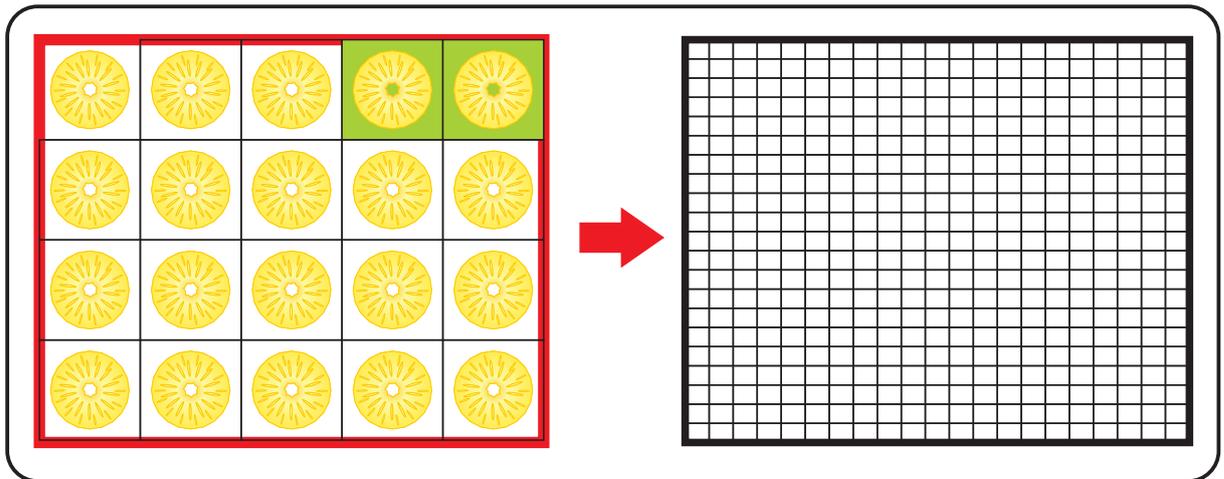
◀ Figura 45: Módulo obtido a partir da secção do abacaxi.

A quantidade de módulos fora definida através da divisão da altura do abacaxi, 18 cm, pela espessura de cada fatia cortada em 1 cm resultando em uma combinação de 18 módulos (fatias), onde fora verificado a possibilidade de inserir mais duas fatias como mostra a figura 46.

Com a combinação dos módulos obtivemos a área mínima aproximada que as telas das bandejas devem ter para acomodar as frutas. Essa área de acomodação das frutas obteve um dimensionamento de 70,5 x 56,7 cm (figura 47).



◀ Figura 46: Combinação dos 18 módulos de um abacaxi inteiro com o adicional de mais duas fatias mostrando a área que a bandeja deverá ter.

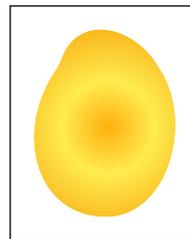


◀ Figura 47: Extração da área aproximada a ser aplicada na tela da bandeja.

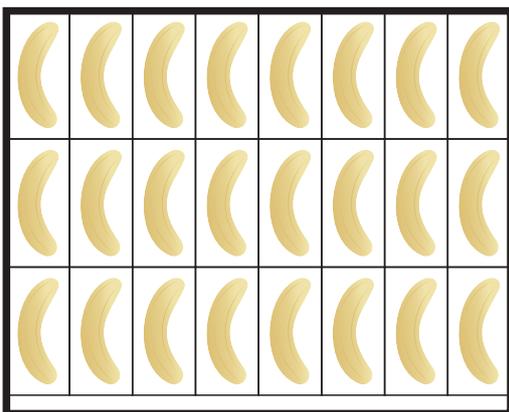
Com esta área estabelecida também é possível determinar quantas fatias de banana e manga poderão ser inseridas na bandeja a partir de seus módulos (figura 50 e 51, tabela 05).



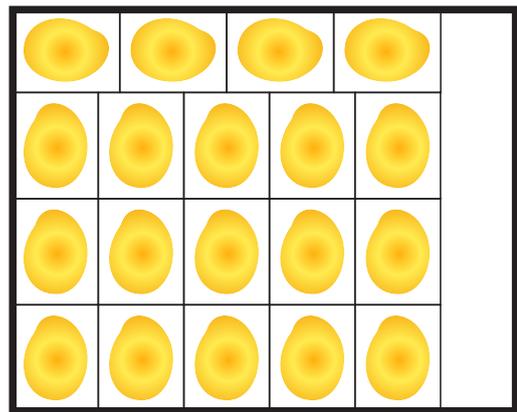
◀ Figura 48: Módulo da banana.



◀ Figura 49: Módulo da manga.



▲ Figura 50: Disposição das fatias de banana na bandeja



▲ Figura 51: Disposição das fatias de manga na bandeja.

Frutas (Bandeja de 70,5 x 56,7 cm)		
Abacaxi	Banana	Manga
Altura: 18 cm Diâmetro: 10,5 cm	Comprimento: 15 cm Diâmetro: 3,5 cm	Altura: 13 cm Largura: 10 cm Profundidade: 9 cm
Peso da Fruta: 1,35 kg	Peso da Fruta: 122 g	Peso da Fruta: 500 g
Peso da Fatia: 75 g	Peso da Fatia: 61 g	Peso da Fatia: X g
Qtde de Fatias: 20	Qtde de Fatias: 24	Qtde de Fatias: 19
Peso na Bandeja: 1,5 kg	Peso na Bandeja: 1,460 g	Peso na Bandeja: X g

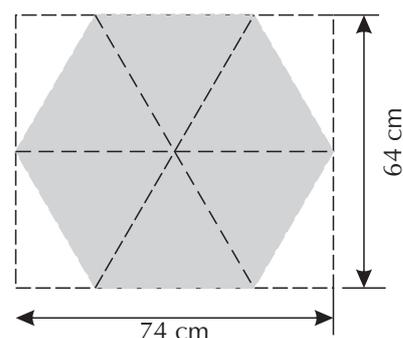
◀ Tabela 05: Quantidade e peso total das fatias na bandeja.

### 3.9 Definição da massa seca por cubagem

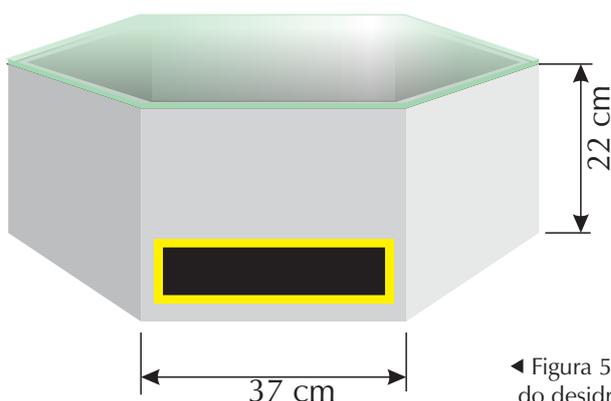
Esta análise tem por objetivo estabelecer uma relação entre coletor e cabine para auxiliar na concepção destes, a fim de estimar a relação de área e/ou volume do coletor com a quantidade de fruta a ser desidratada.

Ao que se sabe não existe uma relação ideal e definida de área por massa a ser desidratada, por isso fora adotado o secador desenvolvido por Angelina Farias (2013) para estabelecer um parâmetro dimensional para o coletor.

O equipamento de FARIAS (2013), embora de exposição direta, possui 2 bandejas com a capacidade de 1,5 kg cada, totalizando um total de 3 kg de massa a ser desidratada. A carenagem do seu desidratador possui formato hexagonal regular com dimensões gerais de 74 x 64 cm (base), aresta hexagonal de 37 cm e altura de 22 cm de altura sendo equivalente a área de 3552,5 cm<sup>2</sup> e volume de 78.155 cm<sup>3</sup> (figura 52 e 53).



▲ Figura 52: Base hexagonal do desidratador de exposição direta.



◀ Figura 53: Dimensionamento do desidratador de exposição direta.

### 3.10 Análise dos Aspectos Semânticos e Estéticos

Esta análise objetiva destacar os aspectos semânticos e estéticos do desidratador afim de que se possa compreender a forma como esta fora configurado, entender quais informações este tipo de produto transmite e se há ou não elementos que auxiliem na utilização do produto.

Se apresentando com formato geometrizado, o desidratador ostenta predominância retangular, sendo visível sua simetria na posição frontal (figura 54). Suas grandes dimensões atribuem ao equipamento grande peso visual tornando-o desagradável aos olhos.

A cabine (A) e o coletor (B) se apresentam de maneira contrastante, ao compararmos o formato da cabine (estreita e alongada verticalmente) com o coletor solar (largo e comprido) como se pode ver na figura.

Os atributos Simbólicos do desidratador correspondem a um produto estático, estável, equilibrado, sóbrio, enfadonho, passivo, reservado, comum e principalmente vernacular.

Com uma pintura externa na cor cinza em tom claro e internamente na cor preta, o produto sofre com a deterioração por meio das intempéries gerando um ruído visual e até tátil.

#### Conclusão:

Os aspectos físicos percebidos no produto como a cor, textura, acabamentos superficiais levam-no a assumir um aspecto desagradável, feio e até repulsivo. Sua configuração é contrastante e desarmoniosa. O equipamento não faz uso de recursos simbólicos que possa agregar valor ou a facilitar a compreensão pelo usuário.



▲ Figura 54: Aspectos estéticos e semânticos do secador.

### 3.11 Diretrizes do Projeto

Objetivos	Requisitos	Parâmetros
<b>Estrutural</b>		
<p>1 Permitir que o secador desidrate e acomode todos os tipos de frutas</p> <p>4 Viabilizar a produção industrial do equipamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar sistemas de montagem que permitam a integridade do alimento a ser desidratado;</li> <li>- Embutir o maior número de sistemas elétricos, GLP e periféricos;</li> <li>- Possuir fácil montagem e desmontagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar sistemas de encaixe macho e fêmea e dobradiças;</li> <li>- Criar nova estrutura para acomodar sistema GLP (fogareiro e botijão 13kg);</li> <li>- A estrutura deverá ser desmontável;</li> <li>- Permitir o acesso ao interior do coletor para efetuar limpeza.</li> </ul>
<b>Funcional/ Semânticos e estéticos</b>		
<p>2 Desenvolver uma estrutura que torne o processo de secagem mais eficiente</p> <p>7 Permitir funcionamento do equipamento através do uso de energia renovável</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduzir perda de temperatura na passagem de ar do coletor para a cabine;</li> <li>- otimizar o processo de captação de luz solar pela cabine e coletor;</li> <li>- otimizar a entrada de ar seco;</li> <li>- otimizar o uso das bandejas pelos produtos a serem desidratados;</li> <li>- Buscar harmonia formal e estética para o conjunto (cabina, coletor e sistema GLP).</li> <li>- usar cor como informação de funcionamento e potencialização do calor.</li> <li>- Admitir uma angulação que propicie maior captação solar possível.</li> <li>- Usar materiais que isolem o sistema, resista a intempéries e que permita uma passagem da luz solar;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potencializar a ação de conduzir o ar quente;</li> <li>- Usar no revestimento interno chapas de alumínio;</li> <li>Desenvolver um sistema para reduzir a umidade relativa do ar.</li> <li>- Utilizar cores quentes para indicar os pontos de ar quente e cores frias para a saída do ar úmido;</li> <li>- A angulação deve ser de 23°.</li> </ul>

Objetivos	Requisitos	Parâmetros
<b>Ergonômico</b>		
<p>3 Desenvolver um sistema simples para transporte, montagem e manejo do equipamento.</p>	<p>- O dimensionamento do produto deve estar adequado ao usuário feminino e masculino;</p>	<p>- As bandejas devem ter uma área de no mínimo 70,5 x 56,7 cm (3997 cm<sup>2</sup>).</p> <p>- Uso de pegas de empunhadura e/ou intermediárias;</p> <p>- Respeitar as medidas do percentil 5% masculinas e 50 % femininas (media)</p> <p>- Respeitar o ângulo de alcance do percentil 5% masculino e 50% feminino (media) para o dimensionamento das bandejas.</p>
<b>Material</b>		
<p>5 Utilizar materiais que resistam a intempéries climáticas (exposição a chuvas, sol e umidade).</p> <p>6 Usar materiais que possibilitem a higienização das bandejas de forma correta e a não proliferação de agentes contaminantes, bolores e etc.</p>	<p>- A bandeja, na qual as frutas serão secas, não devem ser de metal, pela possibilidade de perdas de vitaminas;</p> <p>- Adotar Materiais de baixo impacto ambiental;</p> <p>- Utilizar materiais que sejam atóxicos e possam entrar em contato com alimentos.</p> <p>- Adotar material translúcido que permita passagem de luz solar nas coberturas.</p>	<p>- Utilizar aço inoxidável nas telas da bandeja;</p> <p>- utilizar madeira nas estruturas que terão contato com os alimentos;</p> <p>- Aplicação de vidro nas coberturas.</p>

# Concepção do Design



4

Desidratador  
**Híbrido**

## 4 Metodologia para anteprojeto

Esta etapa consiste na concepção e desenvolvimento de soluções a fim de resolver os problemas identificados nas etapas anteriores, atendendo às diretrizes do projeto.

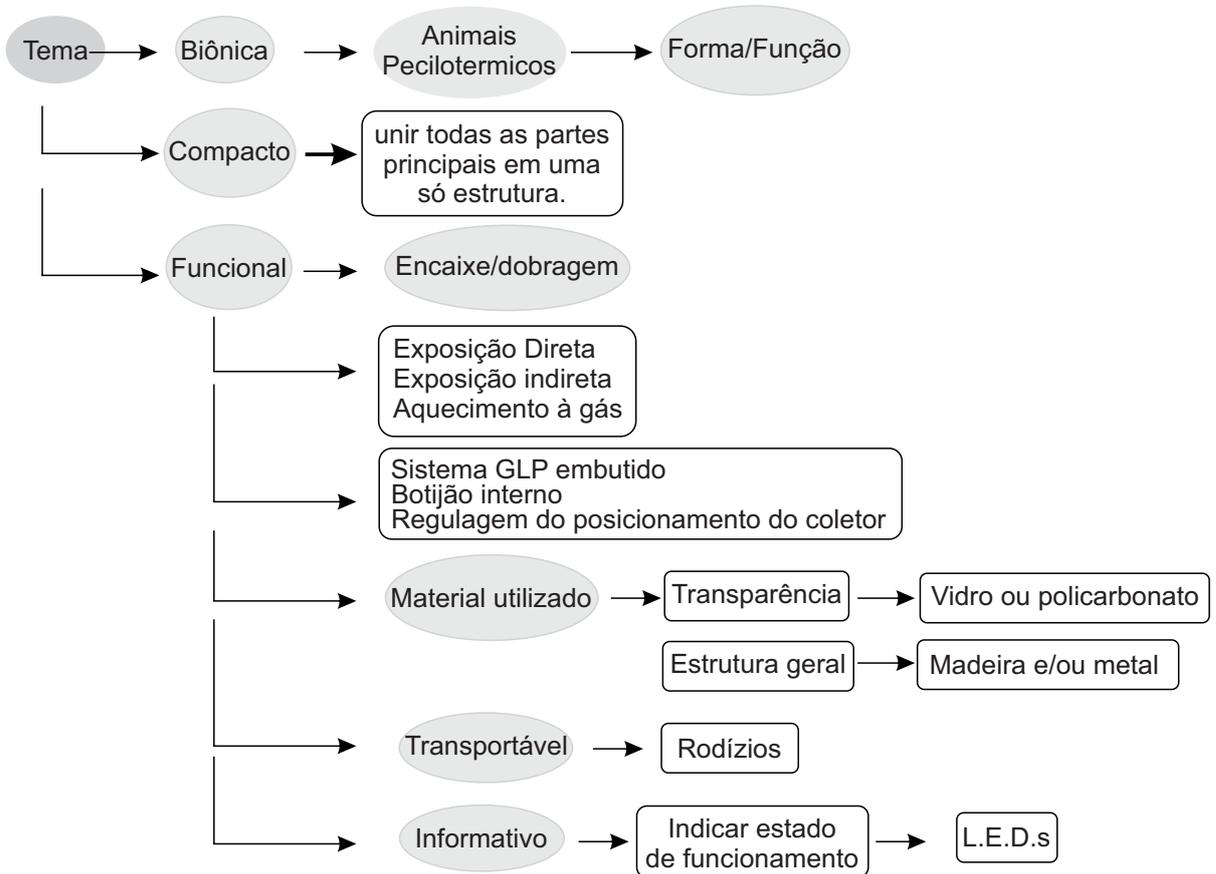
O método utilizado para o anteprojeto consistiu nas seguintes etapas:

1. Definição das palavras-chave;
2. Criação do mapa mental;
3. Pesquisa das propriedades dos animais poiquilotermicos ou pecilotérmicos;
4. Criação dos painéis semânticos;
5. Retirada e abstração de formas dos painéis semânticos
6. Geração de conceitos.

Na geração de conceito priorizou-se o desenvolvimento de soluções para os seguintes sistemas: cabine de bandejas, coletor e acomodação do sistema glp. Os demais subsistemas foram detalhados a partir do conceito definido na etapa de detalhamento do produto.

### 4.1 Mapa mental

**Secador de frutas**



**Palavras - chave:**

- Aquecer
- Compacto
- Encaixe/Dobragem

## 4.2 Painéis semânticos

### 4.2.1 Pannel Semântico Animais Pecilotermicos



▲ Figura 55 - Pannel de inspiração e forma

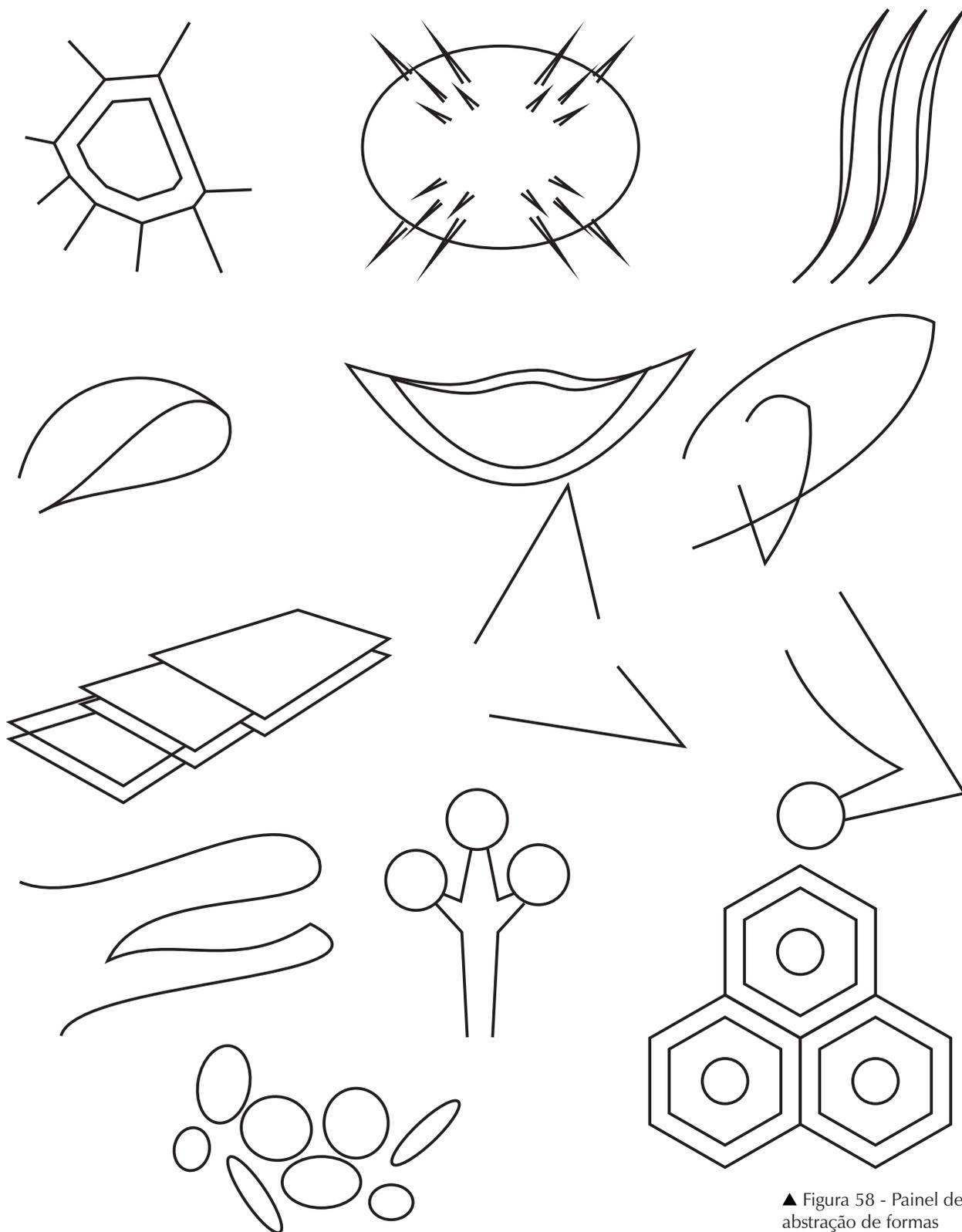
### 4.2.2 Painel Semântico Materiais, texturas e acabamentos.



▲ Figura 56 - Painel de material, textura e acabamento



### 4.2.4 Painel Semântico - Abstração de formas



▲ Figura 58 - Painel de abstração de formas

### 4.3 Geração de conceitos

Na fase de geração de conceitos, foram concebidos quatro conceitos de para o desidratador de frutas e à partir desses conceitos foram desenvolvidas variações que utilizaram o mesmo princípio. Ressalva-se que o foco na geração de conceitos foi o desenvolvimento de soluções formais e estruturais para os referentes componentes: cabine, coletor solar, acomodação do sistema GLP e sistema de transporte.

Os demais sistemas e componentes que compõem o produto foram melhor detalhados à partir do conceito escolhido, como também no detalhamento do produto.

Outro fator importante para se destacar é que o produto desenvolvido apresenta configuração para ser utilizado no chão, onde fora considerado os fatores de higiene relativos a proximidade do solo, uma vez que o produto armazene alimentos.

### 4.3.1 Concepção inicial

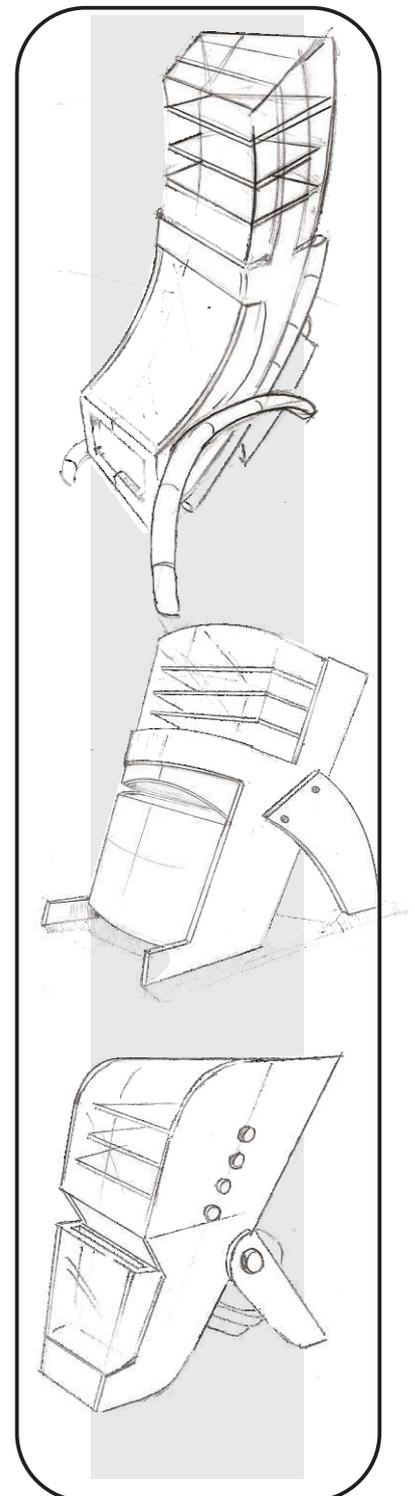
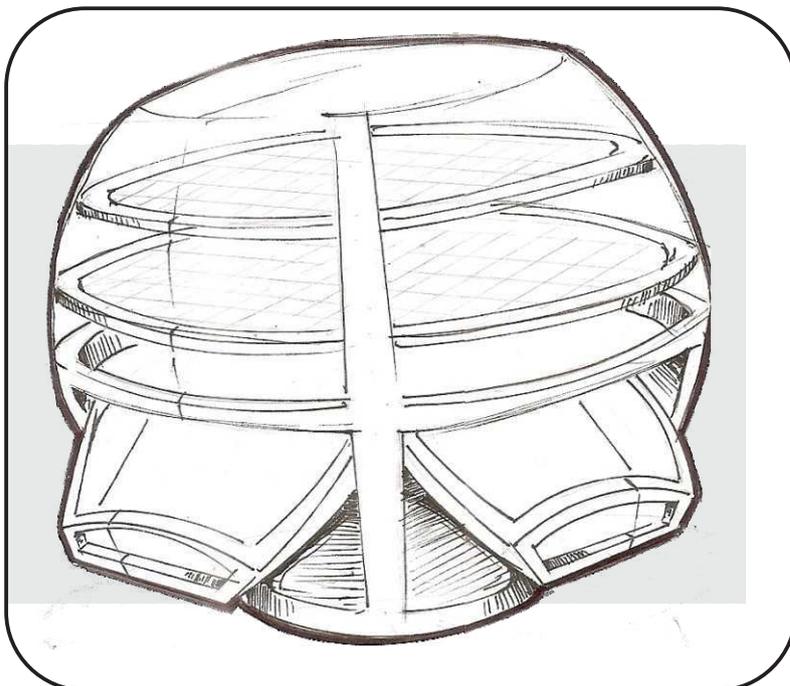
A etapa de geração de conceito foi iniciada a partir da forma externa do produto, tendo como princípio a integração das partes e possibilidade de embutir o sistema funcional de energia complementar GLP.

Entre os quatro conceitos iniciais propostos três deles esboçavam o princípio da verticalidade obedecendo a hierarquia dos componentes para concordar com o fluxo de ar ascendente, fazendo uso de apenas um coletor solar e três bandejas para secagem.

Apenas na quarta solução concebida houve uma quebra de paradigmas resultando em uma forma diferenciada das demais por ser circular e radialmente simétrica além de apresentar três coletores solares ao invés de um (figura 59). Essa configuração tende a resultar em uma maior captação de raios solares se adaptando as posições do sol ao longo do dia.

Através deste último conceito viu-se a possibilidade de explorar mais suas qualidades formais e gerar mais conceitos por meio do princípio da radiação (figura 60).

▼ Figura 60 - Conceito com simetria radial e três coletores.



▲ Figura 59 - Três conceitos iniciais com apenas 1 coletor cada.

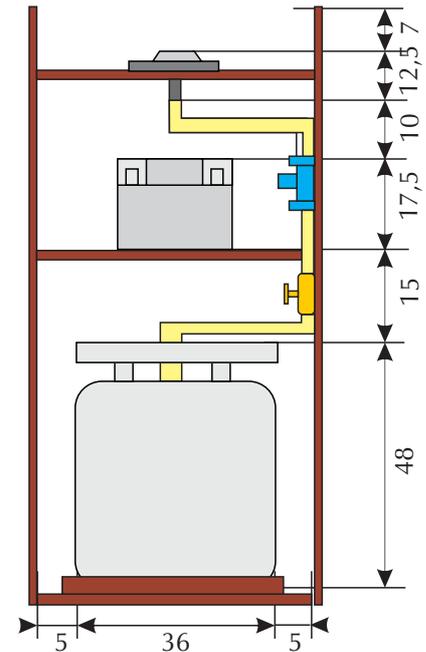
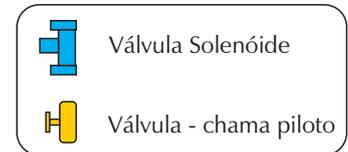
### 4.3.2 Layout interno do sistema funcional

Após adotar o princípio da radiação para gerar mais conceitos percebeu-se a necessidade de realizar um estudo de layout interno do sistema GLP que será um fator determinante para as medidas finais do equipamento, além de funcionar como centro de massa do produto.

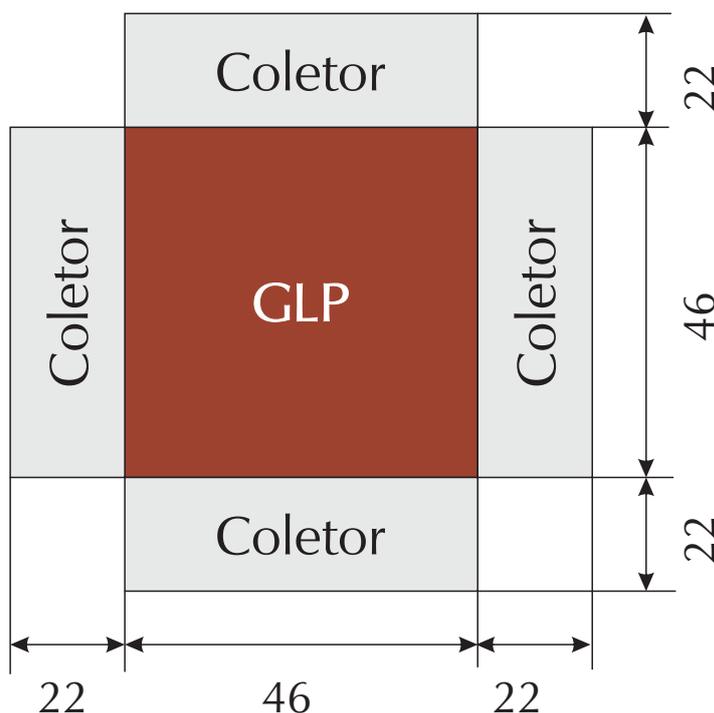
Para quantificar o espaço ocupacional do sistema GLP primeiramente foram levantadas as medidas dos elementos que compõem o sistema GLP, ou seja, botijão de 13 kg, bateria 12V e o fogareiro (figura 61). Pela hierarquia do sistema e objetivando um layout com melhor eficiência, o compartimento em questão fora configurado como mostra a figura 61, levando em consideração os espaços necessários para efetuar manutenções.

Tendo definido as dimensões da câmara que acomodará o sistema GLP, as medidas do coletor solar serão o segundo parâmetro para definir as medidas gerais, pois em função do uso do recurso formal d radiação as medidas do coletor se repetem em todos os lados como mostra a figura 62. Para o desidratador de frutas adotou-se as medidas do secador de (FARIAS 2013) como ponto de partida.

#### Legenda:



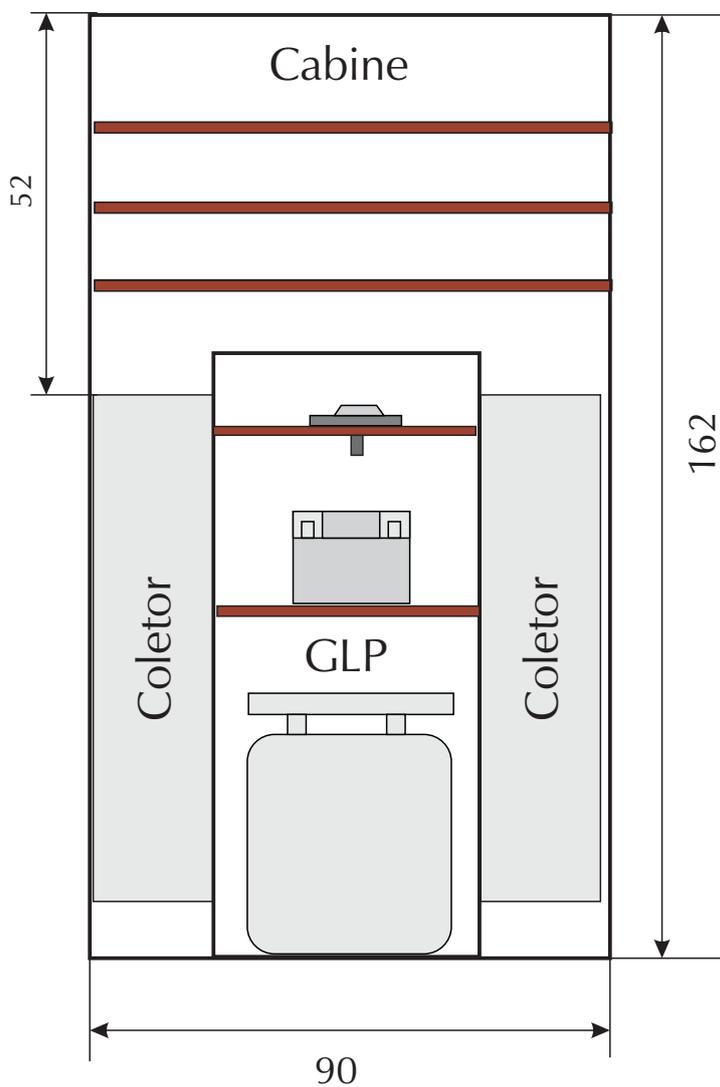
▲ Figura 61 - Representação métrica da câmara GLP (botijão, bateria e fogareiro).



◀ Figura 62 - Representação métrica da câmara GLP com os coletores ao redor.

Finalizando as dimensões do equipamento tomou-se como referência o percentil do público alvo, homem 5% (1,63m) e mulher 50% (1,62m) para determinar a altura da cabine e consequentemente a altura total do equipamento (figura 63).

Estando estabelecidas as medidas externas e estruturas internas pode-se então partir para a geração de conceitos apropriados a proposta formal selecionada mantendo a proporção.

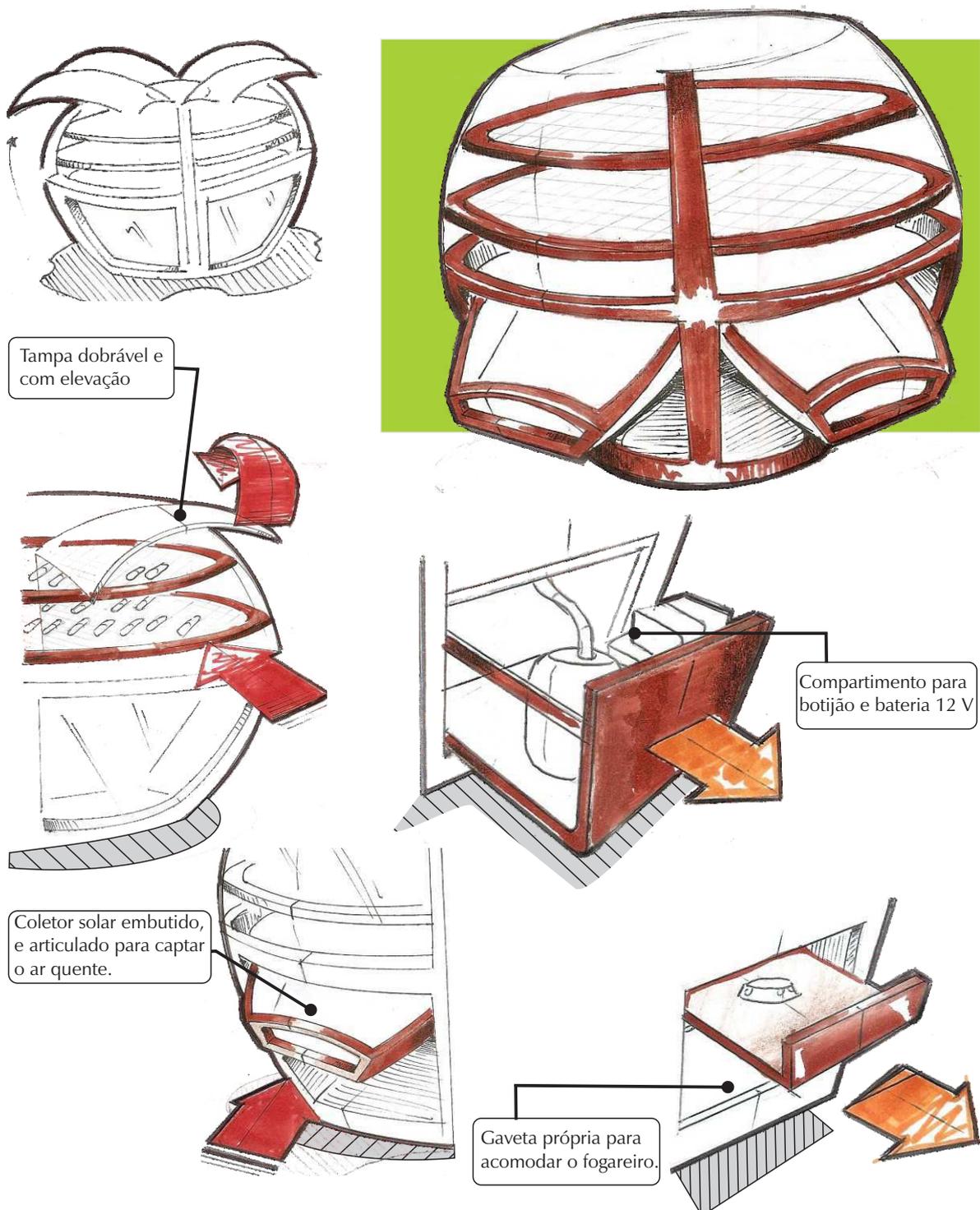


◀ Figura 63 - Representação métrica do equipamento completo (GLP, coletores e cabine).

### 4.3.3 Conceito 1

Este conceito apresenta formato esférico assumindo grande proporção e peso visual. Caracterizado por possuir três coletores solares para melhor captação do sol, duas bandejas circulares de grande capacidade e um reservatório específico para o sistema GLP (fogareiro, bateria e botijão).

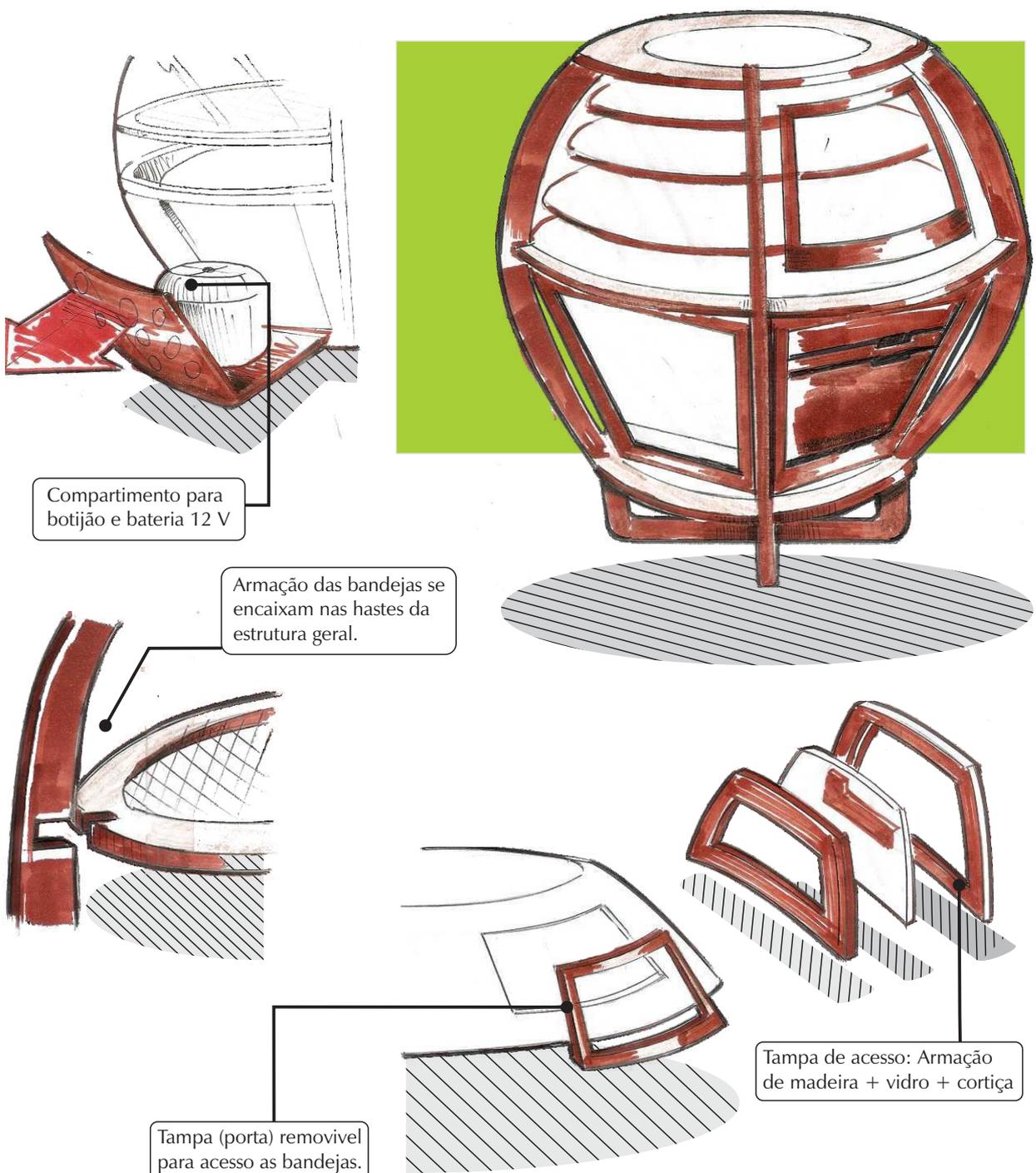
▼ Figura 64 - Esboço do conceito 1



### 4.3.4 Alternativa 1.1

Esta proposta trata-se de uma variação do conceito 1, onde se conserva grande parte dos atributos do conceito original como o compartimento para sistema GLP, coletor articulado embutido e o formato esférico. Como diferencial, esta alternativa apresenta uma elevação na base, para uma melhor estabilidade. O acesso as bandejas consiste em uma tampa removível que fecha o sistema através de pressão utilizando-se um revestimento interno com cortiça para isolar a cabine.

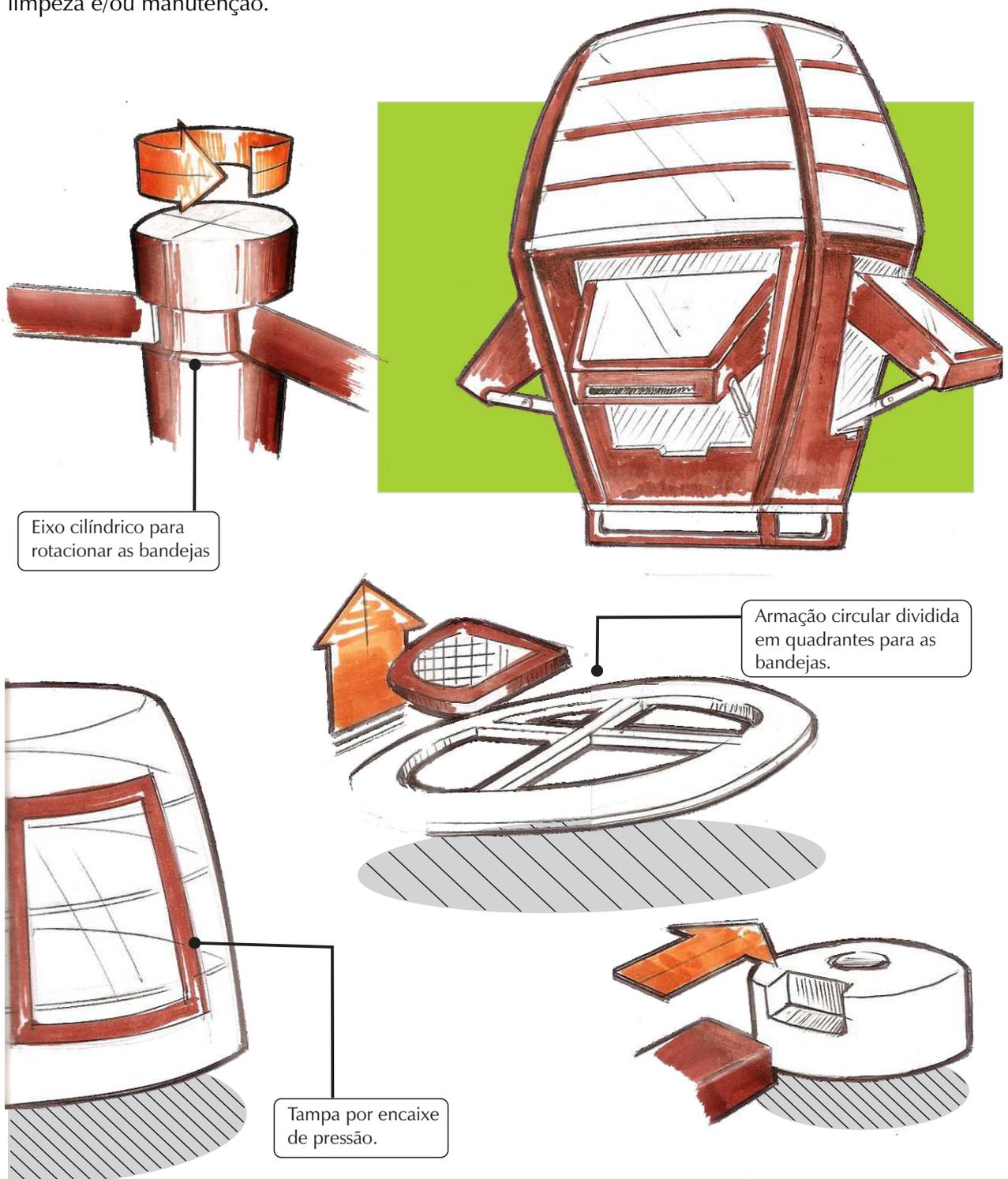
▼ Figura 65 - Esboço da alternativa 1.1



### 4.3.5 Alternativa 1.2

Esta outra variação da alternativa 1, mantém todas as soluções da alternativa anterior, no entanto assume formato orginal para acompanhar a área útil interna e evitar perdas de espaço e até de energia. Nesta alternativa, as bandejas assumem formato de setor circular (quadrante), uma vez que estarão inseridas em uma armação circular e podem ser removidas para efetuar limpeza e/ou manutenção.

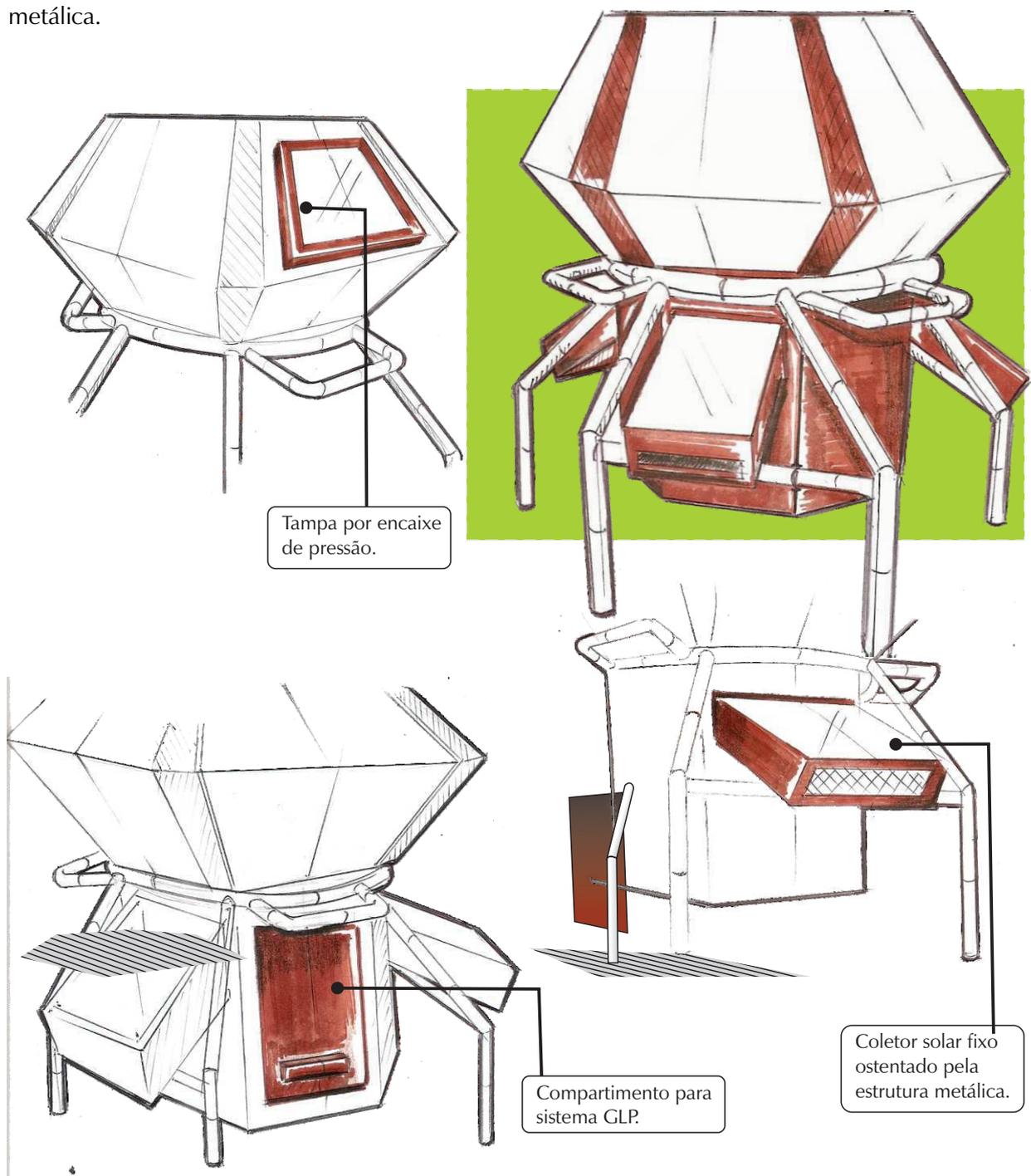
▼ Figura 66 - Esboço da alternativa 1.2



### 4.3.6 Conceito 2

Esse conceito apresenta formato geometrizado caracterizado pela radiação do hexágono regular. Através desta forma de seis lados, onde três deles apresentam coletores solares estáticos e outros três dispõem de pegas para o transporte do produto. Esta proposta propõe uma estrutura de metal tubular para acomodar o coletor, a cabine e uma câmara para o sistema GLP. O coletor solar não se encontra embutido, mas sim exposto e em posição com angulação de  $23^\circ$  sendo sustentado pela mesma estrutura metálica.

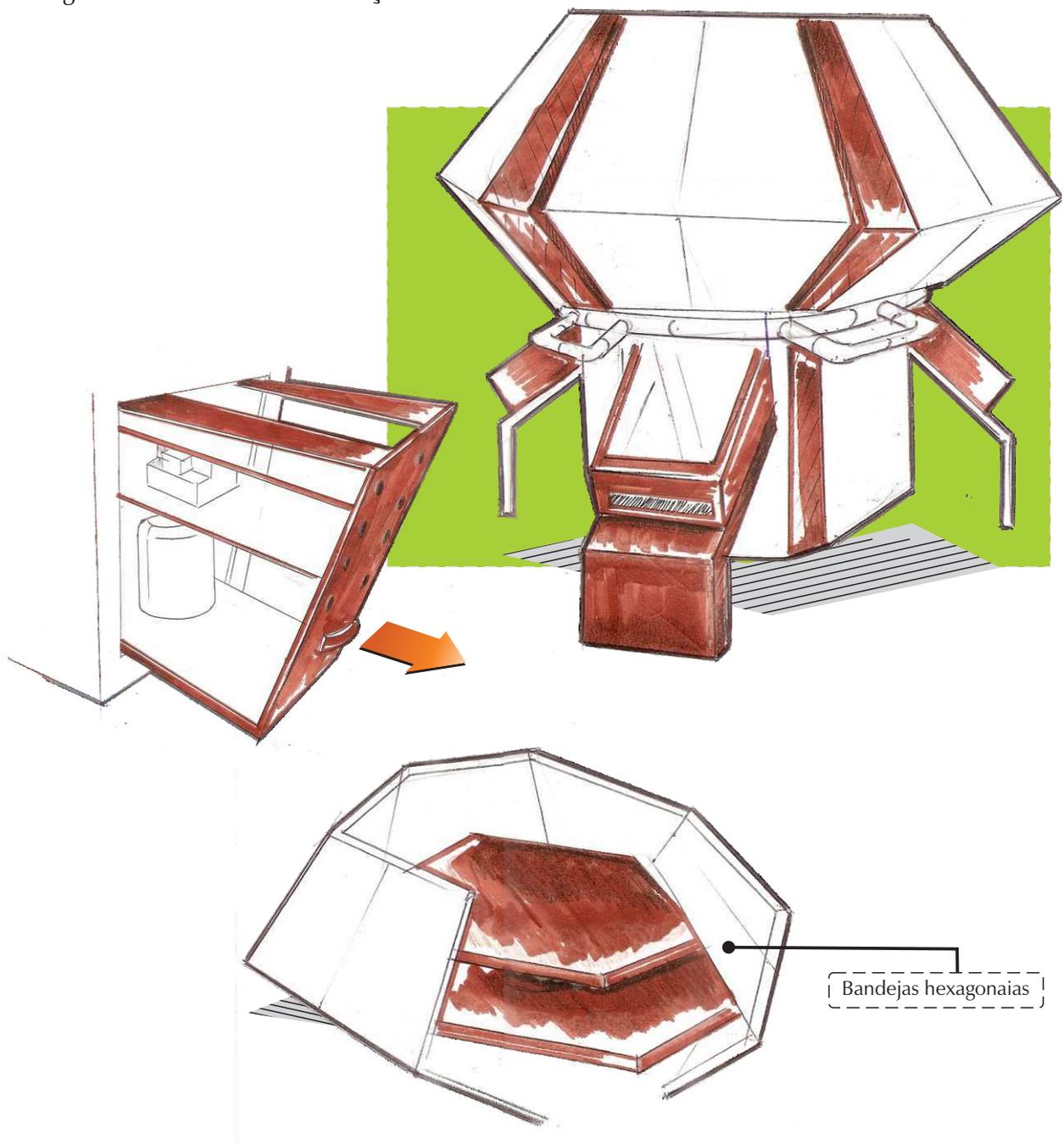
▼ Figura 67 - Esboço do conceito 2



### 4.3.7 Alternativa 2.1

Mantendo todos os componentes e configuração do conceito 2, esta alternativa reduz o uso do material metálico à apenas uma espécie de cinto com o apoio para transporte do equipamento. A estruturação do produto se dá por conta de 3 pernas de madeira equidistantes apoiadas no compartimento do sistema GLP. Estas mesmas “pernas” são as responsáveis por sustentar o coletor solar e garantir o seu posicionamento em angulação de 23°. Nesta alternativa as bandejas passam a assumir um formato hexagonal na busca da harmonização da forma.

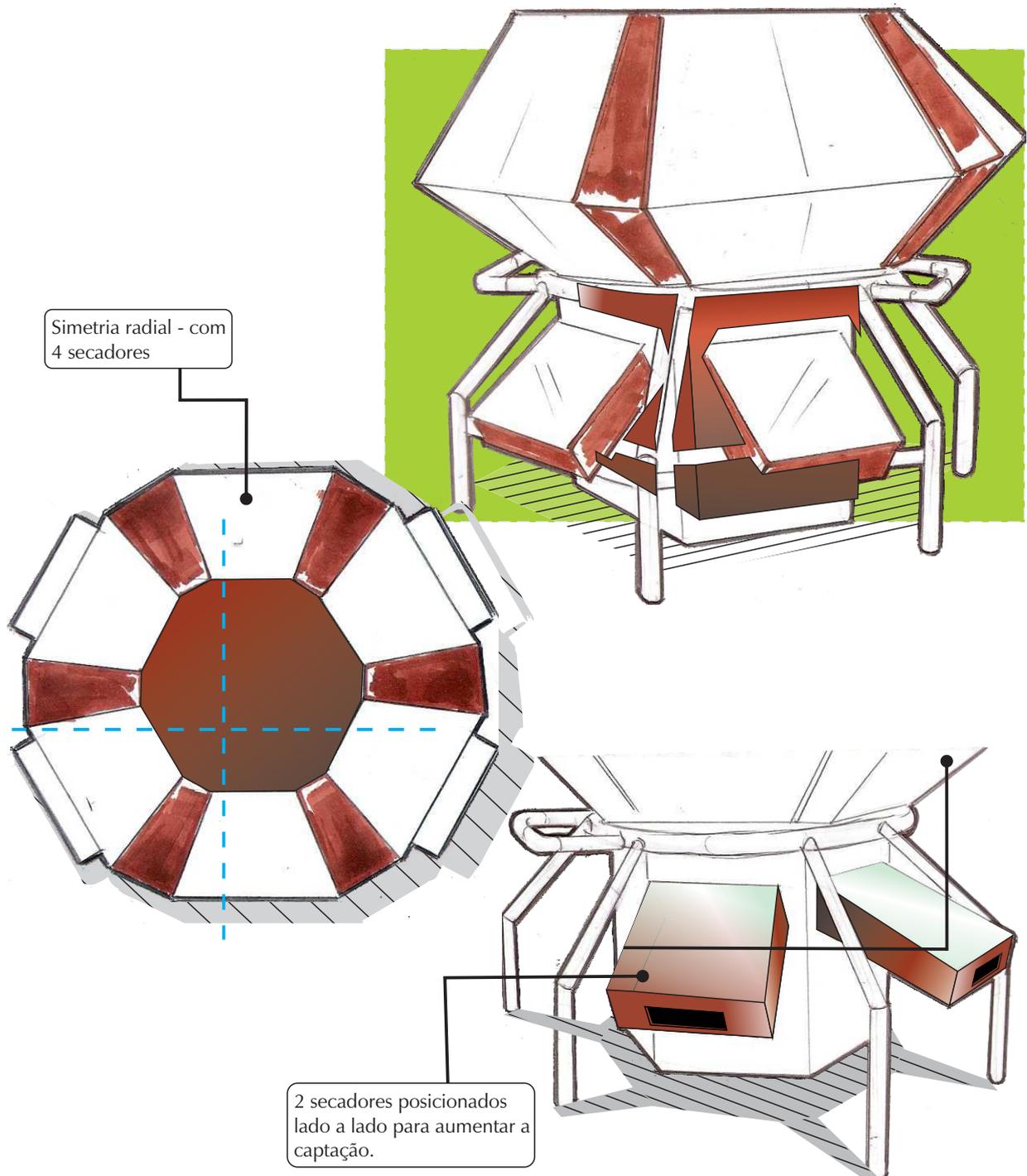
▼ Figura 68 - Esboço da alternativa 2.1



### 4.3.8 Alternativa 2.2

Mantendo a mesma estrutura geral do conceito e alternativa anteriores, esta proposta acrescenta ao produto um quarto coletor solar aumentando ainda mais a capacidade de captação de calor, deixando duas, das suas seis, áreas livres para os apoios para que possa ser transportada por duas pessoas. Assim como o conceito de origem, essa alternativa mantém o coletor estático sobre a estrutura metálica com inclinação de 23°.

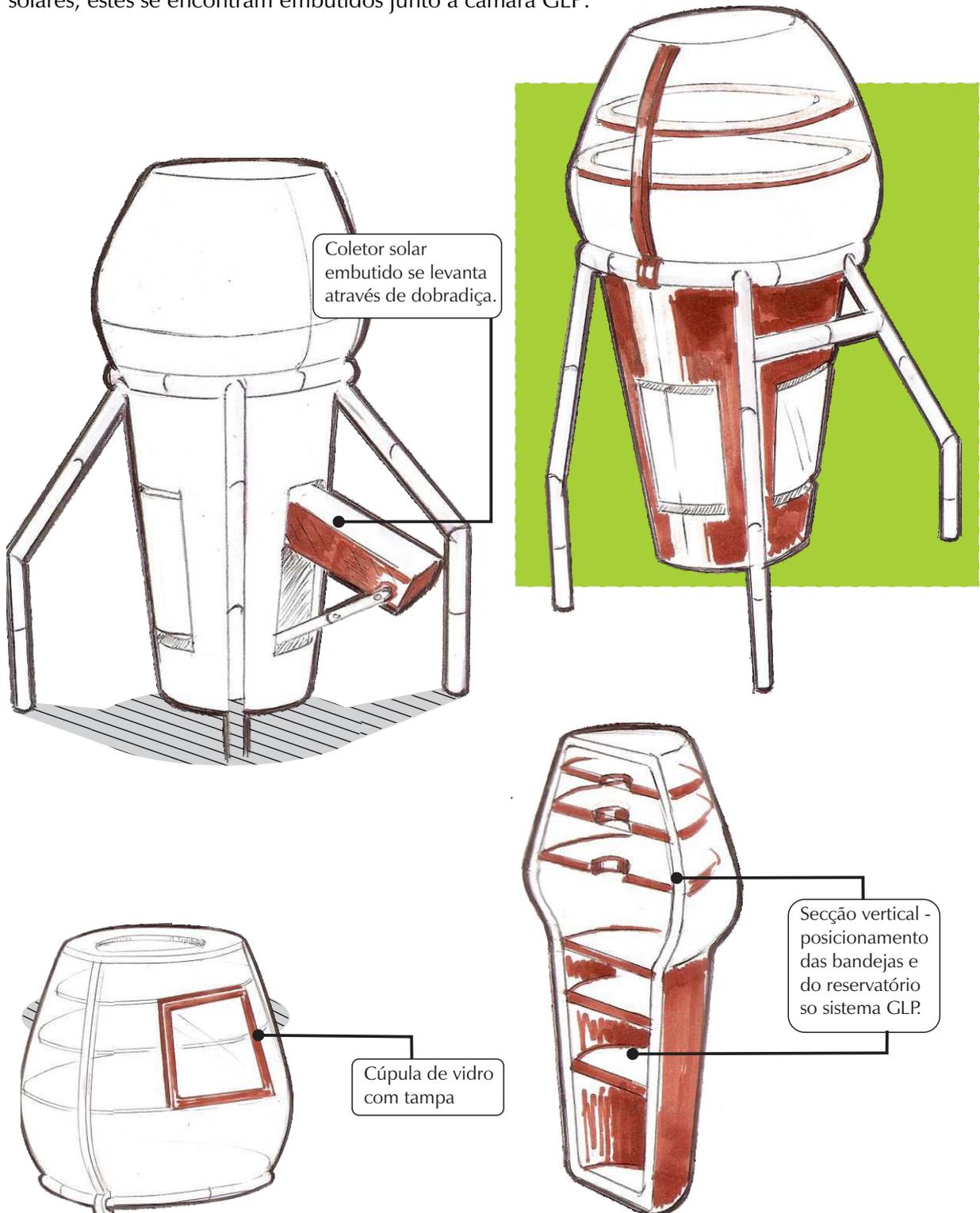
▼ Figura 69 - Esboço da alternativa 2.2



### 4.3.9 Conceito 3

Unindo os aspectos formais do conceito 1 e 2, este conceito é um bmix, onde a cabine remete a uma cúpula de vidro e a câmara GLP assume aspecto cilíndrico. Ambas são estruturadas por um apoio tubular metálico, que também atua como suporte para transportar o equipamento. Com um total de 3 coletores solares, estes se encontram embutidos junto a câmara GLP.

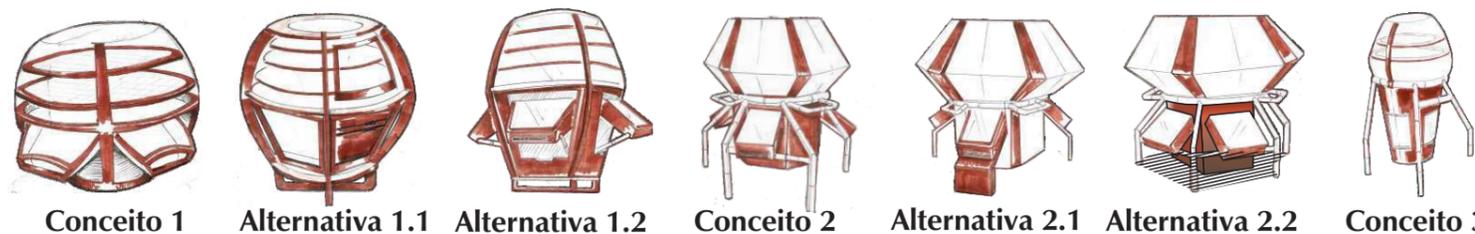
▼ Figura 70 - Esboço do conceito 3



4.3.10 Tabela de pontuação dos conceitos e alternativas

**Legenda:** A\* - Atende N\* - Não Atende AP\* - Atende Parcialmente

**Requisitos**



	Conceito 1	Alternativa 1.1	Alternativa 1.2	Conceito 2	Alternativa 2.1	Alternativa 2.2	Conceito 3
<b>Estrutural</b>							
Usar sistemas de montagem que permitam a integridade do alimento a ser desidratado;	AP	A	A	A	A	A	A
Possuir fácil montagem e desmontagem	N	N	N	AP	AP	AP	AP
Embutir o maior número de sistemas elétricos, GLP e periféricos;	A	A	A	A	A	A	A
<b>Funcional/ Estético</b>							
Reduzir perda de temperatura na passagem de ar do coletor para a cabine	A	A	A	A	A	A	A
Otimizar o processo de captação de luz solar pela cabine e coletor	A	A	A	A	A	A	A
Admitir uma angulação que propicie maior captação solar possível	A	A	A	A	A	A	A
Otimizar o uso das bandejas pelos produtos a serem desidratados	A	A	A	A	A	A	A
Buscar harmonia formal e estética para o conjunto (cabina, coletor e sistema GLP)	A	A	A	AP	AP	AP	N
Usar materiais que isolem o sistema, resista a intempéries e que permita uma passagem da luz solar;	A	A	A	A	A	A	A
Otimizar a entrada de ar seco	A	A	A	A	A	A	A
<b>Ergonômicos</b>							
O dimensionamento do produto deve estar adequado ao usuário feminino e masculino	N	N	N	A	A	A	A
<b>Material</b>							
Adotar Materiais de baixo impacto ambiental;	A	A	A	A	A	A	A
Utilizar materiais que sejam atóxicos e possam entrar em contato com alimentos	A	A	A	A	A	A	A
Adotar material translucido que permita passagem de luz solar nas coberturas.	A	A	A	A	A	A	A
	A	11	12	12	12	12	12
	AP	1	0	0	2	2	2
	N	2	2	2	0	0	0

▲ Tabela 06 - Comparação dos conceitos baseados nos requisitos do projeto.

**Conclusão:**

Ao comparar os conceitos gerados obteve-se o seguinte resultado:

Os conceitos e alternativas atenderam a grande maioria dos requisitos exigidos e foram agrupados em 3 grupos:

	<b>Pontos Positivos</b>	<b>Pontos Negativos</b>
<b>Grupo 1:</b> Conceito 1 Alternativa 1.1 Alternativa 1.2	-Integridade e unidade na forma; -Embute todos os sistemas; -Estética agradável -Boa captação da luz solar	-Deficiência de montagem e desmontagem; -Apresenta estrutura de difícil transporte Não se adequa ao público
<b>Grupo 2:</b> Conceito 2 Alternativa 2.1 Alternativa 2.2	-Fácil montagem e desmontagem; -Se adequa bem ao público; -Capta bem a luz solar;	-Forma desarmoniosa; -Estética fraca -Não embute todos os sistemas
<b>Grupo 3:</b> Conceito 3	-Fácil montagem e desmontagem; -Embute todos os sistemas; -Boa captação da luz solar;	-Estética desagradável e desarmoniosa; -Estrutura frágil e incoerente.

▲ Tabela 07 - Resumo dos pontos positivos e negativos das soluções propostas.

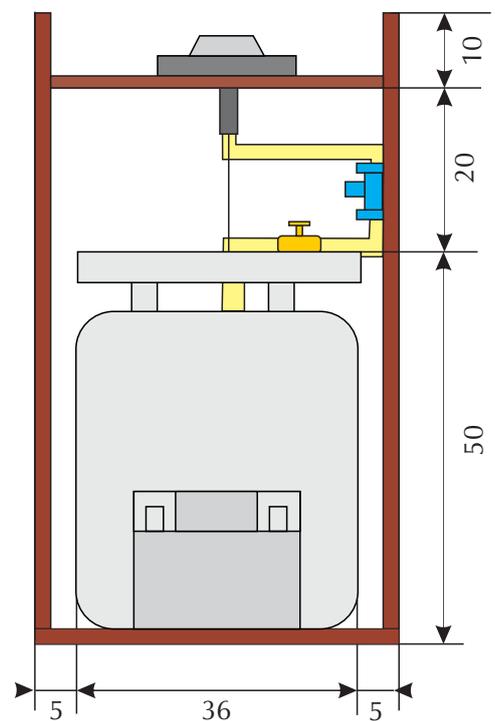
O grupo 2 atendeu de maneira mais satisfatória os requisitos propostos pelo relatório. Apesar de haver a necessidade de refinamento da forma, o que exigirá a realização de mais um estudo do layout interno do sistema GLP.

## 4.4 Novo layout interno do sistema funcional

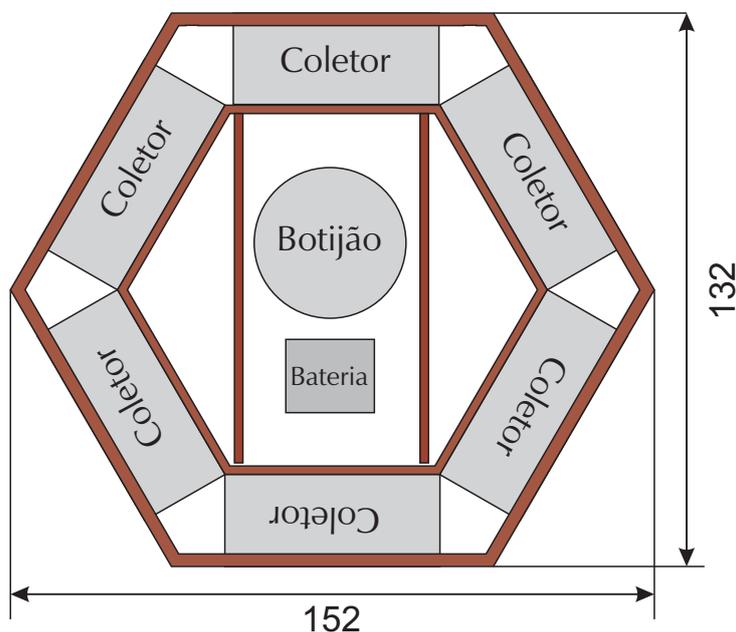
Na busca de harmonia formal através dos conceitos selecionados, fora necessário alterar o arranjo do layout interno do sistema funcional para concordar com o formato hexagonal do conceito selecionado, otimizando o espaço e visando obter uma melhor proporção formal entre a câmara GLP, coletores e cabine.

O novo arranjo do compartimento do sistema GLP permitiu um ganho de 30 cm em altura em relação ao layout anterior através da disposição da bateria 12 v para o mesmo nível do botijão de gás. (figura 71).

Uma vez tendo cubado as dimensões do compartimento GLP partiu-se para a reprodução dos coletores ao redor desde compartimento obtendo assim uma estrutura como mostra a figura 72.

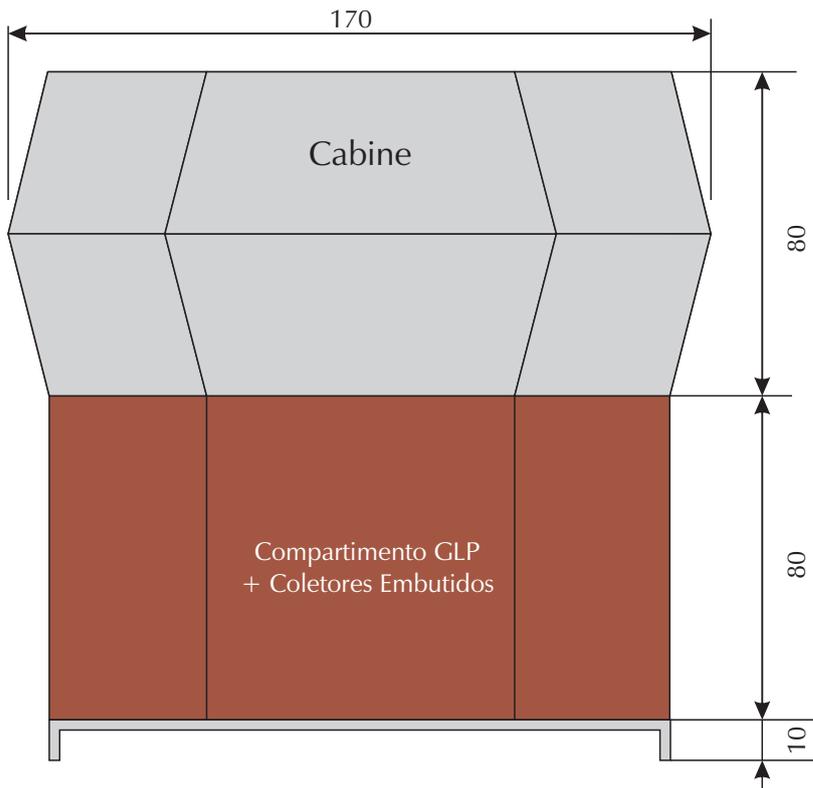


▲ Figura 71 - Nova Representação métrica do compartimento GLP (botijão, bateria e fogareiro).



◀ Figura 72 - Representação métrica da câmara GLP com os coletores ao redor no formato hexagonal.

Estando definida a área do compartimento GLP e dos coletores embutidos, a medida da cabine pode ser definida objetivando manter uma proporção harmônica com o todo e seguindo o formato regido pelos conceitos selecionados no grupo 2 (figura 73).

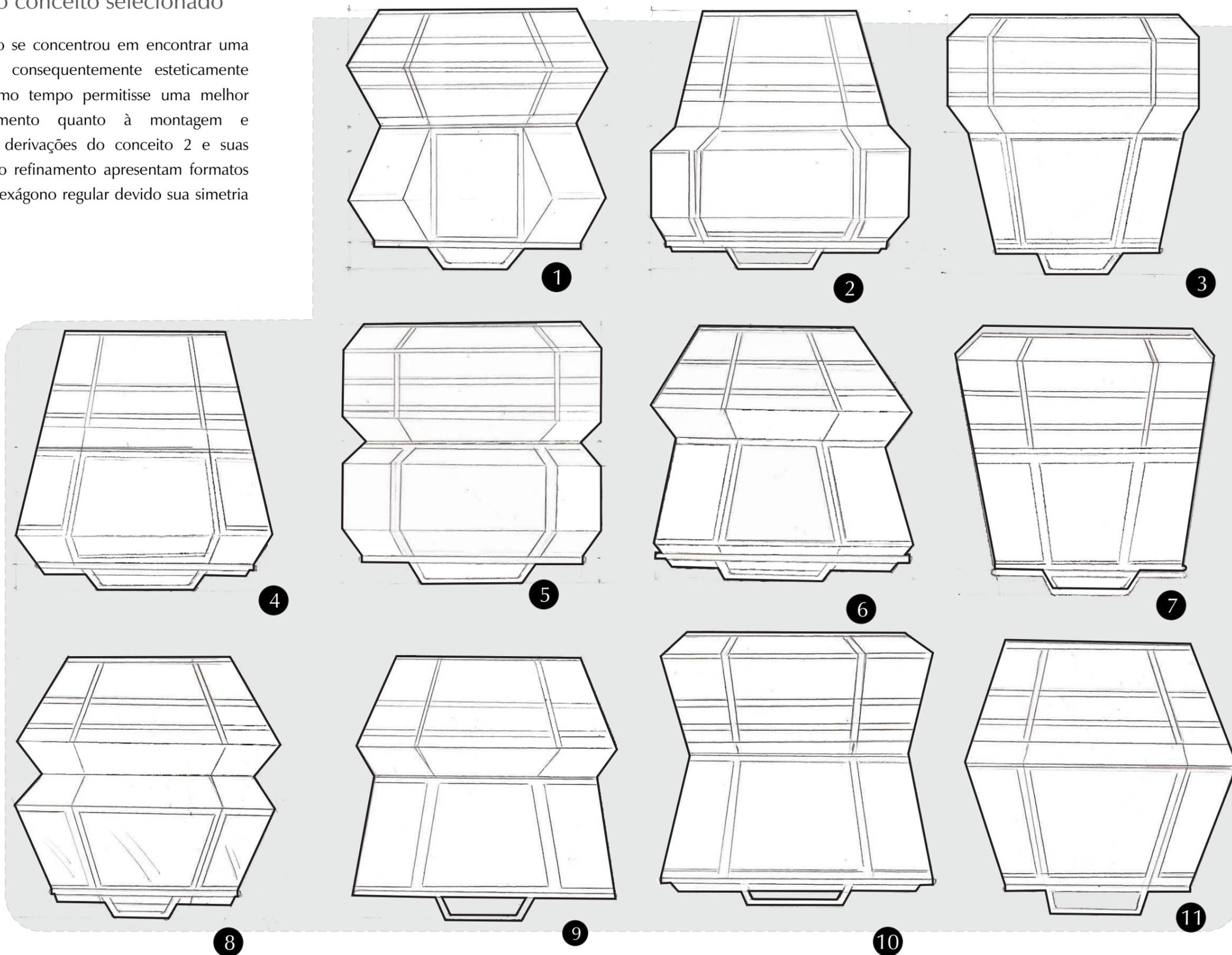


◀ Figura 73- Nova representação métrica do equipamento completo (GLP, coletores e cabine).

A parte inferior do equipamento (coletor + GLP) será predominantemente confeccionada em madeira, assim optou-se por criar uma base metálica com 10 cm de altura para evitar o contato da madeira com o solo, garantindo a conservação do equipamento.

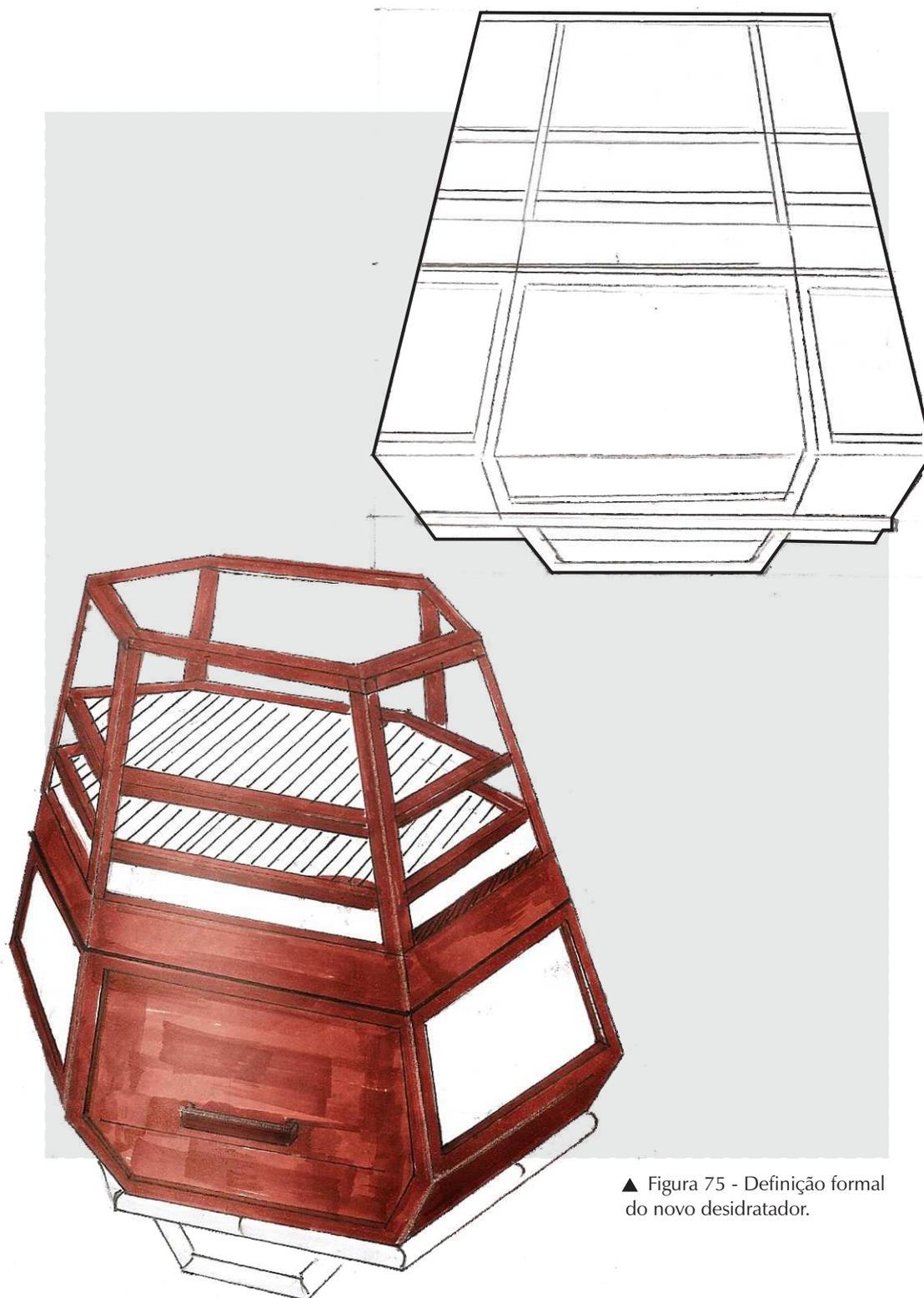
### 4.5 Refinamento do conceito selecionado

O refinamento do conceito se concentrou em encontrar uma forma mais harmônica e conseqüentemente esteticamente agradável, e que ao mesmo tempo permitisse uma melhor estruturação do equipamento quanto à montagem e desmontagem. Por serem derivações do conceito 2 e suas alternativas, as variações do refinamento apresentam formatos geométricos baseados no hexágono regular devido sua simetria radial.



► Figura 74- Refinamento da forma baseado nos contornos da forma selecionada.

Analisando os perfis dos conceitos de refinamentos desenvolvidos, a alternativa nº 4 se apresentou como a mais satisfatória, pela harmonia apresentada, continuidade da forma, angulações favoráveis e da relação entre a cabine e a parte inferior do equipamento nos fazendo observar as partes como um todo unificado.

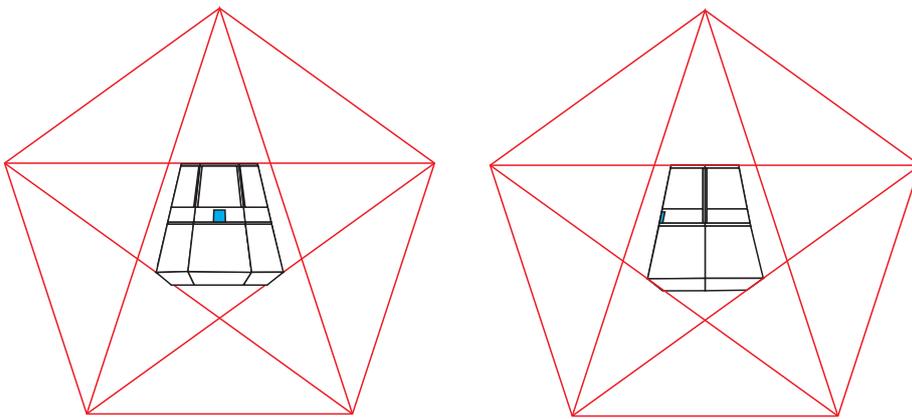


▲ Figura 75 - Definição formal do novo desidratador.

## 4.6 Concepção formal

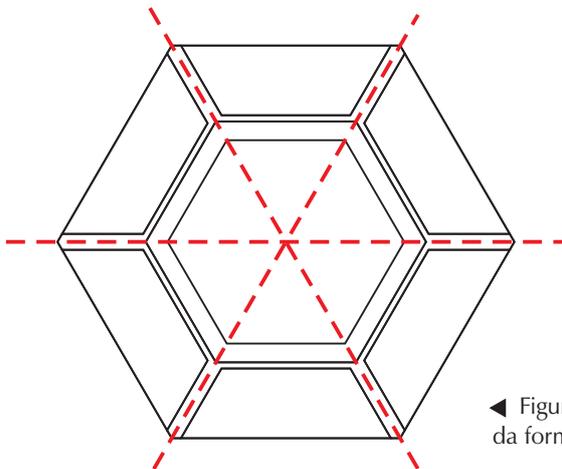
Para conceber a configuração formal do produto utilizaram-se as proporções presentes nas figuras geométricas regulares que apresentam aceitação e preferência ao olhar pelos usuários. Essa concepção visa a concordância das partes entre si gerando um todo unificado, racional e coerente.

As vistas frontal e lateral foram configuradas a partir da proporção do pentagrama, que por sua vez, consiste no cruzamento das diagonais de um pentágono regular. Esse cruzamento proporciona a origem de um pentágono menor, ao qual foram a origem destas vistas, onde ambas são dotadas de simetria bilateral.



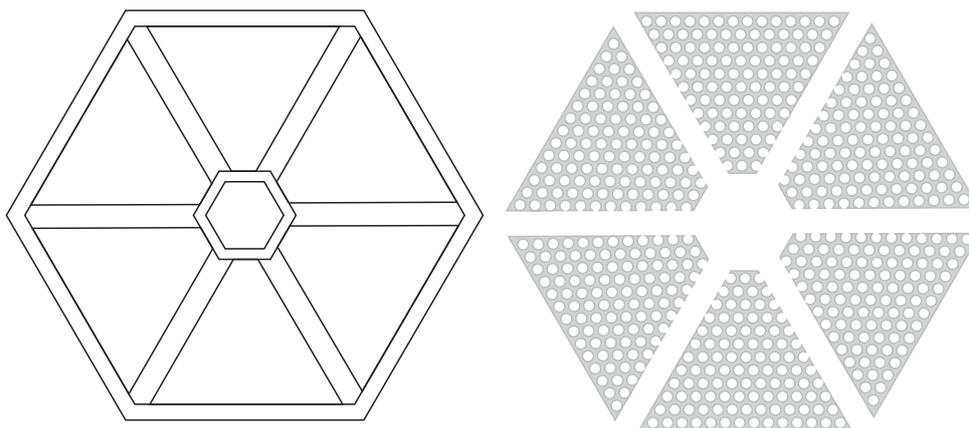
◀ Figura 76 - Extração da forma através do pentagrama áureo.

Na vista superior do produto utilizou-se a figura geométrica do hexágono regular devido o princípio da radiação que compõe o equipamento além de atribuir ao equipamento simetria radial.



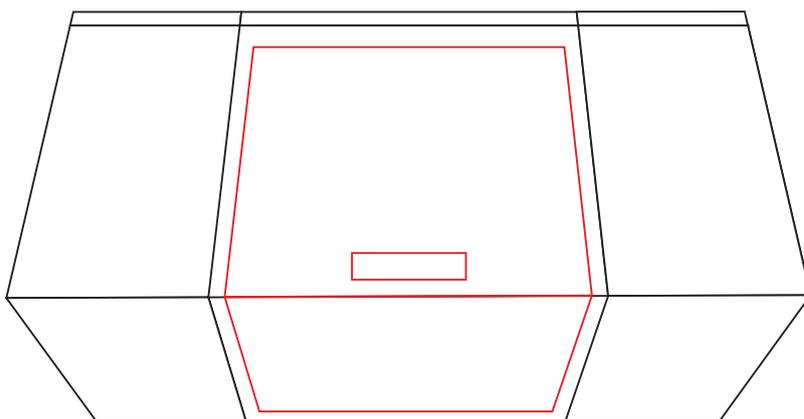
◀ Figura 77 - Radiação da forma vista por cima.

O suporte das bandejas tende a seguir a forma do conferindo concordâncias das partes. Pela relação direta das bandejas com seu suporte, estas apresentam formato trapezoidal quando observadas unicamente, mas ao uni-las pela radiação e pela disposição no suporte geram uma forma hexagonal regular.



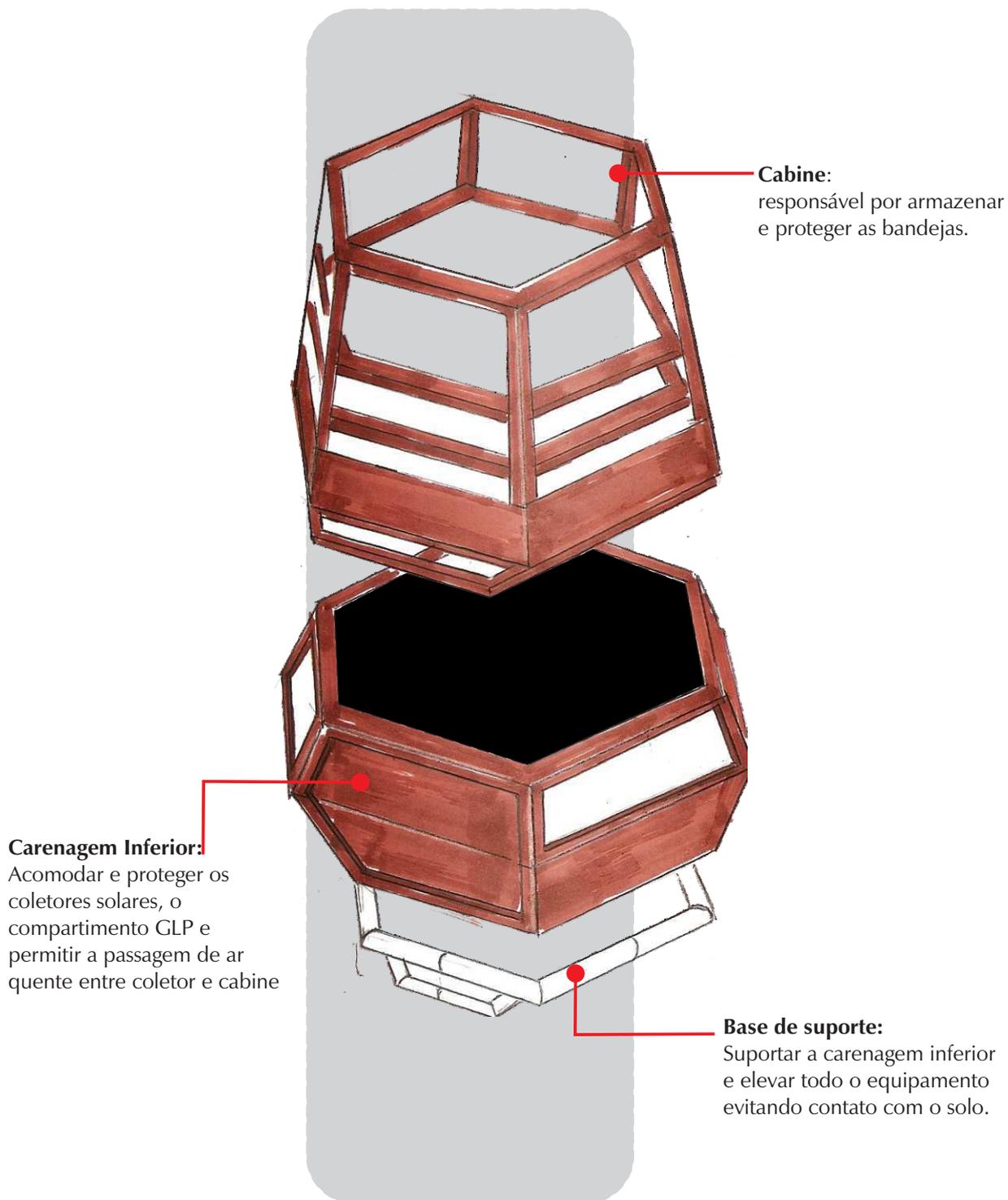
◀ Figura 78 - estrutura do suporte das bandejas e a formatação das bandejas.

O compartimento GLP apresenta em seu contorno o mesmo formato da carenagem inferior para que sua interação com o equipamento seja harmônica fazendo parte do todo sem gerar ruído.



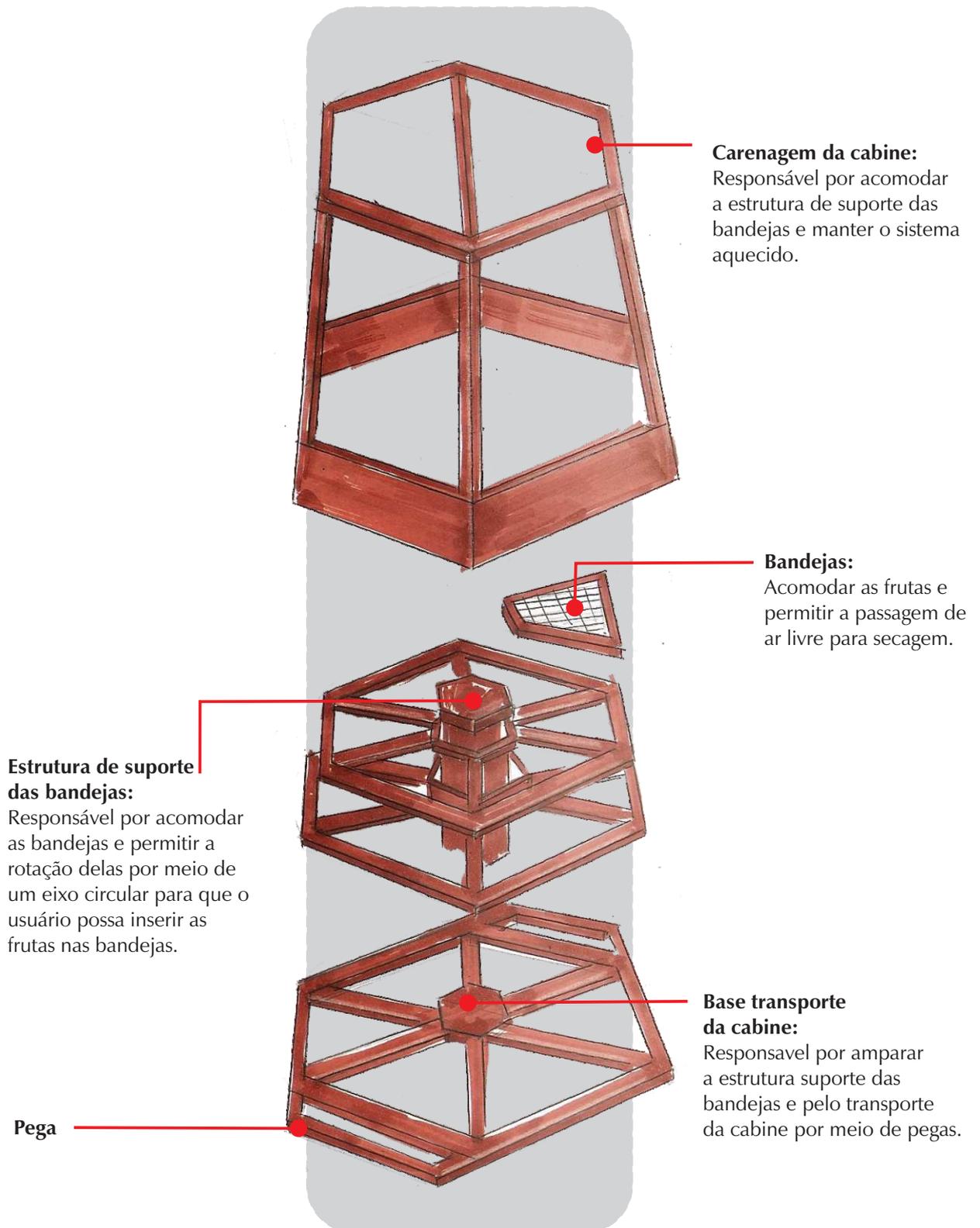
◀ Figura 79 - Acompanhamento da forma do compartimento com a carenagem inferior.

## 4.7 Detalhamento estrutural e funcional do conceito



▲ Figura 80 - Perspectiva explodida das principais partes do desidratador.

### 4.7.1 Cabine

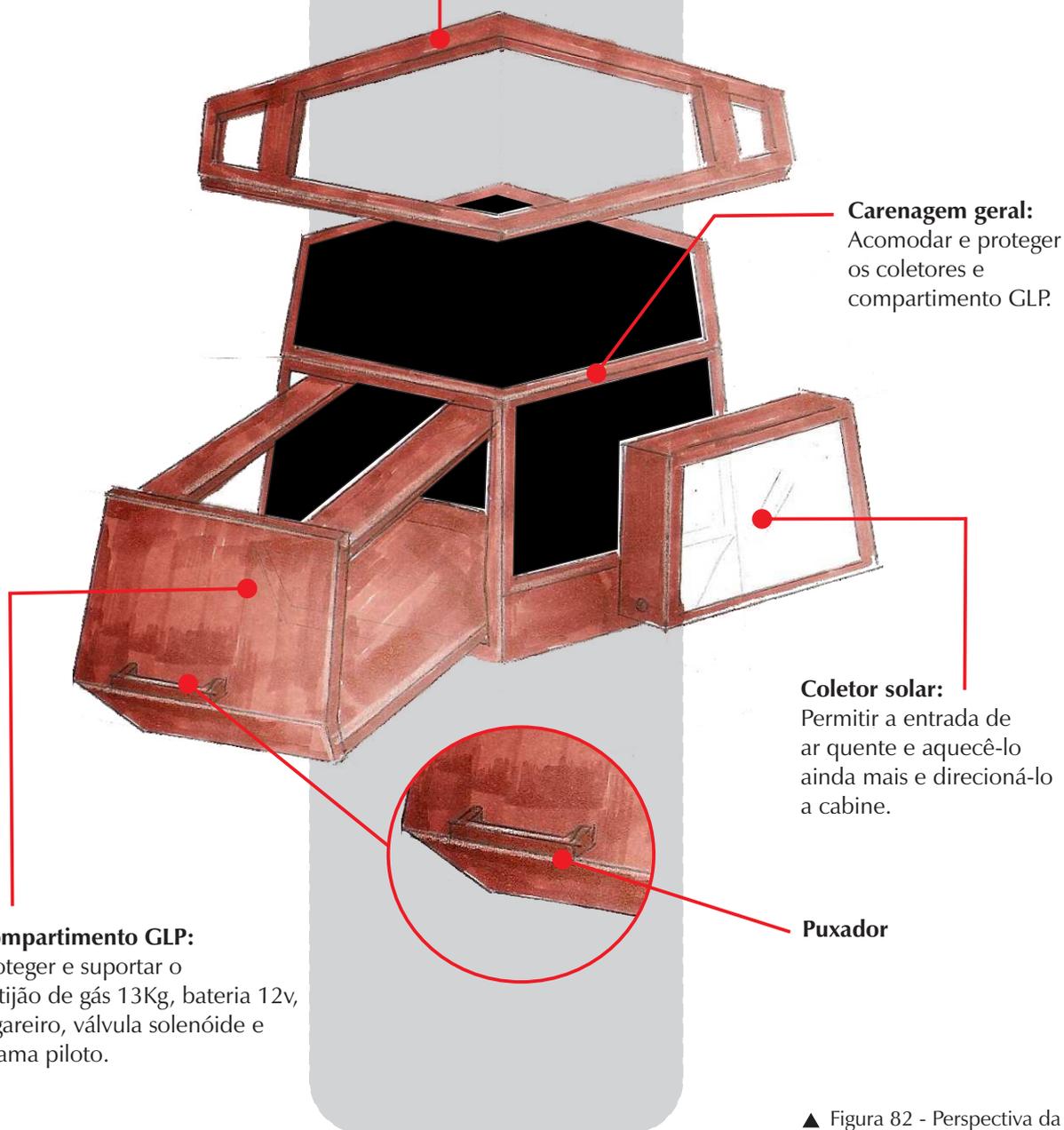


▲ Figura 81 - Perspectiva explodida da cabine e suporte das bandejas.

### 4.7.2 Carenagem inferior

**Suporte de transporte da carenagem inferior:**

Permite o transporte da carenagem como também permite a acoplagem com a cabine

**Carenagem geral:**

Acomodar e proteger os coletores e compartimento GLP.

**Coletor solar:**

Permitir a entrada de ar quente e aquecê-lo ainda mais e direcioná-lo a cabine.

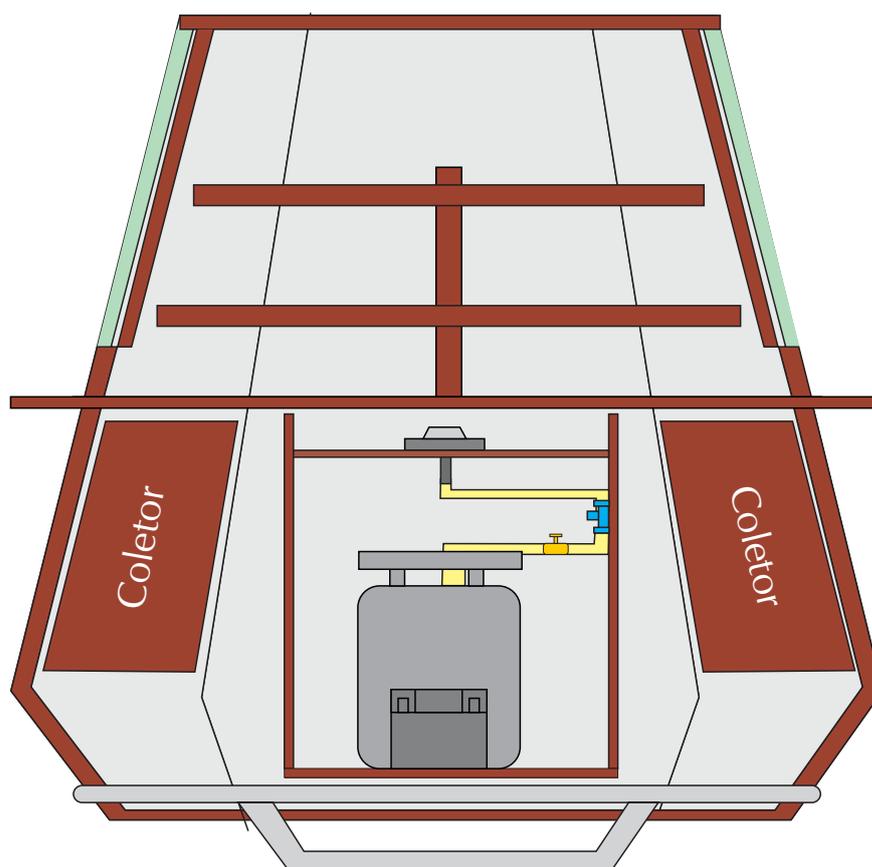
**Puxador****Compartimento GLP:**

Proteger e suportar o botijão de gás 13Kg, bateria 12v, fogareiro, válvula solenóide e chama piloto.

▲ Figura 82 - Perspectiva da carenagem inferior e seus componentes.

### 4.7.3 Estrutura interna (corte)

Através de um corte transversal no equipamento pode-se compreender o posicionamento das partes no seu interior.



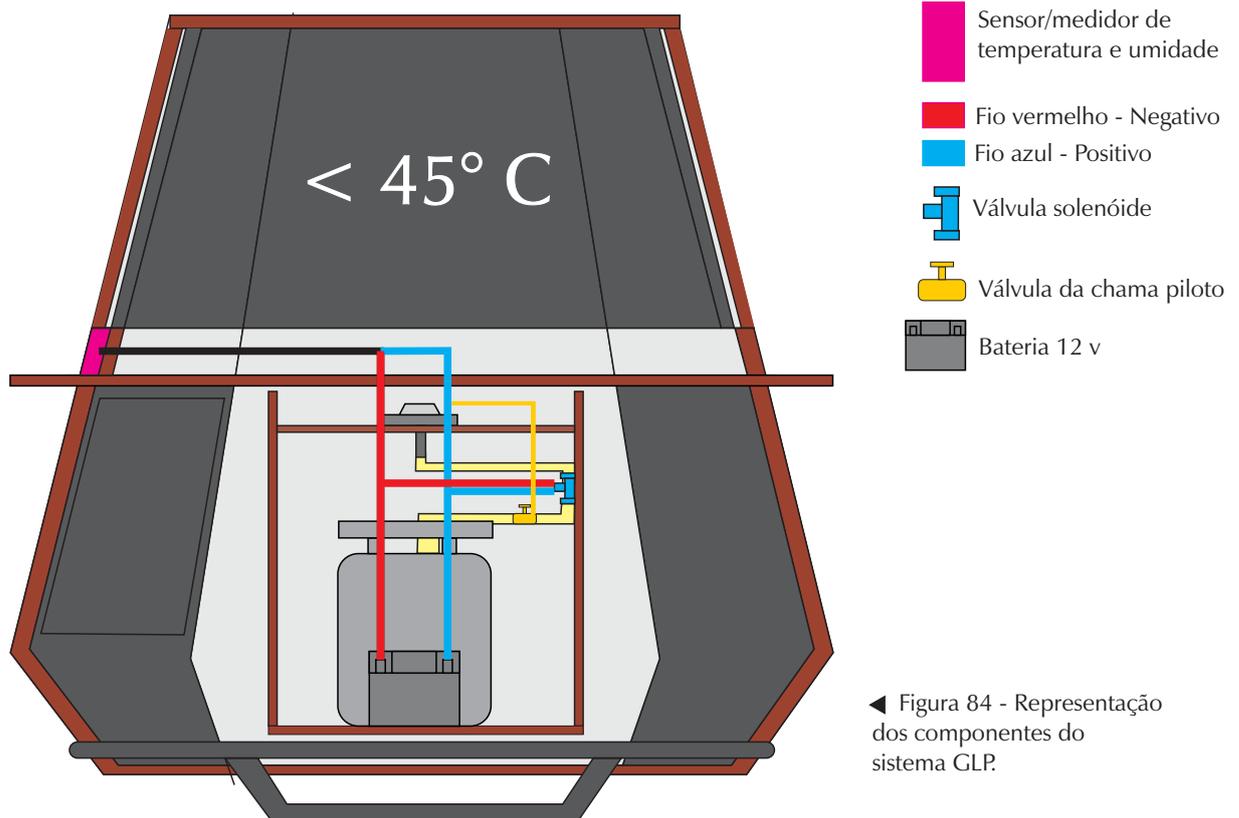
◀ Figura 83 - Representação do layout interno completo do produto

Obedecendo a hierarquia de funcionamento, as bandejas se encontram logo acima do sistema GLP que por sua vez se encontra rodeado dos coletores solares.

#### 4.7.4 Funcionamento do sistema GLP

Através do esquema abaixo se pode entender o funcionamento do sistema GLP no novo conceito. Vale ressaltar que não foram alteradas a forma de funcionamento deste sistema, apenas fora realizado uma alteração no layout dos seus componentes.

#### Legenda:

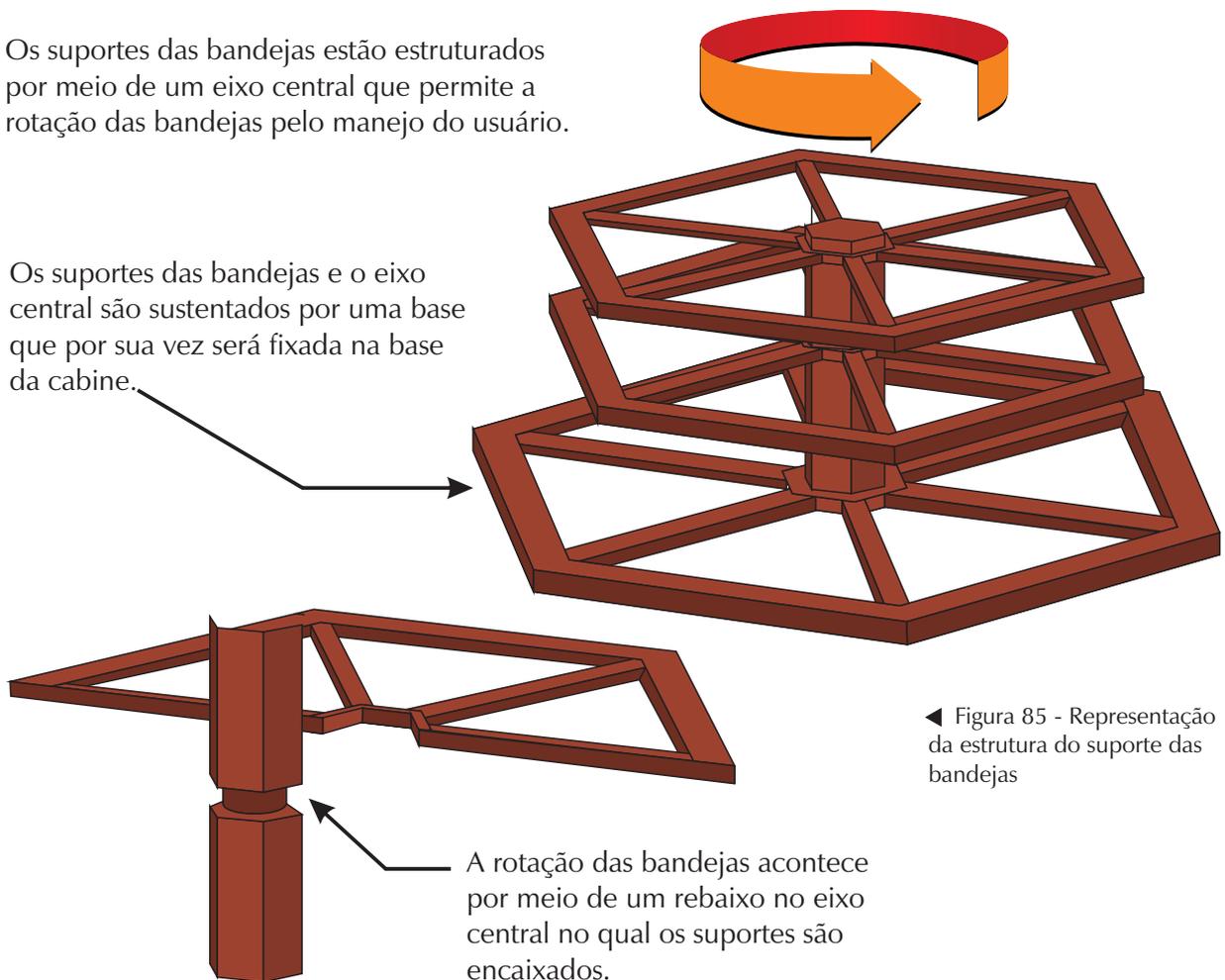


Ao registrar uma temperatura igual ou menor a 45°C o sensor de temperatura, abastecido pela bateria, envia um sinal a válvula solenoide, onde esta libera o gás que se encaminhará até o fogareiro sendo aceso por meio da chama piloto.

### 4.7.5 Suporte de bandejas

Os suportes das bandejas estão estruturados por meio de um eixo central que permite a rotação das bandejas pelo manejo do usuário.

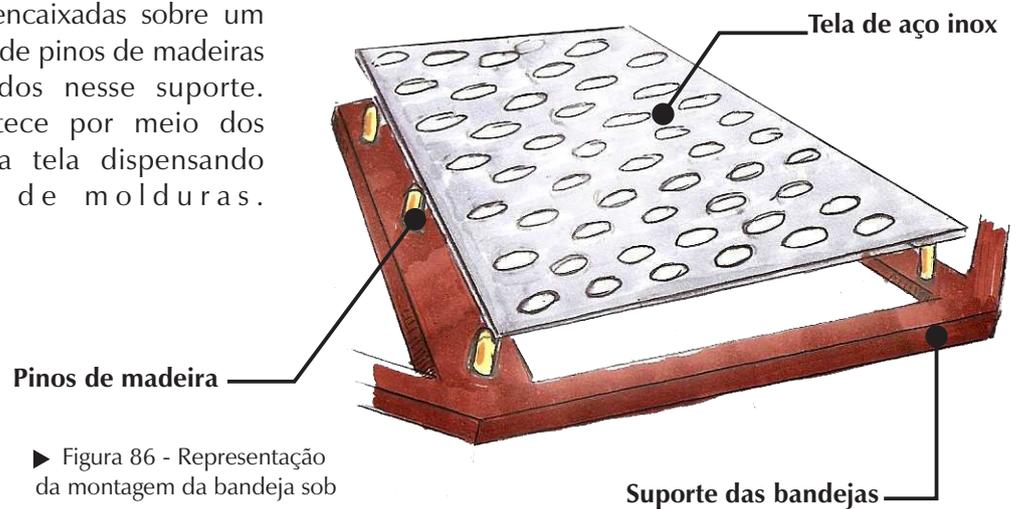
Os suportes das bandejas e o eixo central são sustentados por uma base que por sua vez será fixada na base da cabine.



◀ Figura 85 - Representação da estrutura do suporte das bandejas

### 4.7.6 Bandejas

As bandejas são encaixadas sobre um suporte por meios de pinos de madeiras também encaixados nesse suporte. O encaixe acontece por meio dos próprios furos da tela dispensando assim o uso de molduras.



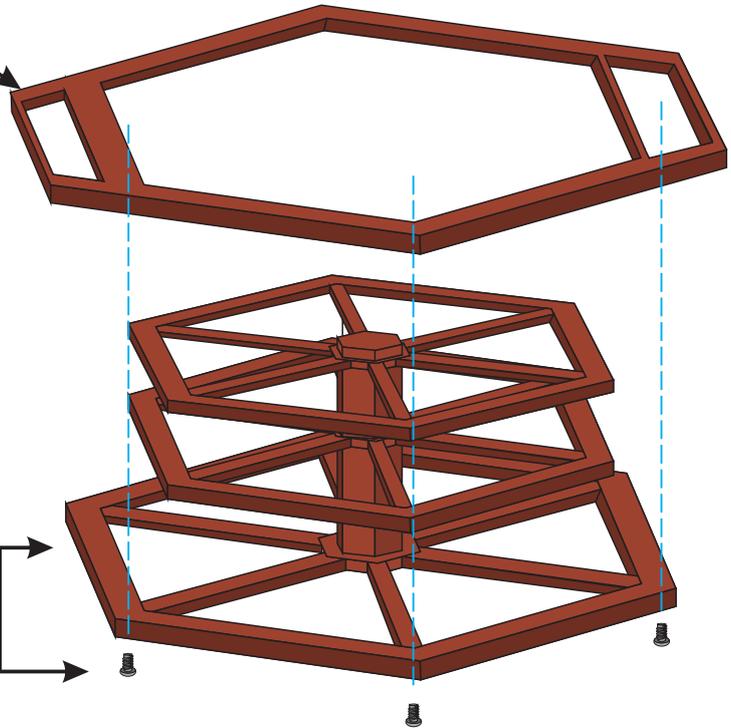
▶ Figura 86 - Representação da montagem da bandeja sob o suporte

### 4.7.7 Suporte/apoio da cabine

#### Apoio da cabine:

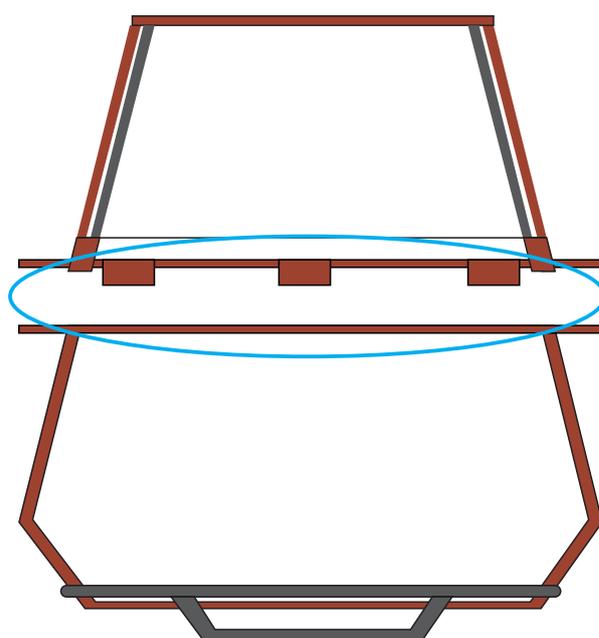
fixado logo abaixo da cabine esta estrutura permite que o usuário possa transportar a cabine bem como é responsável por estruturar o suporte das bandejas.

Suporte das bandejas fixado abaixo do apoio da cabine por parafusos

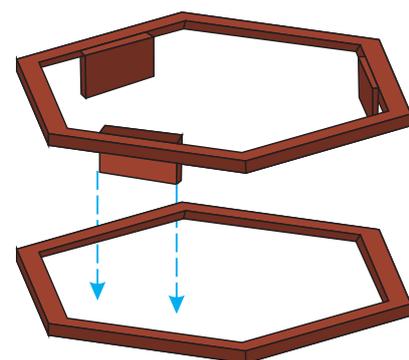


▲ Figura 87 - Representação da montagem do suporte na cabine

### 4.7.8 Conexão cabine e carenagem inferior.



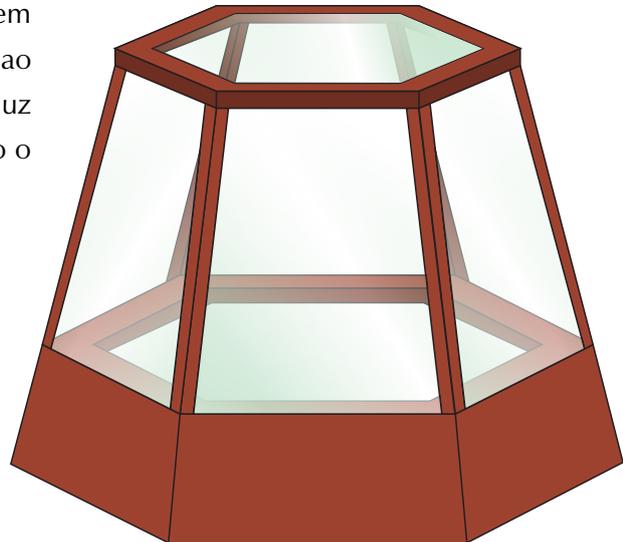
O apoio da cabine possui internamente batedores fixos que permitem um encaixe por sobreposição entre a cabine e a carenagem inferior. Este encaixe funciona como um gargalo fazendo com que a estrutura superior se adeque perfeitamente a estrutura inferior.



▲ Figura 88 - Representação da conexão da cabine com a carenagem inferior

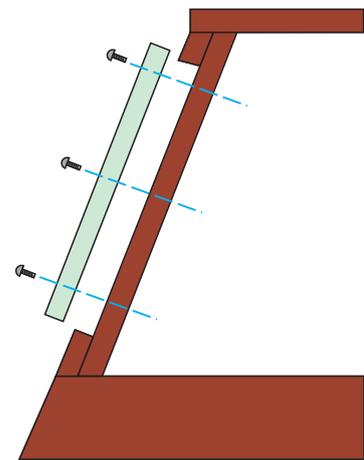
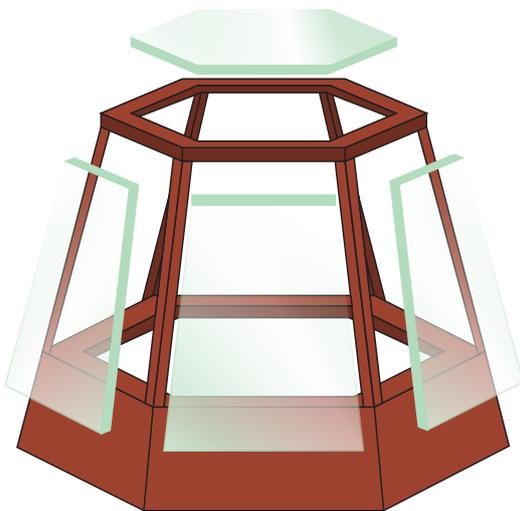
### 4.7.9 Moldura da cabine

A cabine é composta por uma moldura em madeira cercada com placas de vidro ao redor e no topo, havendo incidência de luz solar e potencialize mantendo e aquecendo o ar contido nessa estrutura.

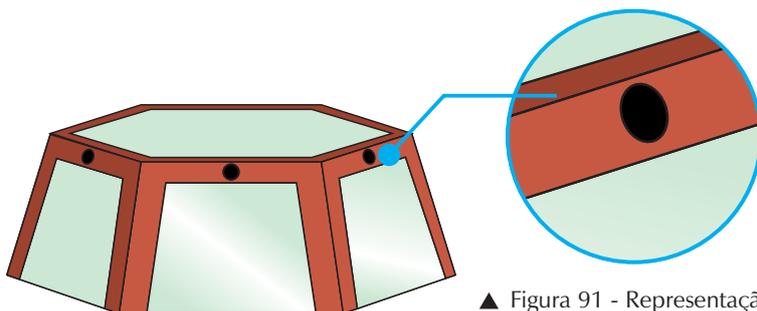


▲ Figura 89 - Representação da cabine e seus visores

A moldura em madeira conta com rebaiços na estrutura que permitem que as placas de vidro sejam parafusadas nessa estrutura para isolar o sistema.



▲ Figura 90 - Representação da montagem dos visores na cabine



▲ Figura 91 - Representação da saída de ar úmido pela cabine

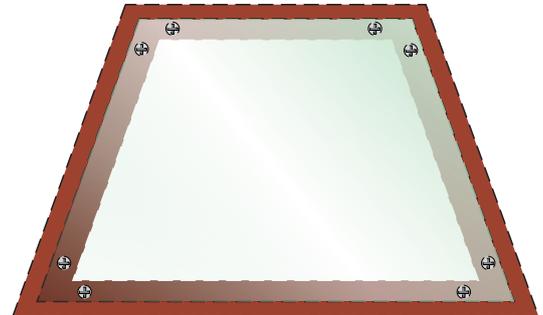
A estrutura da cabine possui abertura na parte superior para que o ar úmido e quente possa sair para o ambiente e assim não haja reidratação para as frutas.

### 4.7.10 Tampa

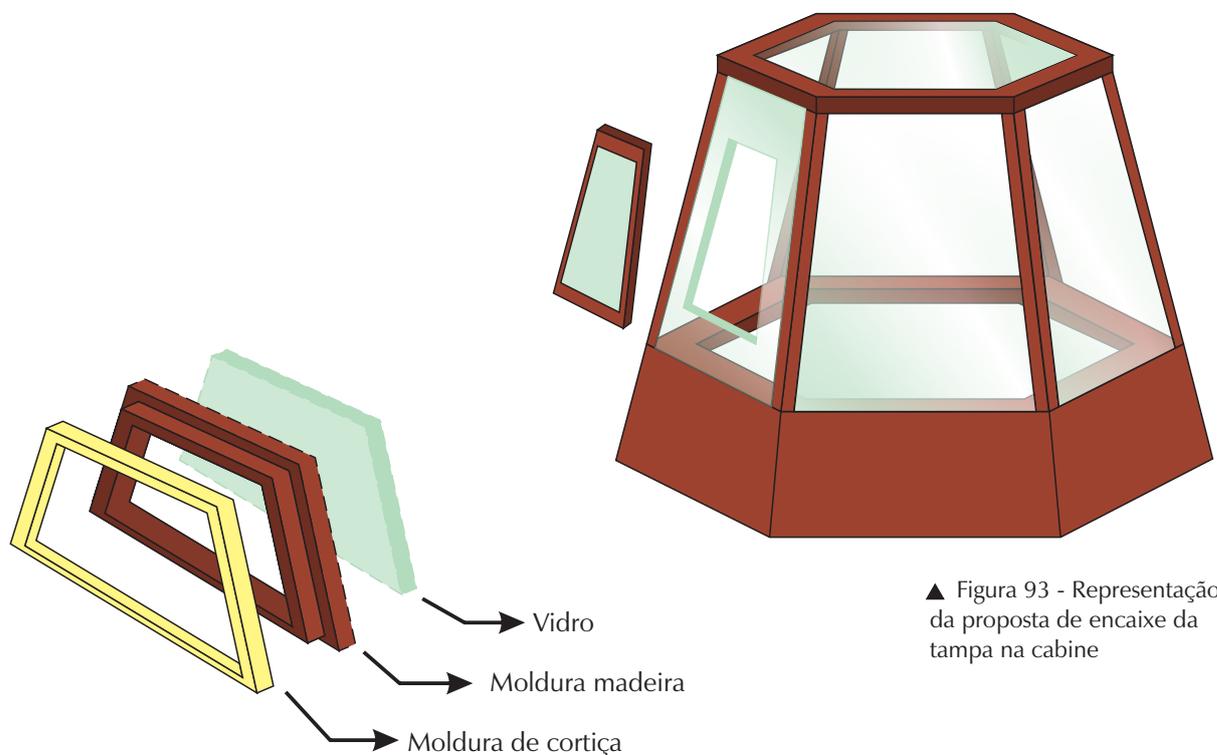
A tampa tem a função de permitir o acesso das mãos do usuário do usuário no interior da cabine para o manejo das bandejas e inserção e retirada das frutas. Sendo necessário apenas uma abertura de acesso a cabine, pois as bandejas se encontram em uma estrutura giratória que permite ao usuário manejar todas as bandejas a partir de uma única porta de acesso

Esta tampa é constituída de uma moldura de madeira com rebaxos para a acomodação das placas de vidro que por sua vez são parafusadas nesta moldura.

Para isolar o sistema esta tampa possui uma moldura interna em cortiça própria para vedar a abertura através da aderência com o vidro.



▲ Figura 92 - Tampa de madeira e vidro estruturada por parafusos.

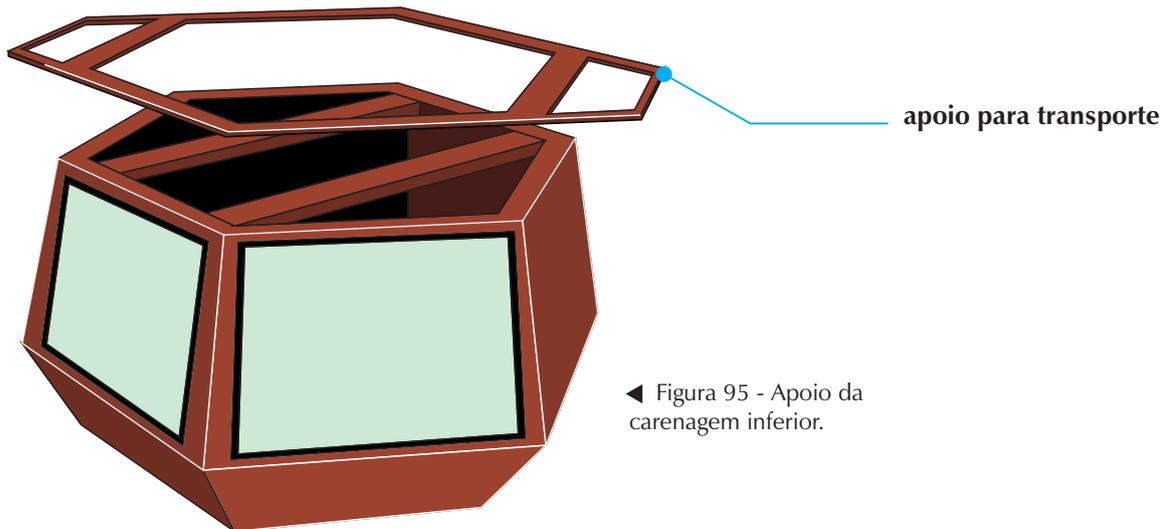


▲ Figura 93 - Representação da proposta de encaixe da tampa na cabine

▲ Figura 94 - Materiais que compõem a tampa: madeira, vidro e cortiça.

#### 4.7.11 Transporte da carenagem inferior

Essa estrutura bem como a cabine será transportada pelo usuário sendo preciso o auxílio de apoios como mostra a figura 84. Esse apoio consiste em um anel hexagonal com pega em 2 dos seus 6 lados, próprias para a execução do manejo por duas pessoas simultaneamente.

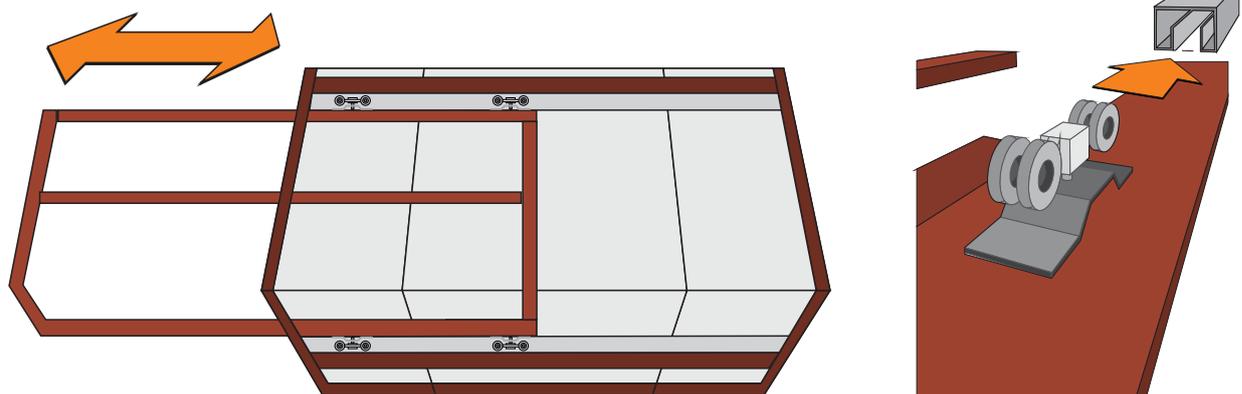


◀ Figura 95 - Apoio da carenagem inferior.

#### 4.7.12 Compartimento GLP

Seguindo a forma de uma das laterais da carenagem, o compartimento pode ser retirado e reposto para que o usuário possa ter acesso aos componentes do sistema GLP (botijão, bateria e fogareiro) e efetuar as atividades desejadas a exemplo de manutenção e/ou troca destes mesmos componentes.

O deslocamento (entrada e saída) deste compartimento acontece por meio de trilhos na parte superior e inferior fazendo com que este deslize facilmente.



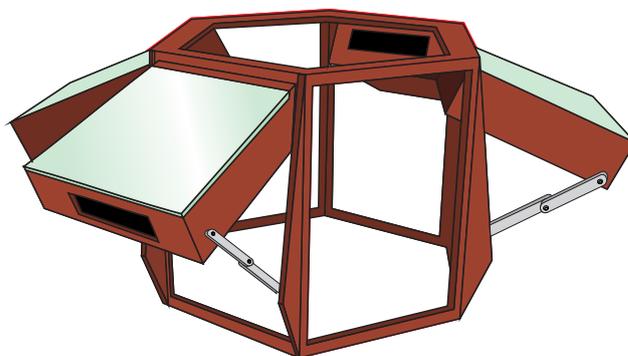
▲ Figura 96 - Representação da movimentação do compartimento GLP

### 4.7.13 Coletores solares

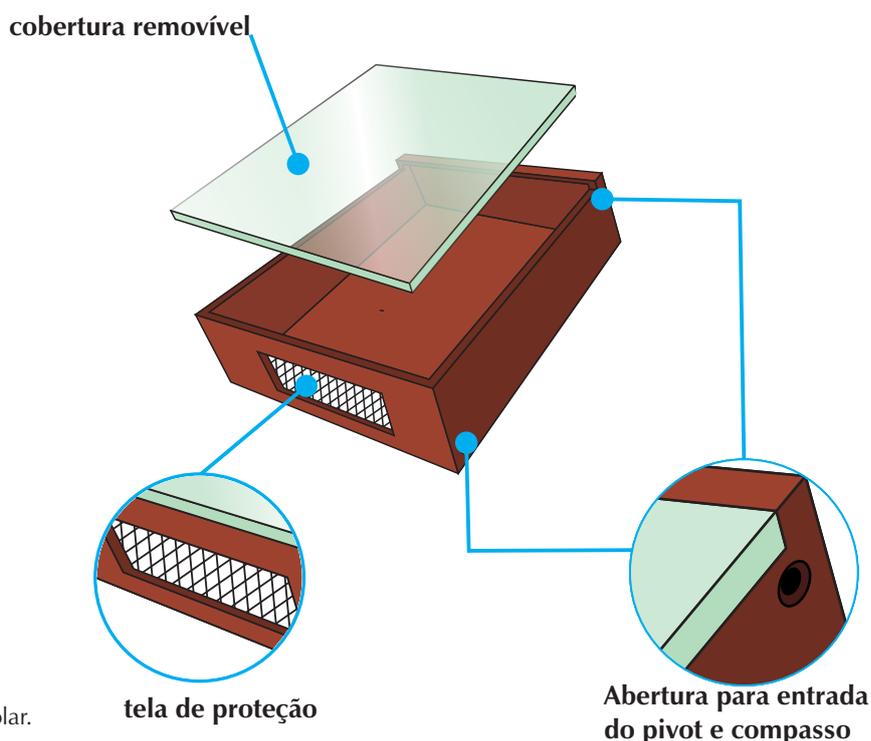
Os coletores solares são as estruturas responsáveis pela captação de calor e entrada de ar quente no sistema realizando uma tarefa essencial ao processo referente ao superaquecimento do ar seguido do direcionamento deste ar para a cabine.

Trata-se de um container de madeira com uma cobertura de vidro parcialmente isolado possuindo duas aberturas, uma de entrada (maior) e uma de saída (menor). Os coletores são devidamente fixados na carenagem por meio de abas laterais que o prendem por um eixo de rotação e pela dobradiça que o erguerá na posição de 23°C (figura 97).

A entrada de ar dos coletores possui uma tela de proteção responsável por reter a umidade do ar melhorando sua qualidade para entrada no sistema (ar seco). A cobertura de vidro do coletor pode ser removida, uma vez que esta seja fixada ao coletor por meio do uso de velcro permitindo que haja uma manutenção adequada na parte interna do coletor (figura 98).



▲ Figura 97- Coletores estruturados por meios de abas.



► Figura 98- Coletor solar.

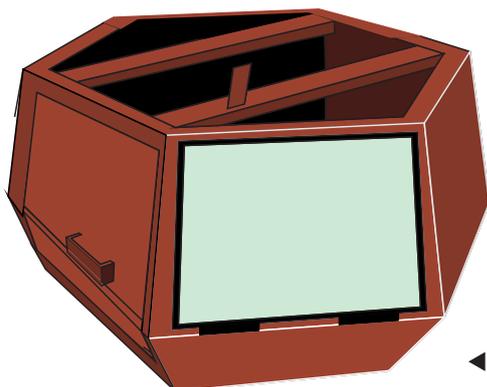
## 4.8 Concepção ergonômica

As medidas determinadas para o produto foram referenciadas pelas análises de pega e antropometria, onde foram adotadas as médias do homem 5% e da mulher 50%. Pela média apresentada optou-se por uma altura total de 1,70m com uma altura útil de até 1,50m visando o alcance confortável pelo usuário. O equipamento apresenta alguns tipos diferentes de pegas de acordo com a tarefa a ser realizada:

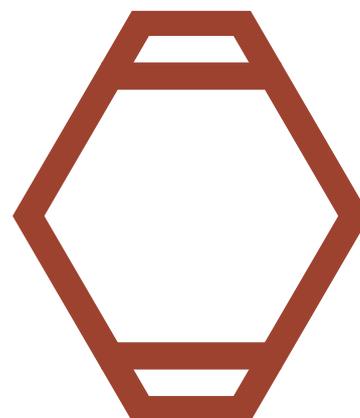
Tarefa	Tipo de pega
Transporte da cabine e/ou carenagem inferior	Empunhadura
Levantamento dos coletores solares	Intermediária
Abertura/fechamento do compartimento GLP	Empunhadura

Os apoios para transporte da cabine e carenagem inferior é uma extensão do anel hexagonal, onde se aproveita da forma para gerar essa pega deixando para o usuário uma grande margem de apoio para a execução da tarefa. O levantamento dos coletores acontece por meio de duas entradas próprias para as mãos diretamente na carenagem inferior, com 11cm de largura e 6 cm de altura cada para posicionar bem as mãos dos usuários.

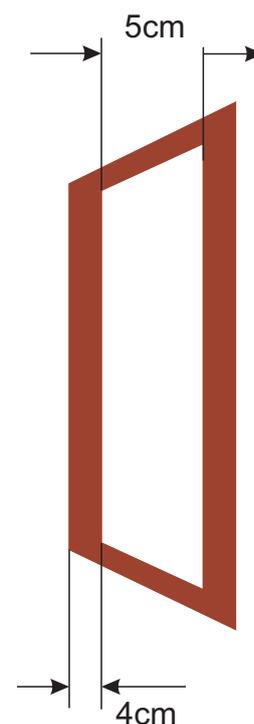
A medição da pega do compartimento GLP é vinculada ao tipo de puxador a ser adotado para esta estrutura, uma vez que este puxador seja componente pré-fabricado.



◀ Figura 101- Carenagem inferior



▲ Figura 99- Estrutura de apoio para a cabine e para a carenagem inferior.



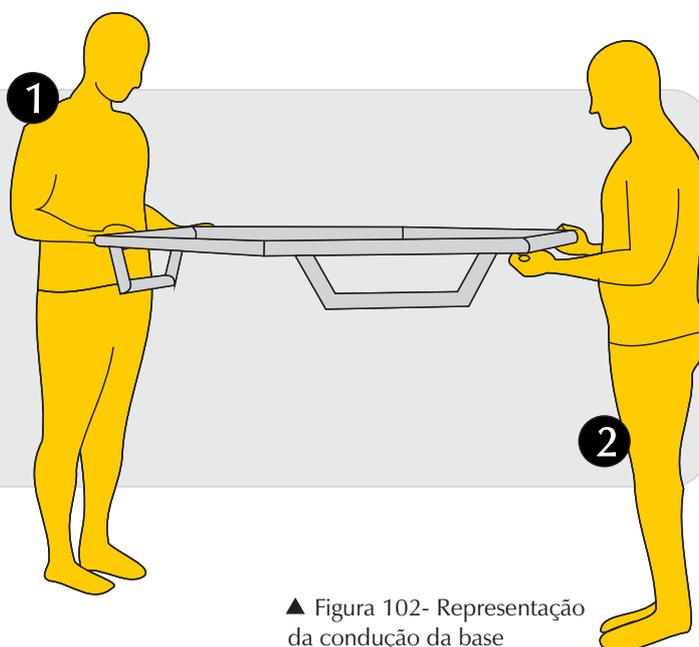
▲ Figura 100- Dimensionamento da pega de apoio para transporte.

### 4.8.1 Concepção de uso

A partir da concepção estrutural e funcional se pode descrever as etapas de uso do equipamento destacando suas posturas, pegas e manejos visando também a adequação das medidas a serem definidas para o produto quanto ao usuário masculino 5% e feminino 50%. Deve-se constar que tais atividades serão realizadas, geralmente, apenas duas vezes ao dia, uma vez pela manhã (início do processo) e outra no fim da tarde (fim do processo).

#### Posicionar a base em local plano

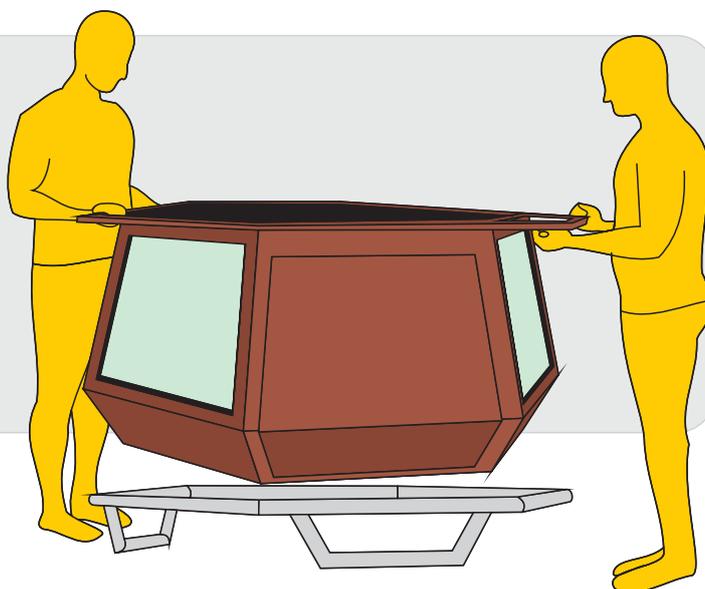
**Ação:** Suspender/transportar  
**Taxonomia da pega:** Empunhadura  
**Movimento:** Preênsil de força  
**Manejo:** Grosso  
**Desenho do manejo:** Geométrico  
**Controle:** Não há  
**Fadiga:** Não há



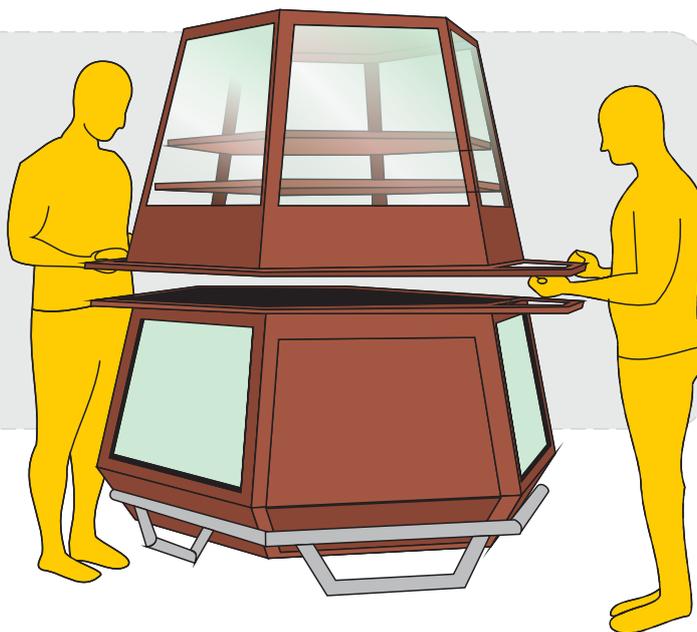
▲ Figura 102- Representação da condução da base

#### Posicionar a carenagem inferior em local sobre a base

**Ação:** Suspender/transportar/encaixar  
**Taxonomia da pega:** Empunhadura  
**Movimento:** Preênsil de força  
**Manejo:** Grosso  
**Desenho do manejo:** Geométrico  
**Controle:** Não há  
**Fadiga:** Não há



▲ Figura 103- Representação do posicionamento da carenagem

**Posicionar a cabine sobre a carenagem inferior****Ação:** Suspender/transportar/encaixar**Taxonomia da pega:** Empunhadura**Movimento:** Preênsil de força**Manejo:** Grosso**Desenho do manejo:** Geométrico**Controle:** Não há**Fadiga:** Não há

▲ Figura 104- Representação do posicionamento da cabine sobre a carenagem

**Retirar tampa da cabine****Ação:** Puxar/empurrar**Taxonomia da pega:** intermediária**Movimento:** Preênsil de força**Manejo:** Grosso**Desenho do manejo:** Geométrico**Controle:** Não há**Fadiga:** Não há

▲ Figura 105- Representação da remoção da tampa da cabine

**Inserir/retirar frutas sobre as bandejas**

**Ação:** Sobrepor/soltar

**Taxonomia da pega:** pega de pinça

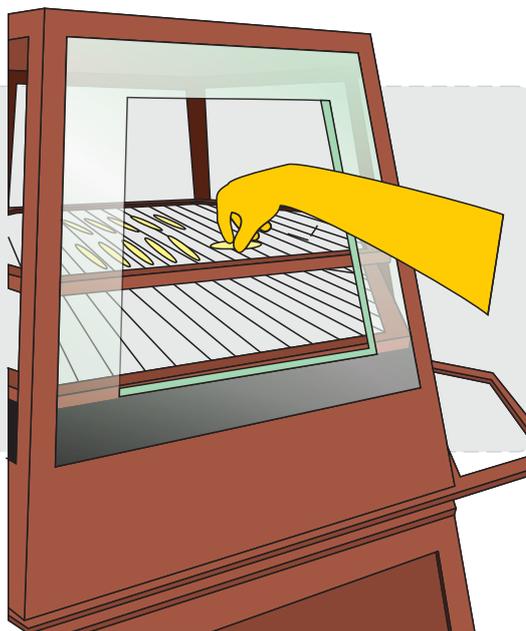
**Movimento:** Preênsil de precisão

**Manejo:** fino

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



▲ Figura 106- Representação da inserção de frutas nas bandejas

**Rotacionar suporte das bandejas**

**Ação:** Segurar/empurrar

**Taxonomia da pega:** pega concreta

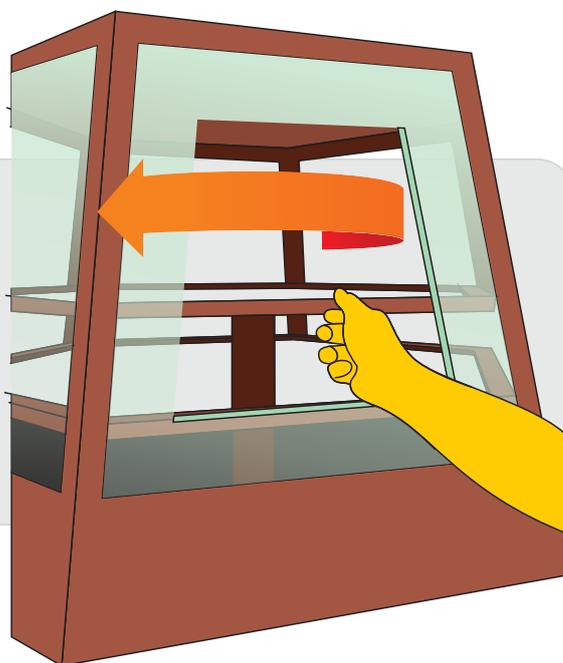
**Movimento:** Preênsil de força e precisão

**Manejo:** grosseiro

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



▲ Figura 107- Representação da rotação dos suportes das bandejas

**Erguer/ abaixar o coletor solar**

**Ação:** Sobrepor/soltar

**Taxonomia da pega:** empunhadura

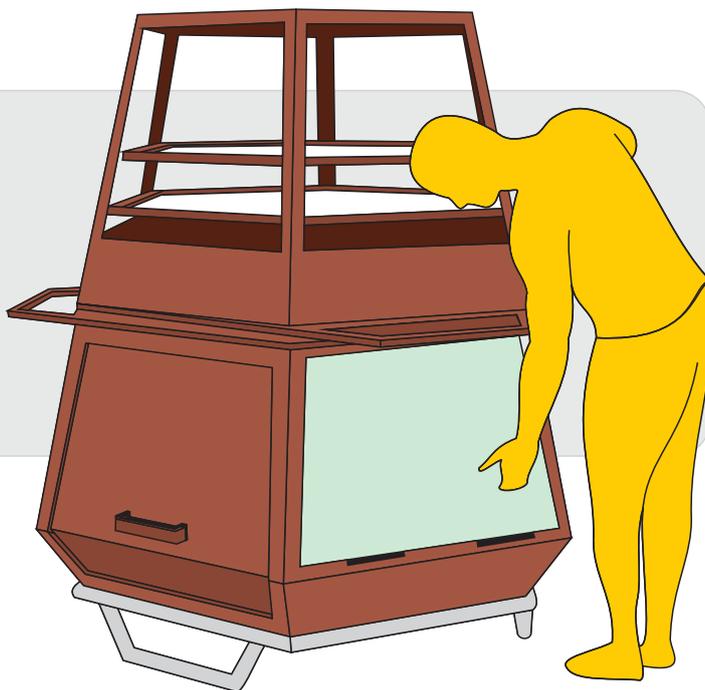
**Movimento:** Preênsil de força

**Manejo:** grosseiro

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



▲ Figura 108- Representação do arqueamento dos coletores

**Abrir/fechar compartimento GLP**

**Ação:** puxar/empurrar

**Taxonomia da pega:** empunhadura

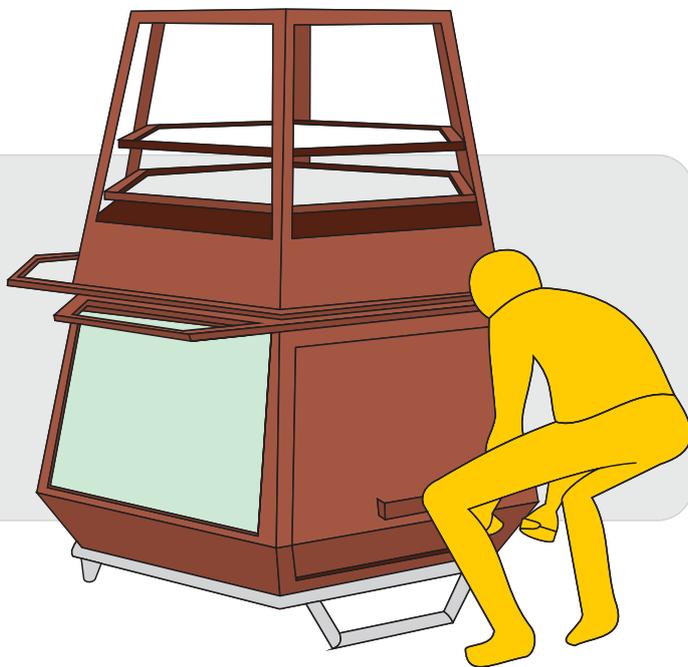
**Movimento:** Preênsil de força

**Manejo:** grosseiro

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Não há

**Fadiga:** Não há



▲ Figura 109- Representação do movimento e postura necessário para acessar o compartimento GLP.

**Abrir/fechar válvula da chama piloto**

**Ação:** girar

**Taxonomia da pega:** pinça

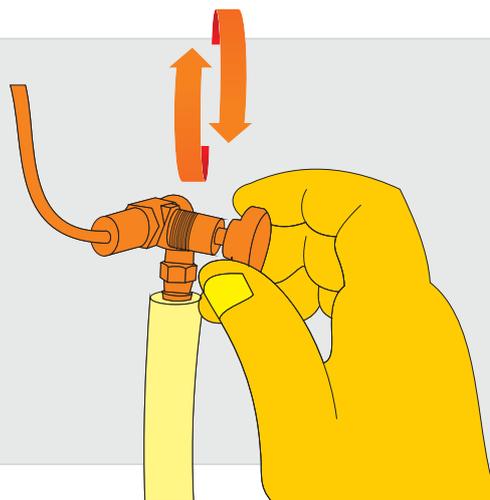
**Movimento:** Preênsil de precisão

**Manejo:** fino

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Há. É preciso que a válvula abra o mínimo possível o suficiente para gerar uma pequena chama.

**Fadiga:** Não há



▲ Figura 110- Representação da regulagem da chama piloto

**Abrir/fechar válvula do botijão de gás**

**Ação:** girar

**Taxonomia da pega:** pinça

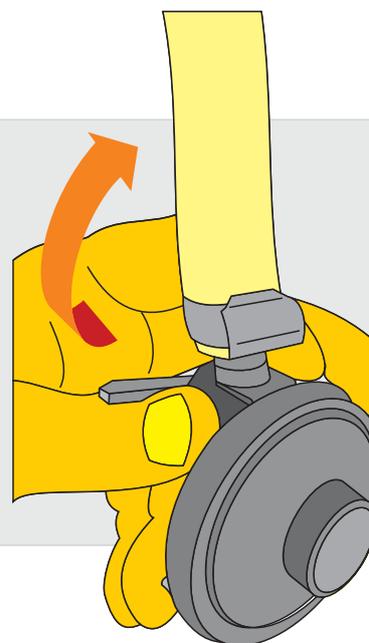
**Movimento:** Preênsil de precisão

**Manejo:** fino

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Há. A válvula gira em um ângulo de 90° para liberar o gás.

**Fadiga:** Não há



▲ Figura 111- Representação do acionamento da válvula do botijão de gás

**Acender a chama piloto**

**Ação:** Encostar

**Taxonomia da pega:** pinça

**Movimento:** Preênsil de precisão

**Manejo:** fino

**Desenho do manejo:** Geométrico

**Controle:** Há. É preciso aproximar a chama do fósforo próximo o tubo da chama piloto.

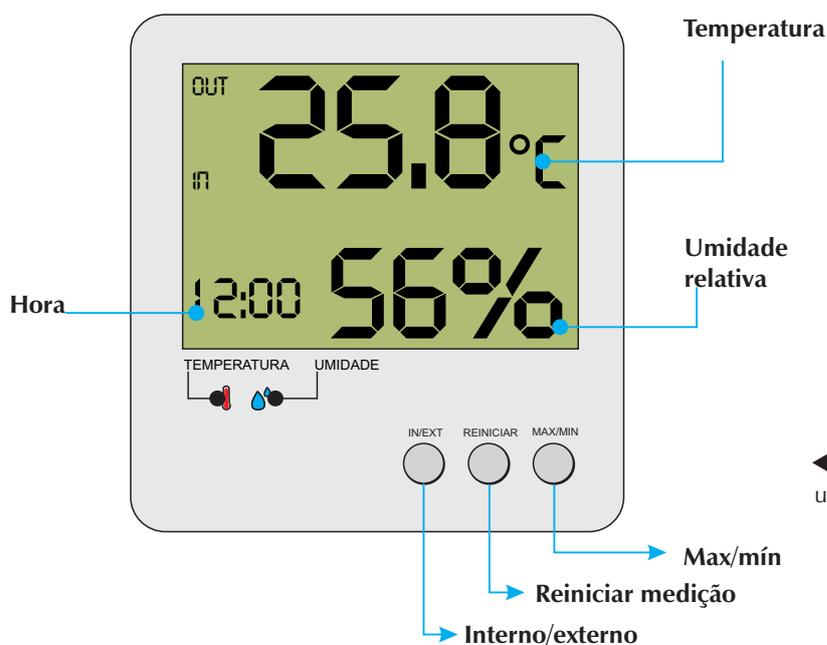
**Fadiga:** Não há



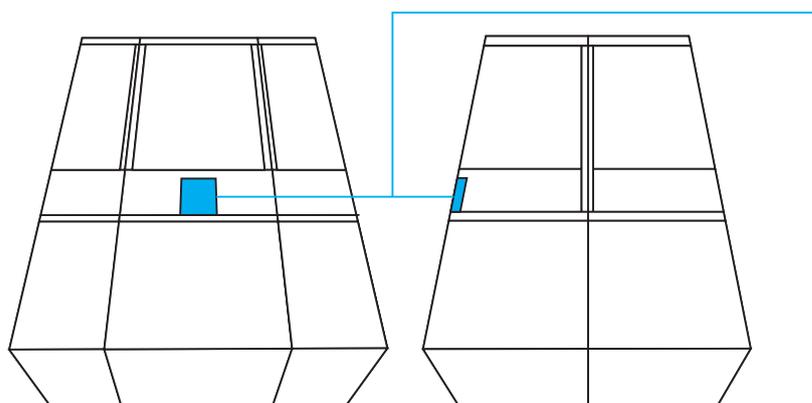
▲ Figura 112- Representação do acionamento da chama piloto

## 4.8.2 Sistema de informação

As informações visuais no desidratador são encontradas de duas formas: Uma por meio de um aparelho denominado higrômetro, e outra pelo uso de cores nos locais de entrada e saída de ar. O primeiro é responsável por medir a temperatura e umidade externa e interna do produto bem como também exibe a hora dessas medições. É através deste sistema que se poderá saber a condição adequada para utilizar a fonte de energia primária (solar) ou a fonte de energia secundária (GLP). Ao identificar uma temperatura igual ou menor que 45°C, este sensor envia um sinal para a válvula solenoide que permitirá a saída do gás para o fogareiro.



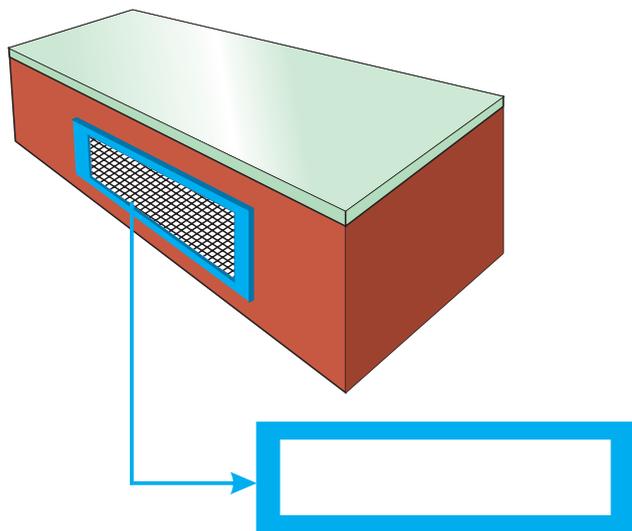
◀ Figura 113- Medidor de umidade e temperatura.



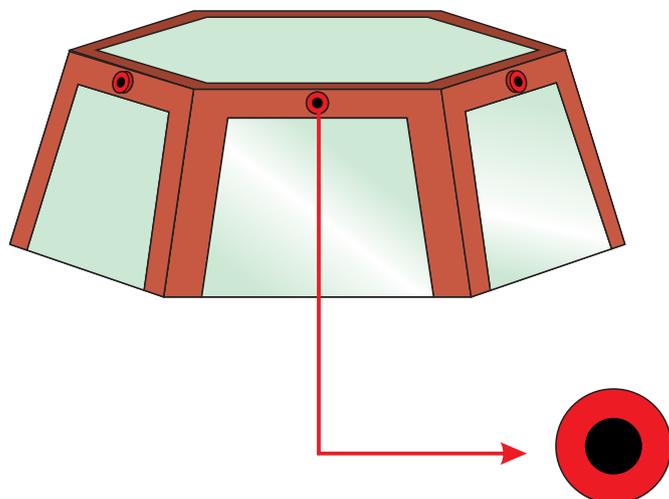
**Posição:** o sensor está posicionado e inserido na base da cabine, de modo que este se encontre inclinado acompanhando a forma do corpo do equipamento e permitindo uma visualização mais confortável para o usuário.

▲ Figura 114- Posição do sensor de temperatura

O uso das cores consiste na identificação dos setores de entrada e saída de ar, demonstrando as regiões com ar quente e seco, na frente do coletor solar e ar quente e úmido no topo da cabine.



◀ Figura 115- Moldura retangular indicando a entrada de ar quente.



◀ Figura 116- Moldura circular indicando a saída de ar quente e úmido.

## 4.9 Estudo de cor

Por ser um equipamento exposto a intempéries e demandar resistência a tais efeitos, optamos por um tratamento superficial externo para potencializar a proteção do produto além das qualidades próprias do MDF ultra.

As possibilidades cromáticas foram pré-determinadas através do revestimento a ser utilizado no equipamento, pois este tipo de tratamento superficial oferece, além da transparência, uma paleta de cores com tonalidades de tipos de madeira, sendo elas, canela, cedro, imbuia, nogueira, mogno, ipê e castanheira (figura 116)

Dando preferência aos tons mais diferenciados, foram selecionados os tons canela, cedro, imbuia e nogueira para compor o quadro de estudo.

Sendo aplicada apenas externamente pelo fator proteção, a combinação das cores ocorreu de forma a valorizar a estética do produto, onde foram desenvolvidos alguns grupos com configurações diferentes (figura 117).



◀ Figura 116 - Paleta de tons de madeira oferecida pelo revestimento no tratamento superficial.

## Grupo 1 - Revestimento cromático



## Grupo 2 - Revestimento transparente + cromático



## Grupo 3 - Revestimento transparente + cromático



## Grupo 4 - Revestimento transparente + cromático



Pela configuração apresentada e pela valorização das partes através da aplicação do revestimento fora escolhido o grupo 2 devido, sua combinação permitir que as cores indiquem intuitivamente as partes do equipamento que interagem com o usuário.

▲ Figura 117 - Comparação dos estudos de cores aplicados no equipamento.

## 4.10 Memorial da solução

Com formato geometrizado, o produto trabalha com formas hexagonais através da simetria radial é dotado de verticalidade, primando pela estabilidade de sua base, uma vez que este será utilizado em meio rural e exposto à intempéries.

O equipamento é composto por três partes (figura 118):

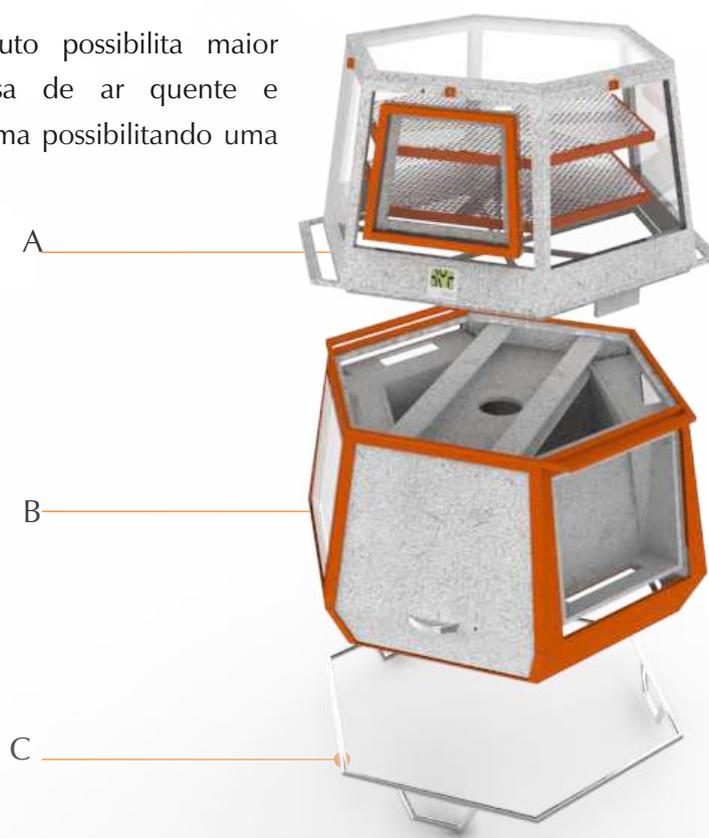
- Cabine (A)
- Carenagem inferior (B)
- Base (C)

O produto proporciona ao usuário o manuseio de suas partes de maneira mais acessível e confortável. As atividades desempenhadas pelo operador serão mínimas, sendo realizadas uma ou duas vezes ao longo do dia.

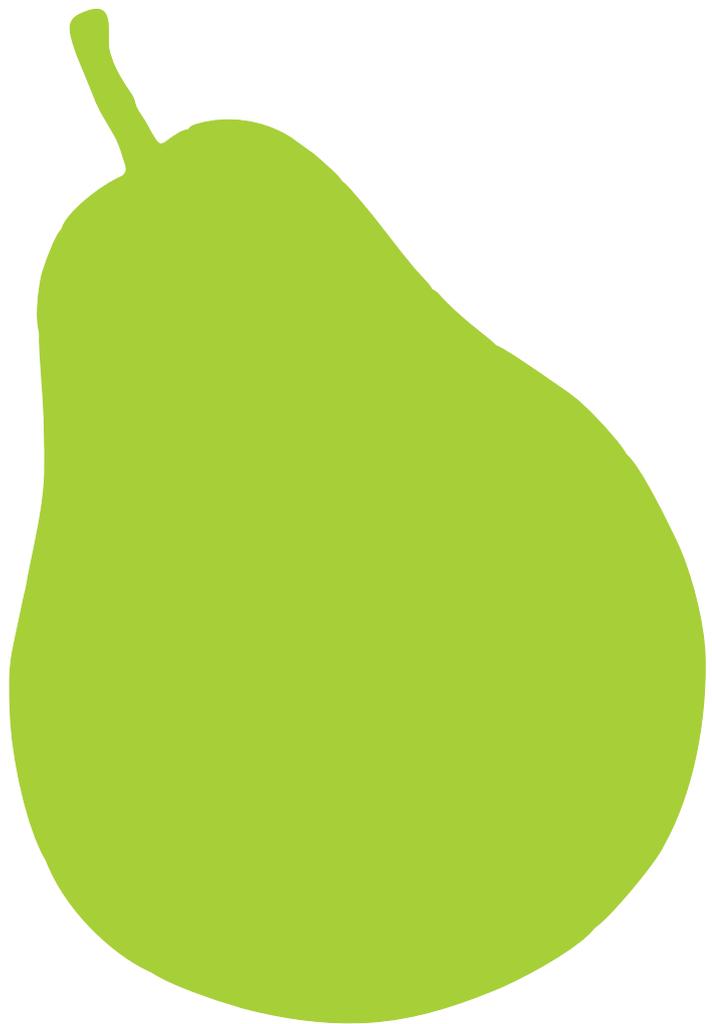
A cabine (A) acomoda bandejas rotatórias que permitem ao usuário manuseá-las por um único acesso sem que seja necessário se mover. A carenagem inferior acomoda os coletores e o sistema glp, responsável pelo aquecimento do sistema.

Dotado de quatro coletores, o produto possibilita maior captação de sol gerando mais massa de ar quente e consequentemente mais energia ao sistema possibilitando uma desidratação mais eficiente.

▼ Figura 118 - Partes principais do equipamento



# Detalhamento Técnico



5

Desidratador  
**Híbrido**

## 5 Detalhamento técnico

Nesta fase foi detalhado o projeto do equipamento – desidratador solar - de modo a viabilizá-lo através de especificações técnicas dos implementos, partes e componentes, bem como os materiais utilizados, processos de fabricação e montagem.

Boa parte dos sistemas foram definidos previamente nas etapas anteriores, no entanto durante o processo de detalhamento alguns itens e/ou soluções podem ser modificados e/ou refinados para compatibilizar sua viabilidade.

### 5.1 Rendering do produto



▲ Figura 119 - Rendering do produto em varias posições

## 5.2 Perspectiva explodida

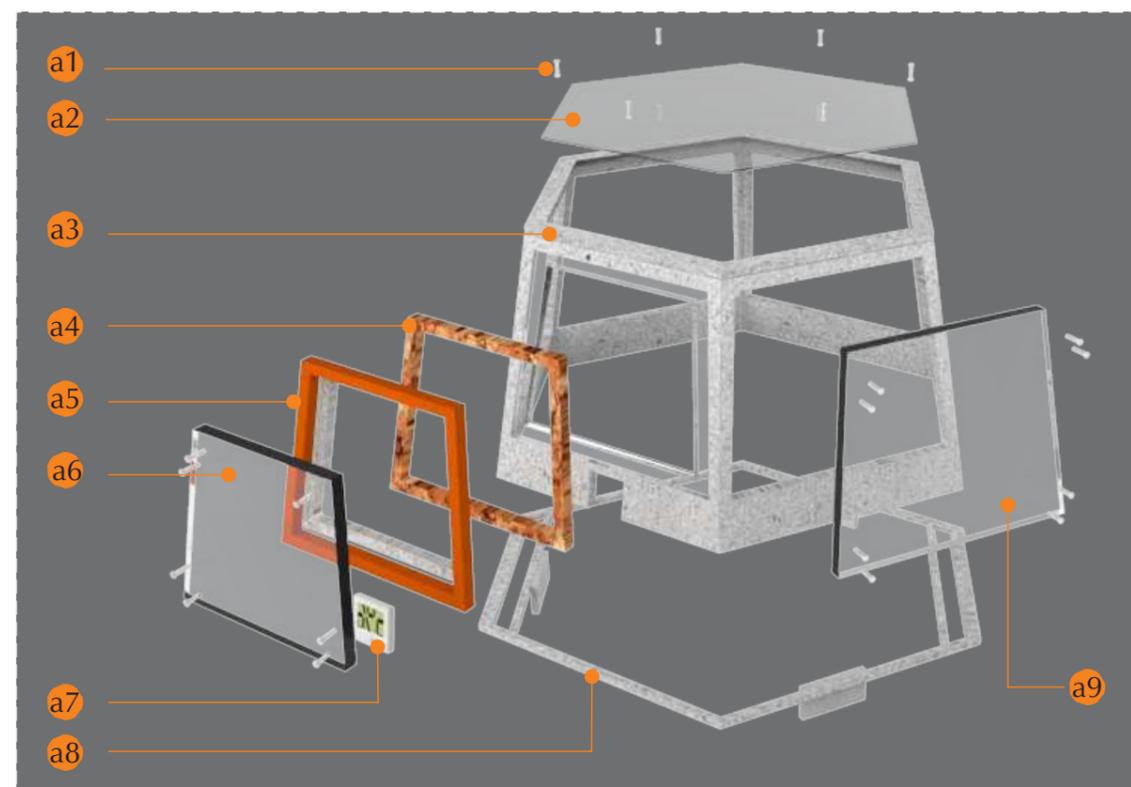


◀ Figura 120 - Perspectiva explodida das Partes principais do equipamento

5.2.1 Cabine e especificações das peças

a1	Parafuso sextavado com porca	Unir/fixar a cobertura na caretagem da cabine, visor da tampa na moldura da tampa e os visores da cabine na caretagem da cabine	Aço	-----	Próprio	48
a2	Cobertura	Permitir passagem de luz na parte superior da cabine	Vidro	Corte	Liso e polido	1
a3	Caretagem da cabine	Acomodar/ proteger as bandejas e seu suporte. Promover a contenção do calor.	Mdf ultra	Corte/Colagem	Levemente texturizado e fosco	1
a4	Moldura de cortiça	Permitir que a tampa feche e isole o sistema da cabine.	Cortiça	Corte	Texturizado e fosco	1
a5	Moldura da tampa	Acomodar/estruturar o visor e a moldura de cortiça.	Mdf ultra	Corte	Levemente texturizado e fosco	1
a6	Visor da tampa	Permitir entrada de luz e a visualização do interior da cabine.	Vidro	Corte	Liso e polido	1
a7	Higrômetro	Medir temperatura e umidade interna e externa do equipamento. Enviar sinal para a válvula solenóide	-----	-----	-----	1
a8	Apoio da cabine	Permitir/auxiliar o deslocamento da cabine	Mdf ultra	Corte	Levemente texturizado e fosco	1
a9	Visor da cabine	Permitir a entrada de luz nas laterais da cabine e a visualização do interior desta	Vidro	Corte	Liso e polido	5
<b>Item</b>	<b>Denominação</b>	<b>Função</b>	<b>Material</b>	<b>Processo de fabricação</b>	<b>Acabamento</b>	<b>Qntd.</b>

▲ Tabela 08 - Especificações dos componentes e implementos da cabine.

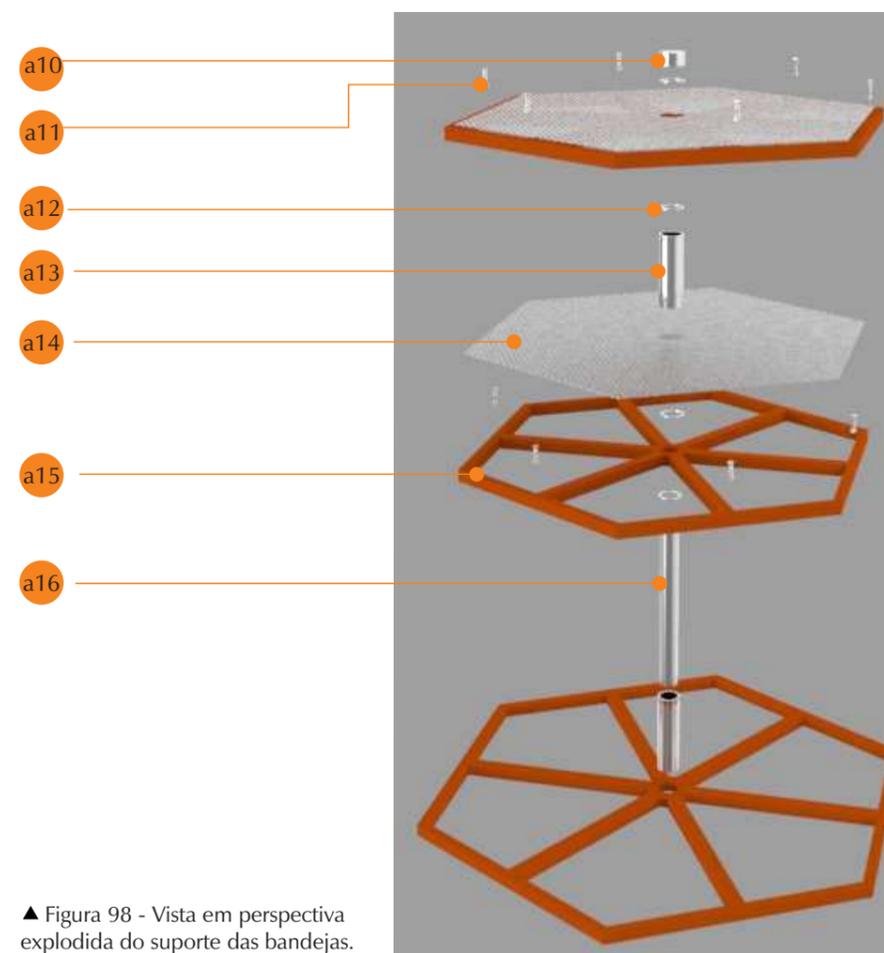


▲ Figura 97 - Perspectiva explodida da cabine.

5.2.2 Suporte das bandejas e especificações das peças

a10	Tampa do eixo	Impedir a saída do suporte de bandeja. Fechar o eixo central.	Aço inox	-----	Liso e polido	1
a11	Parafuso sextavado com porca	Unir/fixar os eixos de madeira nas molduras de madeira do suporte de bandeja	Aço	-----	Próprio	18
a12	Arruela	Promover a rotação do suporte das bandejas.	Aço	-----	Próprio	4
a13	Eixo central (tubo 2")	Atribuir a distancia entre os suportes das bandejas. Acomodar o eixo interno.	Aço inox	-----	Próprio	2
a14	Bandejas	Acomodar as fatias das frutas. Permitir a livre passagem de ar quente.	Aço inox	Corte	Próprio	12
a15	Suporte das bandejas	Estruturar as bandejas.	Mdf ultra	Corte	Levemente texturizado e fosco	2
a16	Eixo interno (tubo 1 1/2")	Permitir a rotação dos suportes de bandejas juntamente com o eixo central e arruelas	Aço inox	-----	Próprio	1
<b>Item</b>	<b>Denominação</b>	<b>Função</b>	<b>Material</b>	<b>Processo de fabricação</b>	<b>Acabamento</b>	<b>Qntd.</b>

▲ Tabela 09 - Especificações dos componentes e implementos do suporte de bandeja.

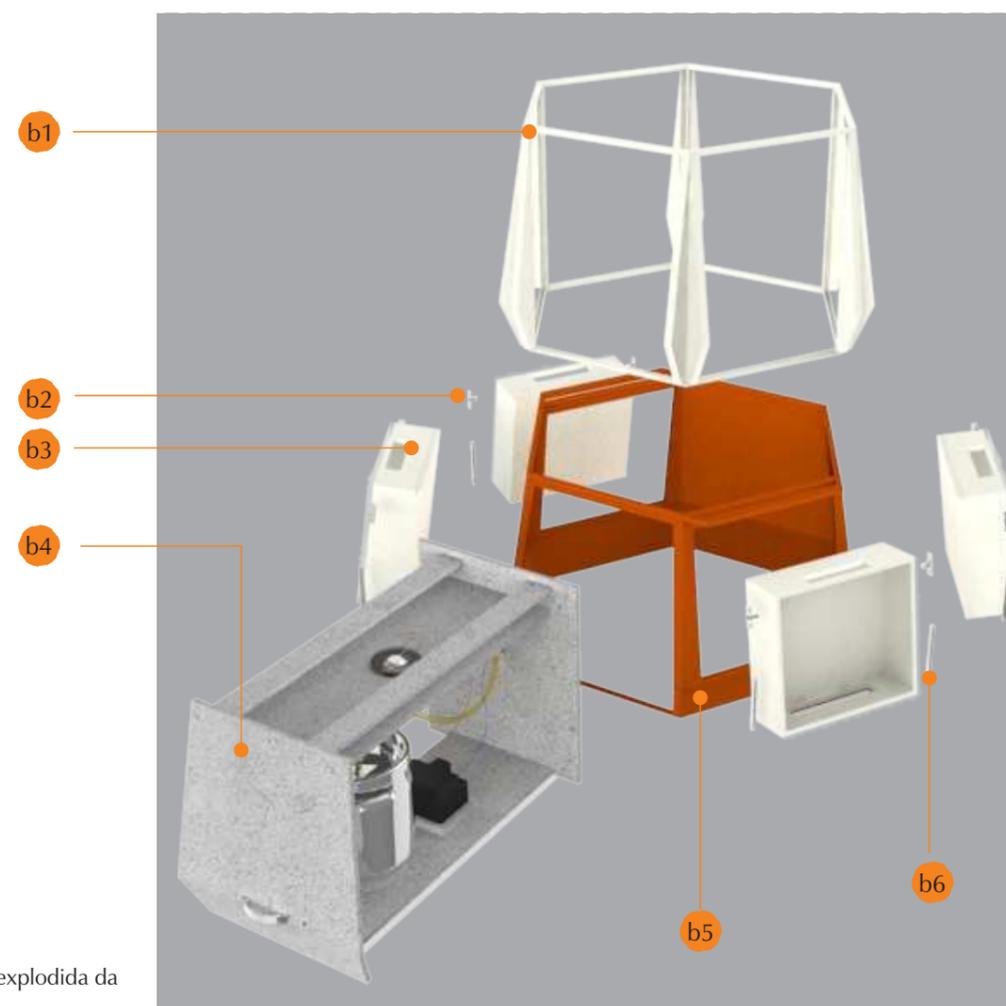


▲ Figura 98 - Vista em perspectiva explodida do suporte das bandejas.

5.2.3 Carenagem inferior e especificações das peças

b1	Armação interna	Estruturar a carenagem interna. Suportar os coletores.	Mdf ultra	Corte/ colagem	texturizado brilhoso	1
b2	Pivot (dobradiça)	Auxiliar na rotação do coletor solar juntamente com o compasso.	Aço	-----	Próprio	8
b3	coletor solar	Permitir a entrada de ar. Aquecer o ar. Conduzir a massa de ar quente até a cabine	Mdf ultra/ vidro/ alumínio	Corte/ colagem/Contato	texturizado/polido brilhoso	4
b4	Compartimento GLP	Acomodar e proteger o sistema GLP (botijão 13kg, bateria 12v, fogareiro).	Mdf ultra	Corte/ colagem	texturizado brilhoso	1
b5	Carenagem	Proteger/ acomodar os coletores solares e compartimento GLP.	Mdf ultra	Corte/ colagem	texturizado brilhoso	1
b6	Compasso (dobradiça)	Auxiliar na rotação do coletor solar juntamente com o pivot	Aço	-----	Próprio	8
<b>Item</b>	<b>Denominação</b>	<b>Função</b>	<b>Material</b>	<b>Processo de fabricação</b>	<b>Acabamento</b>	<b>Qntd.</b>

▲ Tabela 10 - Especificações dos componentes e implementos da carenagem inferior.

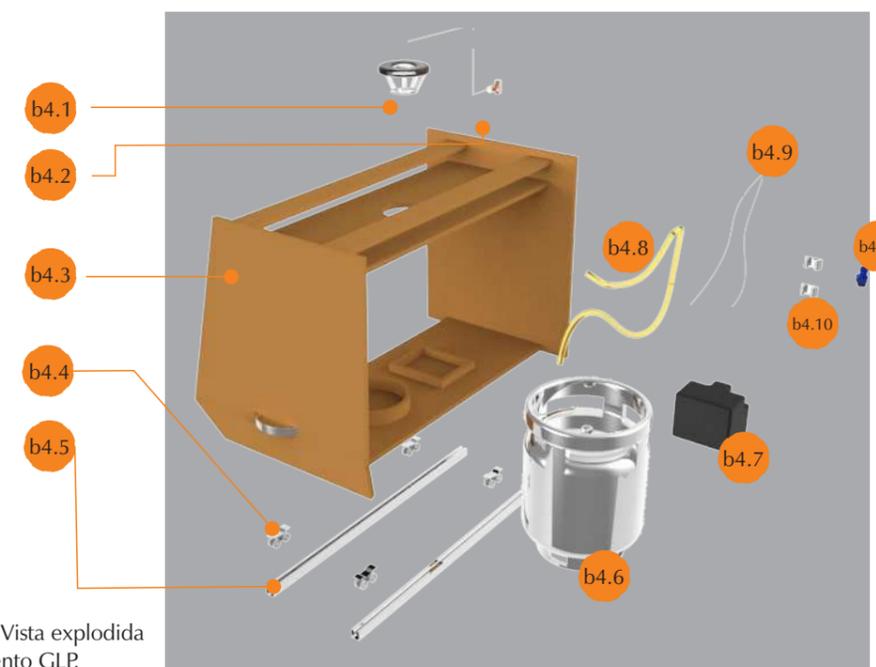


► Figura 99 - Vista explodida da carenagem inferior.

5.2.4 Compartimento GLP e especificações das peças

b4.1	Fogareiro	Direcionar energia térmica para o interior da cabine através de chama forte	Aço esmaltado	-----	Liso e polido	48
b4.2	Chama piloto	Promover a combustão do gás liberado.	cobre	-----	Próprio	1
b4.3	Compartimento	Acomodar/ proteger o sistema GLP	Mdf ultra	Corte/Colagem	Levemente texturizado/ brilhoso	1
b4.4	Roldana	Permitir o deslizamento do compartimento sobre o trilho	Polímero	-----	Próprio	1
b4.5	trilho	Guiar as roldanas para abertura e fechamento do compartimento.	Alumínio	-----	Metálico brilhoso	1
b4.6	botijão de gás	Armazenar e fornecer o gás ao sistema.	-----	-----	Metálico texturizado	1
b4.7	bateria 12v	Fornecer energia elétrica para a Válvula Solenoide/ Conectar o sistema digital com a Valvula Solenoide	-----	-----	Fosco texturizado	1
b4.8	Tubulação	Conduzir o gás do botijão até o fogareiro.	Polímero	-----	Liso translucido	1
b4.9	fios condutores	Permitir Passagem de energia entre sistema digital, bateria e valvula solenoide.	Cobre/ borracha	-----	Fosco	5
b4.10	Presilhas	Fixar/prender a valvula solenoide e chama piloto	Alumínio	-----	metálico brilhoso	1
b4.11	Valvula solenóide	Controlar a saída do gás glp	-----	-----	acetinado	5
<b>Item</b>	<b>Denominação</b>	<b>Função</b>	<b>Material</b>	<b>Processo de fabricação</b>	<b>Acabamento</b>	<b>Qntd.</b>

▲ Tabela 11 - Especificações dos componentes e implementos do compartimento GLP.



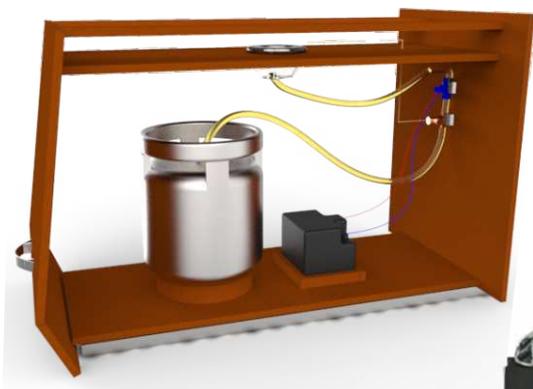
▼ Figura 100 - Vista explodida do compartimento GLP.

## 5.3 Sistemas funcionais

### 5.3.1 Compartimento GLP

Os itens que compõem este sistema são: o fogareiro (figura 125), o botijão (figura 121), a bateria, a válvula solenoide (figura 126), a chama piloto, os trilhos (figura 122), as e as roldanas (figura 124). Este subsistema é predominantemente constituído de mdf ultra, dotado de um puxador para auxiliar no seu manejo, prendedores para fixar a válvula solenoide e a chama piloto, áreas delimitadas próprias para o encaixe do botijão e da bateria. Para se adequar ao fogareiro, o compartimento detém de uma plataforma com uma abertura circular específica para o encaixe do fogareiro. (figura 121).

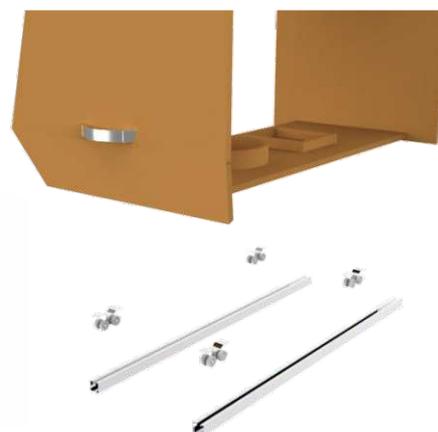
Para efetuar o deslocamento deste compartimento adotou-se um sistema de trilhos 35 x 35 mm com capacidade de suportar até 30 kg. Sobre os trilhos irão correr 4 pares de roldanas fixadas na base do compartimento (figura 122e 124).



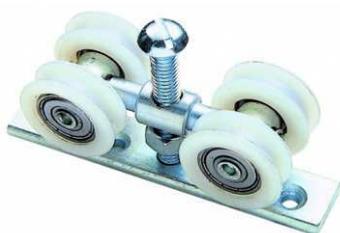
▲ Figura 121 - Layout do compartimento GLP.



▲ Figura 123 - Presilha em alumínio.



▲ Figura 122 - Sistema de deslocamento do compartimento por meio de trilhos.



▲ Figura 124 - Roldana nylon com rolamento para trilho 35x35 mm.



▲ Figura 126 - Válvula solenóide.

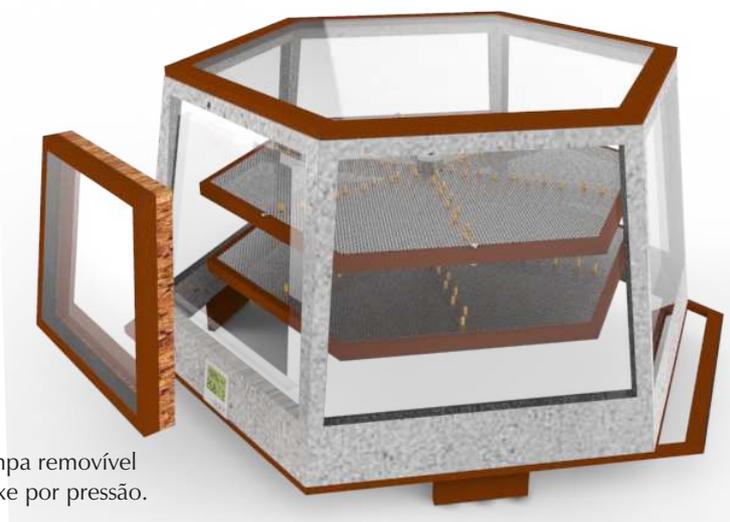


▲ Figura 125 - Fogareiro de uma boca em aço esmaltado.

### 5.3.2 Tampa

A tampa permite o acesso as bandejas. A cabine possui um único local de acesso para as bandejas, sendo esta através de uma tampa confeccionada em madeira, vidro e cortiça (figura 127)

Por meio de uma moldura de cortiça, fixada por encaixe, a tampa se adequa a cabine e um de seus visores de vidro, onde por meio da aderência entre vidro e cortiça obtém-se o isolamento da cabine (figura 128).



► Figura 127 - Tampa removível por meio de encaixe por pressão.



► Figura 128 - Moldura de cortiça se encaixa na moldura em madeira.

### 5.3.3 Coletor solar

O coletor é composto por uma carcaça em mdf ultra, com uma cobertura em vidro anexada a este por meio de uma “moldura” em velcro, fixada por meio de um adesivo de contato a base de água. Este subsistema apresenta ainda um revestimento interno com uma chapa de alumínio para potencializar o processo de aquecimento do ar (figura 131).

O coletor encontra-se estruturado através de uma estrutura interna, onde se dispõe fixado por meio de uma dobradiça pivotante (pivot) e uma dobradiça compasso, sendo estes os responsáveis pelo levantamento do coletor através de um ponto fixo (pivot) (figura 129 e 132).

A abertura para entrada de ar no coletor detém de uma tela de nylon que atuará como uma membrana seletiva reduzindo a umidade do ar e fazendo com que este entre seja mais seco.



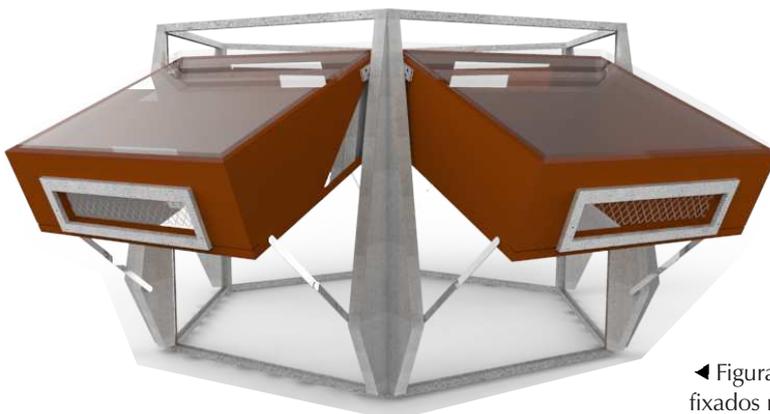
▲ Figura 129 - Jogo de pivot em aço inox.



▲ Figura 130 - Dobradiça compasso articulada com encaixe.



◀ Figura 131 - Vista explodida do coletor: cobertura, folha de alumínio e carcaça.



◀ Figura 132 - Coletores levantados fixados na estrutura interna.

### 5.3.4 Cabine e carenagem inferior

A conexão entre a cabine e a carenagem inferior acontece por meio de batedores presentes na cabine que ao serem sobrepostos sobre a carenagem se encaixam de maneira a impedir o deslizamento da cabine sobre a carenagem (figura 133).



◀ Figura 133 - Posicionamento da cabine sobre a carenagem inferior.

### 5.3.5 Carenagem da cabine

A carenagem da cabine possui rebaixos através de duas molduras com rasgos diferentes que permitem o encaixe dos visores de vidros que serão parafusados por parafusos sextavados com porcas (figura 134).

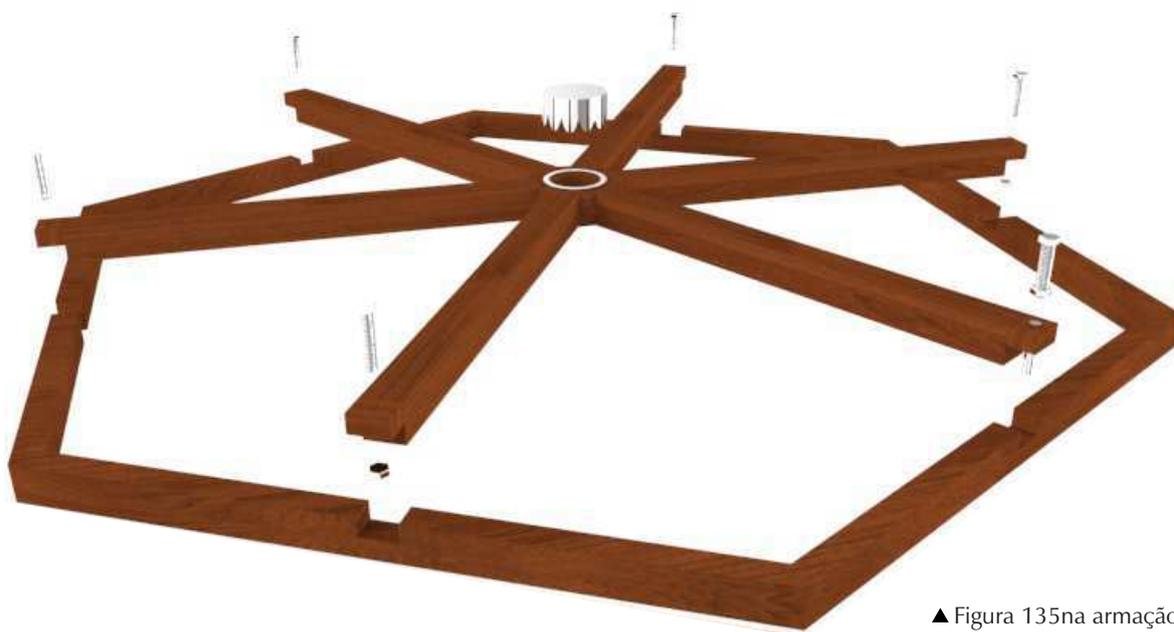


◀ Figura 134 - Carenagem da cabine possui rebaixos para a acomodação dos visores de vidro.

### 5.3.6 Suporte das bandejas

O suporte das bandejas consiste de uma armação hexagonal de madeira estruturada por seis eixos de madeira fixados por encaixe macho e fêmea reforçados com parafusos e porcas (figura 135)

Estes eixos se estruturam através das suas extremidades que possuem cortes em L para se encaixar na armação e no anel central onde passará o eixo central (figura 136).



▲ Figura 135na armação hexagonal.

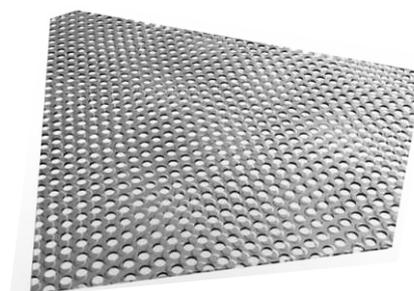


◀ Figura 136 - Corte em L dos eixos que permite o encaixe.

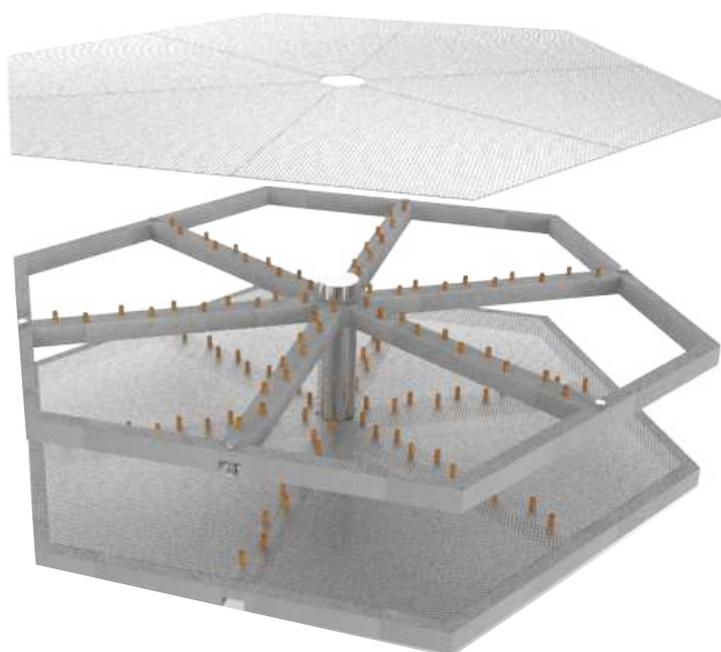
### 5.3.7 Bandejas

As bandejas são telas em aço inoxidáveis cortadas para seguir a forma do seu suporte. Por ser uma tela padronizada em furos, seu encaixe no suporte acontece por meio de pinos de madeira diretamente nos próprios furos da tela, dispensando assim molduras e rebaixos (figura 137).

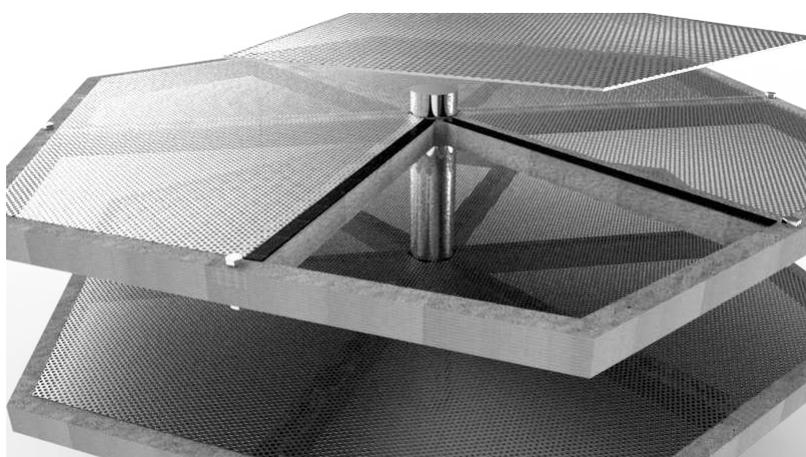
Com uma solução alternativa e mais barata também pode-se anexar as bandejas no seu suporte através de tiras de velcro, dispensando também as molduras e sendo de fácil inserção e retirada (figura 139).



▲ Figura 137 - Modelo de bandeja com furo moeda de 10mm.



◀ Figura 138 - Encaixe das bandejas por meio de pinos inseridos no suporte.



◀ Figura 139 - Encaixe das bandejas por meio de tiras de velcro no suporte.

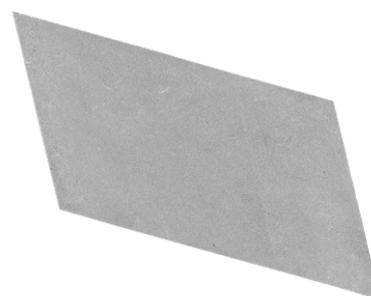
## 5.4 Materiais e revestimentos.

Os materiais e revestimentos adotados no projeto seguem a seguir com suas propriedades naturais e suas atuações no equipamento.

### MDF ultra

**Propriedade:** resistente a umidade, cupins, bactérias e é comumente disponível no padrão branco ártico.

**Aplicação no equipamento:** Carenagem da cabine, moldura da tampa, armação do suporte das bandejas, eixo das bandejas, apoios da cabine e carenagem, carenagem inferior, estrutura interna, carcaça do coletor, compartimento GLP.



▲ Figura 140 - Mdf ultra branco.

### Aço Inox:

**Propriedade:** Contém cromo, resistente a corrosão, fácil limpeza, resistente a alta temperatura.

**Aplicação no equipamento:** Base, eixo central, eixo interno, arruelas, pivot, bandejas.



▲ Figura 141 - Aço inoxidável.

### Cortiça:

**Propriedade:** elástica, impermeável, isolante, durável e aderente.

**Aplicação no equipamento:** Moldura interna na tampa.

### Nylon

**Propriedade:** leve, resistente a agentes químicos, tenaz, inerte a ataques biológicos.

**Aplicação no equipamento:** tela protetora do coletor solar.



▲ Figura 142 - Textura da cortiça.

### Velcro

**Propriedades:** leve, fácil adesão e remoção.

**Aplicação no equipamento:** Coletor solar, bandejas e suporte das bandejas.

### Vidro

**Propriedades:** inerte, mal condutor térmico,, reciclável, impermeável, durável e atóxicos.

**Aplicação no equipamento:** Cobertura da cabine, visores da cabine, visor da tampa, cobertura do coletor solar.

A fim de potencializar as qualidades do mdf ultra e melhor proteger o equipamento, se faz necessário o uso de um revestimento externo para melhor atender os requisitos do projeto.

O tratamento superficial adotada trata-se de um revestimento do tipo Osmocolor Stain, sendo este o responsável pela proteção extra e pela cor que o produto assumirá.

O Osmocolor Stain trata-se de um acabamento em superfícies sob exposição solar, contém filtro solar, resistente a intempéries, não esconde a textura, disponível em cores ou transparente, contém fungicida, repele a água e evita empinamento, proporciona acabamento acetinado à madeira (figura 145).



▲ Figura 143 - Textura do velcro.



▲ Figura 144 - Placas de vidro.



▲ Figura 145 - Revestimento osmocolor stain da marca montana.

◀ Figura 146 - Propriedades do osmocolor stain.

## 5.5 Processo de fabricação

O produto é caracterizado pela predominância do uso do mdf ultra em seus componentes, o que resulta em um processo de corte das peças, sendo estas posteriormente unidas por adesivo de contato e/ou implementos.

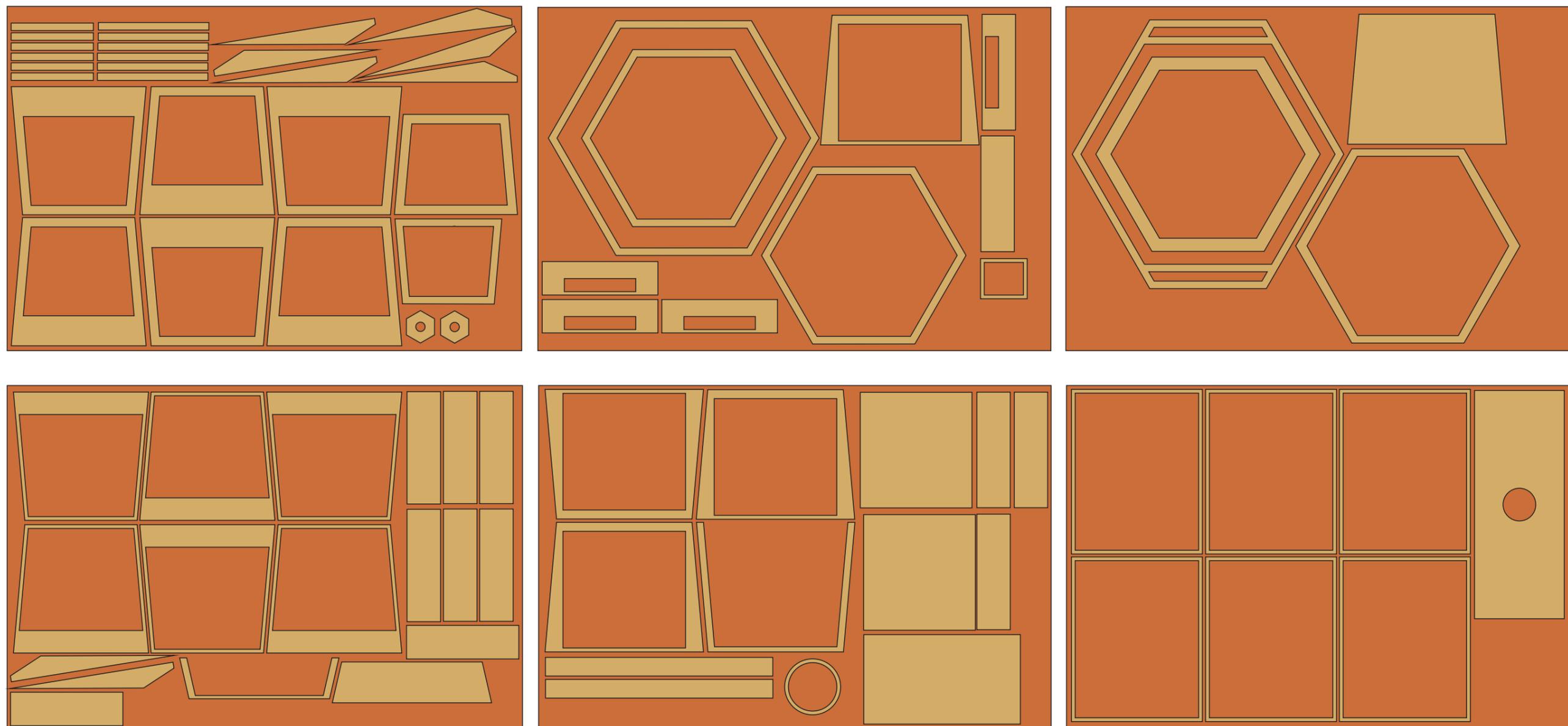
Para a respectivas partes confeccionadas em madeira fora necessário a montagem de um plano de corte visando otimizar as áreas a serem utilizadas e prever o custo de uma produção tomando por base o dimensionamento da folha de mdf ultra (1,84 x 2,75 m).

Outros materiais compõem o equipamento, sendo eles o vidro, em forma de placas e o aço inoxidável, em forma de telas, tubos e barras. Os componentes em vidro são confeccionados também por meio de corte em placas com 6 mm de espessura.

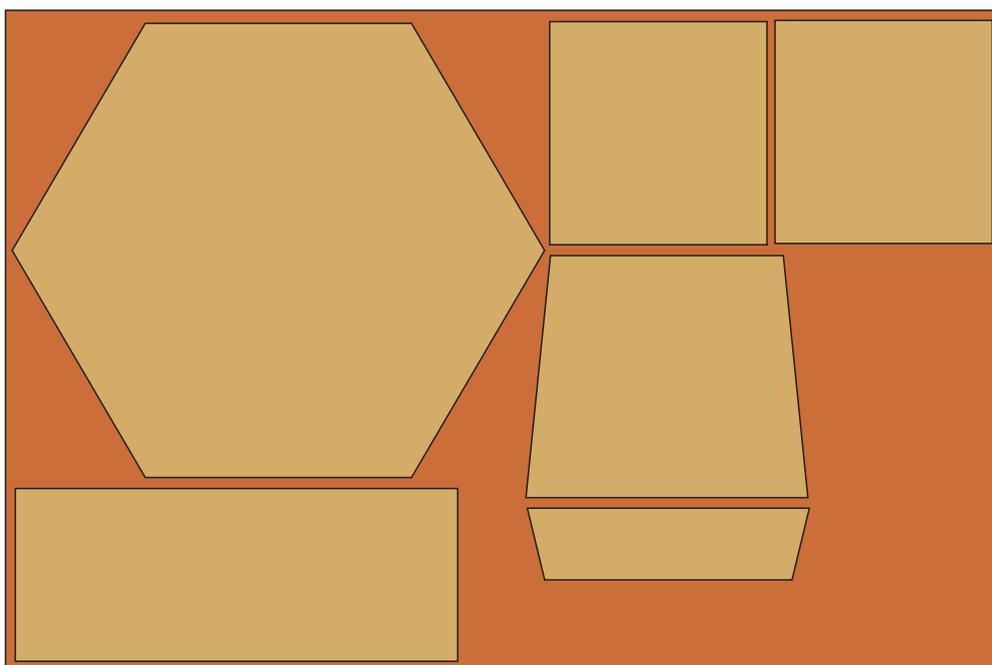
As telas, tubos e barras são encontradas disponíveis no mercado, sendo necessárias apenas as devidas adaptações as medidas do equipamento.

Plano de corte – Mdf ultra

Os componentes produzidos por esse processo são: a carenagem da cabine, suporte, suporte das bandejas, os apoios da cabine e da carenagem inferior, a carenagem inferior, o compartimento GLP e o coletor solar.



▲ Figura 147 - Posicionamento das peças sob uma folha de mdf



◀ Figura 148 - Plano de corte das peças

Para a confecção das peças, tomando por base o layout proposto, constatamos a demanda de sete folhas de mdf ultra necessárias. Essa previsão de corte resulta em retraços e sobras que devem ser reaproveitados para a produção de médias e pequenas peças do equipamento.

### Plano de corte – Cortiça

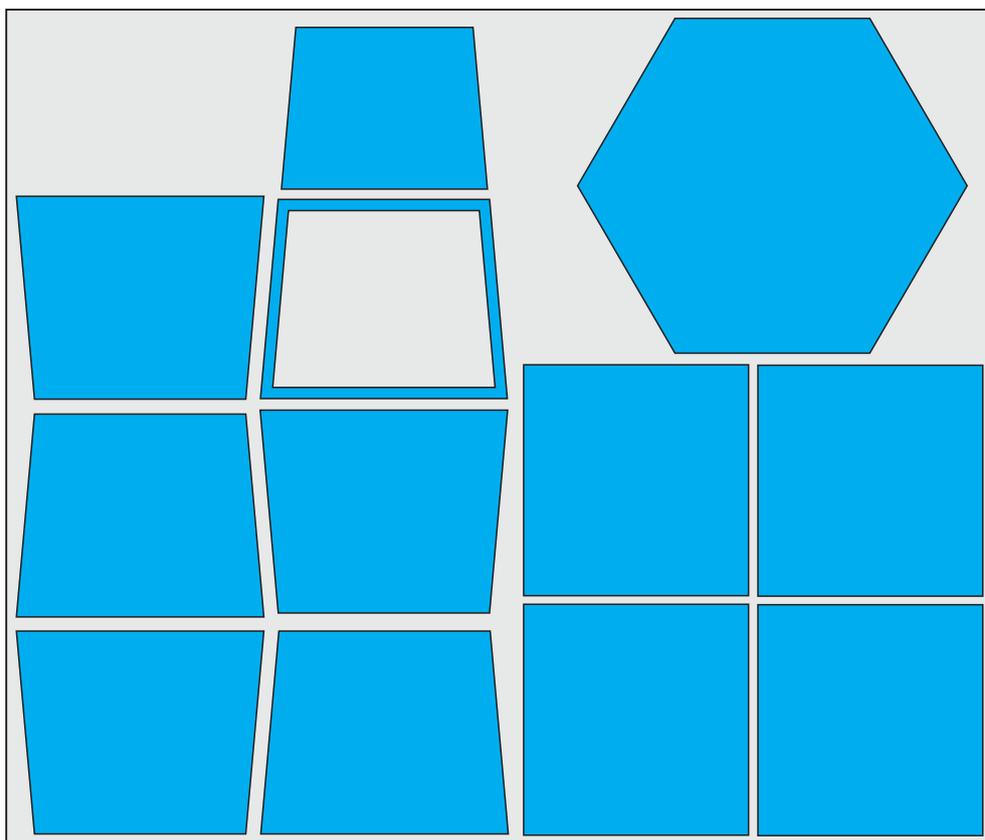
A única peça produzida por meio da cortiça é a moldura de isolamento da tampa com 1 cm de borda, que ocupa uma área de 60 x 60 cm



◀ Figura 149 - dimensionamento da moldura de cortiça

## Plano de corte – vidro

As peças a serem produzidas pelo vidro são: a cobertura da cabine, os visores da cabine, o visor da tampa e as coberturas dos coletores.



◀ Figura 150 - Plano de corte das peças de vidro

Tais componentes demandam uma área de 2,64 x 2,25 m de vidro com presença de alguns retraços que não permitem a confecção de novas peças.

## Plano de corte – Aço inox

As peças confeccionadas em aço inox são: as telas, base e os eixos centrais do suporte das bandejas.

Os eixos centrais do suporte de bandeja utilizam tubos ou barras disponíveis no mercado geralmente com comprimento de 6 m. O equipamento exige uma barra de 47 cm e dois tubo de 20 cm, isso permite a produção de várias peças com um único tubo e barra.



◀ Figura 150 - Plano de corte das dos tubos de aço

A base consiste em seis barra de 80cm para a confecção do aro hexagonal e três barras de 40 cm para os pés, ou seja, a confecção da base necessita de uma barra inteira de 6 m.

## 5.6 Vistas ortogonais e medidas

A partir das vistas ortogonais das partes do equipamento efetuaram-se as respectivas medições para suas referentes confecções.

## 6 Conclusão

O projeto objetivava o desenvolvimento de um equipamento que comportasse todos os tipos de frutas, desidratando-os de maneira eficiente, além de permitir um fácil transporte, montagem e manuseio do produto resistindo às diversidades e variações climáticas.

Ao confrontar os objetivos com a solução proposta podemos concluir que projeto alcançou suas metas, através dos novos materiais adotados, da inovação com uso de quatro coletores solares, da hierarquização dos sistemas, pela proteção do sistema de energia secundária GLP e pela nova estética apresentada.

Visando a evolução e melhoria do projeto poderia ser repensado e proposto um novo layout e novos componentes quanto ao sistema de energia secundária GLP a fim de obter um aparelho mais eficiente e seguro. Recomenda-se também implementar, assim que possível, novos materiais que permitam assumir novos formatos e que possam entrar em contato com alimentos sem contaminação a fim de melhorar o sistema de isolamento do equipamento.

O processo do trabalho de conclusão de curso se mostrou um procedimento educativo e informativo eficiente, uma vez que houve grande assimilação e prática de novas informações, não apenas na área do design com também nas demais áreas de ensino. Este processo também evidencia a importância e essência da participação dos mestres e/ou professores na formação acadêmica e profissional do aluno.

## 7 Referência Bibliográfica

ALVES, M; DA SILVA, A; RIBEIRO, J; ARRAES, G; WILANE, R. **Manga e Melão Desidratada**: Agroindústria Familiar. Brasília; Embrapa, 2006.

ANGÉLICA, M; BIBIANO, A. **Conservação de Alimentos**. Recife: Edufrpe, 2010

BONSIEPE, G; WALKER, R. **Um experimento em Projeto de Produto/ Desenho Industrial** – Brasília: CNPQ/ coordenação editorial, 1983.

CENCI, S. A.. **Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar**. 1a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, v. p. 67-80.

DALLA, G. **Energias Alternativas e Tecnologias de Produção Limpas**: Desafios e Oportunidades. Abiape.

FARIAS, A. **Secador Solar Portátil**. Paraíba, 2013.

FIOREZE, R. **Princípios da Secagem de Produtos Biológicos**. João Pessoa: Editora Universitária, 2004.

GOMES, E. **Gestão por Resultados e eficiência na Administração Pública**: uma análise à luz da experiência de Minas Gerais. São Paulo, 2009.

GRILO, M. **Energia Solar Térmica**: Fundamentos e Aplicações. Paraíba, 2012.

IIDA, ITIRO. **Ergonomia**: Projeto e Produção. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

JOSÉ, T; SEPULCRI, O; MORIMOTO, F. **Comercialização de Frutas, Legumes e Verduras**. Curitiba: Instituto Emater. 2011.

LIMA, ANTONIO. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciencia Moderna Ltda, 2006.

LIQUIGÁS. **Tipos de Botijões**. 2013. Disponível em: <  
<http://www.liquigas.com.br>> Acessado em: 20/07/2013.

MELONI, P. **Perspectivas de Negócio para Manga Desidratada**. Sebrae, 2012.

OLIVEIRA, C; VILAR, L; FRANCISCO, L; HAROLDO, D;  
MICHAELLO, C. **Peso Médio do Acabaxi no Brasil: Um Tema em Discussão**. Bahia, 2004.

PARK, K; COLATO, G; AUGUSTUS, R. **Conceitos de Processos e Equipamentos de Secagem**. Campinas, 2007.

PEREIRA, I. **Parâmetros de Qualidade na Produção de Abacaxi Desidratado**. Minas Gerais, 2011.

SHUAN, T. **Desenho Bi e tridimensional da Forma – 2ª Ed** ampliada. Editora Puc Goiás, 2010.

SHUAN, T. **Sementes do Cerrado e Design Contemporâneo –** Editora UCG, 2002.

ARAGUAIA, MARIANA. **Répteis**. Disponível em:  
<<http://www.escolakids.com/repteis.htm>> Acessado em:  
05/07/2013.

BATTISTI, JULIO. **Fontes de Energia e Sua Produção Anual**. 2006. Disponível em: <  
<http://www.juliobattisti.com.br/tutoriais/arlindojunior/geografia024.asp>>. Acessado em: 25/05/2013.

**Frutas e Sementes**. Disponível em: <  
<http://boaforma.uol.com.br/tabela-calorias/frutas-frescas.htm>> Acessado em: 20/05/2013.

HIMALAYA, PADRE. **Guia da Energia Solar**. Disponível em: <  
<http://www.cienciaviva.pt/rede/himalaya/home/guia7.pdf>>. Acessado em: 25/05/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Volume de Exportações de Frutas Registra alta em 2012**. Disponível em: <  
<http://agricultura.ruralbr.com.br/noticia/2013/02/volume-de-exportacoes-de-frutas-registra-alta-em-2012-4039143.html>.  
Acessado em: 25/05/2013.

JOSIAS. **Climas da Paraíba**. 2010. Disponível em: <  
<http://historiadaparaiba.blogspot.com.br/2010/01/climas-da-paraiba.html>>. Acessado em: 25/05/2013.

MAOCHO, FELIX. **Jardim da Família: Desidratador Solar**. 2009. Disponível em: <  
<http://felixmaocho.wordpress.com/2009/05/01/huerto-familiar-deshidratador-solar-i-construccion/#more-2227>>. Acessado em: 20/05/2013.

MARISE. **Os Pros e os Contras das Frutas Desidratadas**. 2010. Disponível em: <  
<http://gastromania.com.br/marisetinoco/?p=62>>. Acessado em: 25/05/2013.

MELONI, PEDRO. **Frutas Desidratadas**. Disponível em: <  
<http://www.meloni.com.br/residencial/frutas.php>>. Acessado em: 25/05/2013.

MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Cooperativismo**. Brasília, 2012.

SECRETARIA DA AGRICULTURA FAMILIAR. **Geração de Renda e Agregação de Valor**. Disponível em: <  
<http://portal.mda.gov.br/portal/saf/institucional/geracaorendaagregacaovalor>> Acessado em: 25/05/2013.

SIMÃO, C; MARIA, E; LOPES, T. **Análise e Intervenção Ergonômica como Instrumentos para a Prevenção de Acidentes de Trabalho e de responsabilidade Jurídica**. 2006. Disponível em: <  
<http://jus.com.br/artigos/8346/analise-e-intervencao-ergonomica-como-instrumentos-para-a-prevencao-de-acidentes-de-trabalho-e-de-responsabilidade-juridica>>. Acessado em: 10/06/2013.

# Anexos

# 6



Desidratador  
**Híbrido**

## 1.1 Contextualização

Com um mercado livre e sem fronteiras mediante a globalização e com integração cada vez maior dos mercados e dos meios de comunicação e transporte, permite-se então que o abastecimento de uma empresa possa ser feito por fornecedores que se encontram em diversas partes do mundo, cada um oferecendo melhores condições de preço e qualidade.

O processo de comercialização tem início com a produção, mas não se limita a isso, passando pelo processo de benefício, embalagem, compra, venda e atividades de logística. (MORIMOTO, 2011).

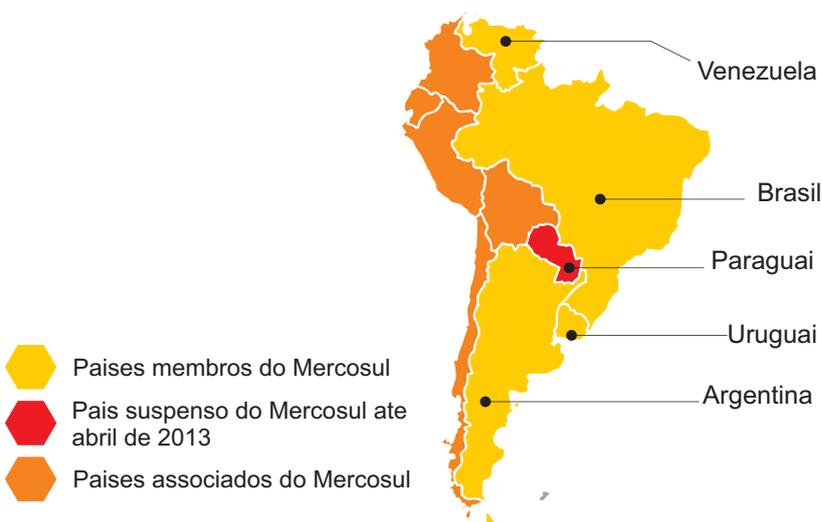
Essa dinâmica de produção, para permanência no mercado, implica que os produtores tenham volume, qualidade, diversidade e regularidade de oferta, pois os consumidores precisam se alimentar diariamente e os fornecedores devem estar estruturados para isso. (ODÍLIO SEPULCRI, 2011).

Pelo desconhecimento das regras do mercado é comum que grande parte dos agricultores sofra com a desvalorização dos preços de seus produtos, no processo de vender o que fora produzido, principalmente quando se trata de produtos perecíveis (frutas, verduras e legumes).

Essa desvalorização acontece uma vez que o produto seja perecível, por ser colhido fora do ponto ideal de colheita, por não ser classificado, não ser devidamente embalado, não ter rastreabilidade e não ser transportado corretamente.



▲ Figura 151 - Frutas são um dos vazios tipos de alimentos considerados perecíveis.



◀ Figura 152 - Representação da distribuição geográfica dos países que compõem o Mercosul.

Essa dinâmica de produção, para permanência no mercado, implica que os produtores tenham volume, qualidade, diversidade e regularidade de oferta, pois os consumidores precisam se alimentar diariamente e os fornecedores devem estar estruturados para isso.

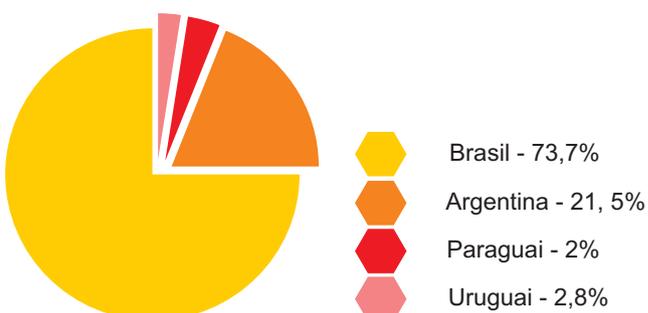
Nos países do MERCOSUL, é possível incrementar a exportação de frutas como banana, abacaxi, melancia, melão, morango, maçã, uva, acerola, maracujá e suco/polpa (congelada), caqui, figo, goiaba, lichia, mamão "Havaí", manga e nozes. Esses produtos podem ser exportados ("in natura", em forma de suco, "in natura" desidratada, polpa congelada e industrializada). (MARIMOTO, 2011).

O processo de desidratação é uma forma indicada para o aproveitamento racional de frutas e para a redução de perdas pós-colheita, permitindo, assim, melhor aproveitamento da produção e agregação de valor ao produto final. (EMBRAPA, 2006).

Segundo Fioreze ET al (2004,) a secagem ou desidratação de produtos biológicos, especialmente alimentos, é utilizada como uma técnica de conservação. Microrganismos que causam deterioração dos alimentos, não podem crescer e se multiplicar na ausência de água.

Embora consista em uma técnica antiga utilizada para a conservação de alimento, a desidratação, até hoje, é objeto de estudo para pesquisas científicas, contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e ingredientes para a indústria de alimentos. Assim, intensificou-se o surgimento de fábricas produzindo frutas e vegetais desidratados pelo sistema convencional, ou seja, com a utilização de secadores.

▼ Figura 153 - O processo de desidratação da fruta como a forma mais apropriada da redução de perdas e agregação de valores.



◀ Figura 154 - Representação da participação dos países membros do Mercosul no total do comércio exterior (importação e exportação).

O funcionamento dos secadores está intrinsecamente ligado a fontes de energia (calor), sejam estas não renováveis ou renováveis. São crescentes os investimentos em tecnologias apropriadas para a exploração de energias renováveis.

Desde a revolução Industrial, quando houve a entrada das máquinas, o trabalho humano vem se tornando cada vez necessário. Quando uma máquina é aperfeiçoada, a produtividade aumenta e, como, hoje em dia, a energia já não é mais tão barata como antes, o homem tem se preocupado com as formas de economizá-la (MATOS, 2006).

Apesar da rentabilidade, da fácil exploração, versatilidade e usabilidade das energias fósseis é necessária a busca pela utilização de fontes renováveis de energia. Segundo a KPMG internacional, o Brasil ocupa o 8º lugar entre os 23 países incentivadores de energia renovável.

Tendo como fonte de energia renovável, o Sol, este pode ser aproveitado para aplicações em coletores planos, secadores, painéis fotovoltaicos, fogão solar e outros.

Sendo um forte utilizador de fonte renovável, de energia por radiação solar, o secador solar é um equipamento em potencial, no qual seu processo de secagem ocorre com variações de temperatura e circulação forçada de ar quente, de umidade e de massa do material a ser desidratado.

Entre as limitações do secador solar, deparamos com determinadas variáveis incontroláveis, a exemplo dos períodos noturnos, presença de nebulosidade ou estações de chuva. Tais barreiras podem levar a procura de uma fonte de energia secundária, a exemplo do uso de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) como fonte térmica na ausência de energia solar ou complementando este.



▲ Figura 155 - Produção de frutas secas a nível Industrial nas fabricas



▼ Figura 156 - Formas de aproveitamento da energia solar: coletores, secadores, placas fotovoltaicas e fornos solares,

Entre as limitações do secador solar, deparamos com determinadas variáveis incontroláveis, a exemplo dos períodos noturnos, presença de nebulosidade ou estações de chuva. Tais barreiras pode levar a procura de uma fonte de energia secundária, a exemplo do uso de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) como fonte térmica na ausência de energia solar ou complementando este.

A atuação de um secador se estende a toda tipologia de frutas, legumes e verduras. De acordo com o instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF), o volume de exportação de frutas aumentou em 2012. Já as importações diminuíram.

No segmento das frutas frescas, a situação econômica mundial acabou tornando a importação pouco vantajosa. Os produtores investiram mais no mercado interno em 2012. (TERRA, 2012).

Adotando as frutas quanto a objeto de estudo a serem desidratadas, será então desenvolvido um modelo de secador de frutas termo solar, ou seja, um secador híbrido que utiliza como fonte de energia primária à luz solar bem como também faz uso de uma fonte de energia térmica secundária, o Gás Liquefeito de Petróleo – (GLP) quando a energia solar não é suficiente para realizar o processo de secagem.



▲ Figura 157 - Variáveis incontroláveis que interferem na desidratação solar: sereno, nebulosidade e estações chuvosas.

## 2.4 Manejo de alimentos

De acordo com o manual da Embrapa (2006) para se obter as condições ideais para manuseio de alimentos e necessário seguir determinadas especificações:

**Higienização das mãos** – As mãos devem ser lavadas sempre que os empregados entrarem na área de produção, antes de iniciarem o processamento, após a manipulação de material contaminado e após usarem os banheiros (figura 24).

É fundamental a higienização das mãos e das luvas com géis a base de álcool a 70%. As luvas devem ser trocadas no mínimo a cada 4 horas, ou sempre que for necessário.

O local para lavar as mãos deve ter água corrente, sabão, papel para enxugar as mãos, lixeira com saco de plástico e pedal.

**Aparência** – Deve-se evitar usar barba e bigode. Os cabelos devem estar bem aparados e/ou presos. As unhas devem ser mantidas sempre cortadas e limpas e sem esmaltes.

**Adornos** – Todos os empregados devem ser orientados sobre a não utilização de anéis, relógios, brincos, pulseira e afins para evitar contaminações.

**Uniformes** – NO setor de processamento, todos os empregados devem estar munidos de uniformes limpos, sem bolsos e sem botões, de cor branca (ou clara), toucas e botas. As toucas devem ser confeccionadas em tecido ou em fibra de papel, devendo cobrir todo o cabelo dos empregados de ambos os sexos.

**Luvas** – A utilização de luvas é sugerida sempre que houver contato manual direto com o produto, no entanto é mais difícil higienizar uma luva do que as próprias mãos.

**Conduta** – Evitar práticas e hábitos anti-higiênicos na área de produção (fumar, espirrar, tossir, cuspir). As pessoas envolvidas na área de produção que estejam sofrendo de alguma enfermidade ou mal que possa ser transmitido por meio dos alimentos ou que sejam portadores de alguma doença contagiosa devem ser afastadas imediatamente.



▲ Figura 158 - Higienização e uniformização.

Quando apresentarem cortes ou lesões abertas, os empregados devem ser orientados e não manipular alimentos, a menos que as lesões estejam protegidas por uma cobertura a prova d'água e sem risco de contaminação para o produto.

**Controle de estoque de matéria prima** – após o recebimento, as frutas a serem processadas não devem ficar sem refrigeração por longos períodos.

**Controle de contaminação cruzada** – não deve haver cruzamento da matéria prima com o produto acabado, para que este último não seja contaminado com os microrganismos típicos das matérias primas, colocando a perder todo o processamento realizado.

**Limpeza de ambientes** – deve haver procedimentos específicos e com frequência mínima diária para higienização de áreas de processamento (paredes, pisos, tetos) e semanal, para as câmaras de refrigeração, assim como de todo o ambiente de manipulação de alimentos.

O lixo deve ser colocado em lixeiras com tampas e sacos de plástico, devendo ser diariamente retirado da agroindústria.

**Embalagem** – A operação de embalagem deve ser conduzida numa área separada daquela das operações com a matéria prima, devendo ser finalizada o mais rápido possível, a fim de minimizar a exposição do produto à contaminação.



▲ Figura 159 - Ícones utilizados pela ANVISA em ambientes de manipulação de alimentos.

## Formas de Propagação da Energia Solar

O físico Domiciano Marques (2009) afirma que para que ocorra troca de calor, é necessário que ele seja transferido de uma região a outra através do próprio corpo, ou de um corpo para outro. Existem três processos de transferência de calor estudados na termologia, são eles: condução, convecção e irradiação. A irradiação é a propagação de ondas eletromagnéticas que não precisam de meio para se propagar, enquanto que a condução e a convecção são processos de transferência que necessitam de um meio material para se propagar.

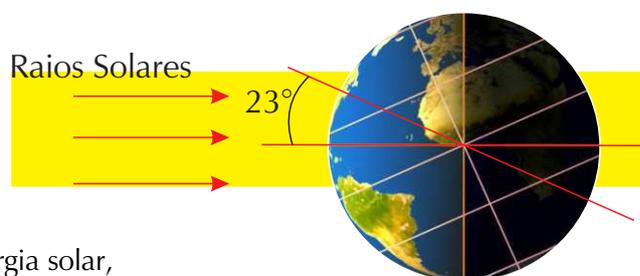
Embora uma fonte limpa, a radiação solar é pouco explorada pelo alto custo para se introduzir não gerando poluição nem impactos ambientais. A radiação solar é captada e transformada para gerar calor ou eletricidade.

### Radiação solar

A inclinação do eixo imaginário no qual a Terra gira diariamente faz a radiação solar depender da altitude local e da posição no tempo. A radiação solar depende também das condições climáticas e atmosféricas. Somente parte da radiação solar atinge a superfície terrestre, devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera.

Mesmo assim, estima-se que a energia solar incidente sobre a superfície terrestre seja da ordem de 10 mil vezes o consumo energético mundial (CRESESB, 2000).

▼ Figura 160 - Inclinação do eixo imaginário da terra.



### Radiação Solar no Brasil

O Brasil é considerado uma potência em energia solar, principalmente, o semiárido nordestino, aonde esta fonte energética natural vem possibilitando a integração de considerável população, antes isolada e/ou impossibilitada de usufruir de qualquer outra fonte de energia, aos benefícios da vida moderna (Antunes & Ries, 1998).

Apresentam grande potencial de aproveitamento energético e que existe uma infinidade de pequenos aproveitamentos da energia solar no Brasil, mas isso ainda é pouco significativo, diante do grande potencial existente hoje (JORGE, 2012).

Como se pode ver na figura 29, o Nordeste apresenta o grande potencial para uso da energia solar, além de possuir o maior índice entre as demais regiões.

## Equipamentos solares que processam alimentos

Utilizando a energia do sol como catalisador para processar alimentos, o forno solar (figura 31) também se mostra um equipamento eficiente quanto à desidratação de alimentos. Um forno solar pode funcionar mesmo com tempo nebuloso, bem como o secador, desde que aja uma trégua de ao menos vinte minutos de pleno sol a cada hora. O forno assume quatro possíveis tipos distintos, levando em conta, principalmente, as formas de captação da luz.

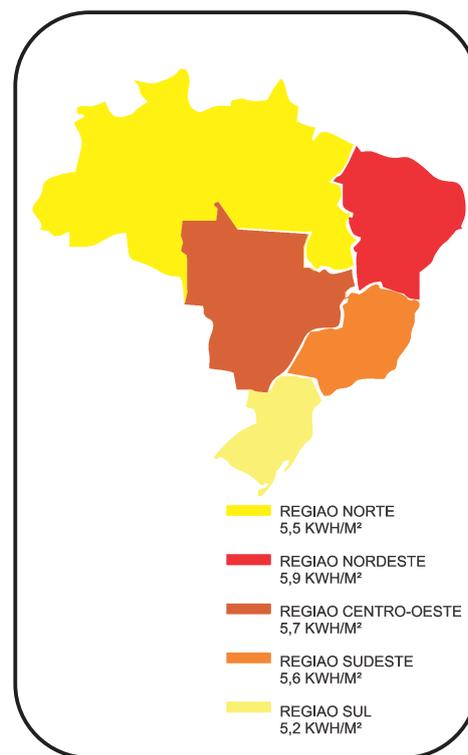
### 2.7.1 Tipos de Fornos Solares:

**Forno Caixa:** Este forno consiste em uma caixa de madeira revestida internamente com um material reflexivo e uma tampa translúcida resultando no efeito estufa em seu interior. Este modelo pode conter ou não uma aba externa refletora que direcione os raios solares para seu interior (figura 32).

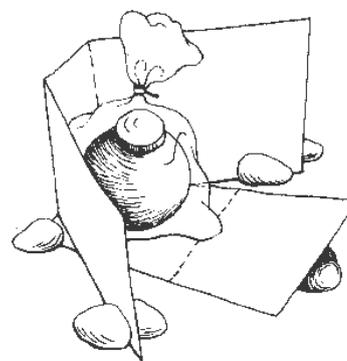
**Forno Parabólico:** Com um formato parabólico (côncavo), este forno atinge altas temperaturas devido à convergência de raios solares para um ponto em específico (FOCO), onde neste ponto deve ser posto o recipiente a ser esquentado (figura 33).

**Forno Industrial:** Usado para a produção de eletricidade ou para a fusão de materiais como alumínio.

**Forno Painel:** Com uma estrutura simplória, este forno consiste em abas ou painéis refletores angulados refletindo os raios solares, onde é preciso que haja um revestimento sobre o recipiente com saco plástico a fim de obter o efeito estufa.



▲ Figura 161 - Potencial de geração de energia solar brasileiro.



▲ Figura 162: Forno Solar com abas anguladas e recipiente revestido com plástico.



▲ Figura 163 Forno Solar do tipo caixa com aba reflexiva.

## Materiais Utilizados nos Fornos Solares

Na confecção de fornos solares os materiais utilizados devem ser resistentes à umidade, uma vez que no processo de cozimento dos alimentos há liberação de vapor de água. Em um forno trabalham-se quatro tipos de materiais:

**Estruturais** – Garantem a estabilidade dimensional do conjunto (cartão, madeira, plástico, cimento).

**Isolamento** – Minimiza as perdas térmicas do conjunto (lã de vidro, esferovite, papel jornal);

**Transparentes** – Permitem a criação de efeito estufa no interior da caixa (vidro, plástico para alta temperatura).

**Refletores** – Minimizam as perdas térmicas no interior do forno e podem concertar a radiação solar no interior (folha de alumínio).

### 3.7 Análise dos Materiais

#### CARENAGENS E ESTRUTURAS

**MDF Ultra** – Fabricados com fibras de pinus e eucalipto, compostos com tripla proteção contra umidade, cupins e bactérias. Atóxica, não liberando odores ou vapores de origem química atuando também como isolante natural térmico e absorção acústica.

**Compensado Naval** – formado por laminas de madeira reflorestada e colada com resina fenólica, prensadas em altas temperaturas, sendo bastante resistente. Resistente à umidade e aplicação de imunizantes contra fungos e cupins.

**Madeira de balsa** – A mais leve dentre as madeiras apresentadas, resistente, capaz de formar barreira acústica e térmica, geralmente utilizada em aeromodelismo, calçados, pranchas de surf, artesanatos e etc.

**Madeira plástica** – Produto composto de matéria prima totalmente proveniente do lixo plástico reciclado. Mais resistente às intempéries do tempo (luz, umidade, salinidades, chuva). A manutenção é feita com água, se muito sabão.

O benefício consiste em produtos ecologicamente corretos que durem e sejam imunes a pragas, não absorvam umidade, resistentes a corrosão e com baixo custo, sendo trabalhadas da mesma forma que madeira natural.

**Polipropileno (PP)** – Termoplástico semicristalino, com densidade na ordem de  $0,90 \text{ g/cm}^3$ , uma das mais baixas entre os plásticos. Apresenta baixo peso, elevada rigidez, boa resistência ao impacto à temperatura ambiente, alta dureza superficial, adequado em dobradiças integrais, elevada resistência química, baixíssima absorção de água e permeabilidade de vapor d'água.

**Polietileno de alta densidade (PEAD)** - Material rígido; apresenta boa resistência a tração e ao calor; é opaco; tem boa resistência química; atóxico; permite fácil pigmentação e processamento. É comumente aplicado em Utensílios domésticos; brinquedos; embalagens; contenedores grandes para acondicionamento geral (produtos químicos e alimentos), tubos etc. É um material difícil de ser usinado e sua pintura e colagem devem ser feitas com auxílio de calor.

**PVC** – Plástico 100% originário do petróleo. De fácil manuseio e aplicação, resistente a fungos, bactérias, insetos, roedores, reagentes químicos, bom isolante térmico, resistente a choques, impermeável a gases e líquidos, intempéries (sol, chuva, vento), vida útil superior a 50 anos, não propaga chama, reciclável e atóxica.

#### COBERTURAS

**Polycarbonato** – Único material capaz de oferecer transparência e alto nível de segurança ao mesmo tempo. É o mais resistente dos materiais transparentes, com alta resistência mecânica, leve, atóxico, incolor e não deforma até uma temperatura de 120, boa estabilidade dimensional, resistente a intempéries e resistente a chama.

**Acrílico** – É 17 vezes mais resistente que o vidro e tão transparente quanto. Possui alta resistência a intempéries, baixa contração, alto brilho, boa propriedades térmicas, fácil pigmentação, facilidade de gravação, boa moldabilidade, pode vir aditivado com absorvedores de radiação UV que funcionam como um filtro, resistente a ácidos, minerais, gorduras, óleos. É aprovado pelo instituto Adolfo Lutz para contato com alimentos e bebidas. Utilizado em temperaturas de até 85°C em uso contínuo.

**Vidro** - É um material inerte, que não reage quimicamente com outros elementos; é um mal condutor de calor e energia; pode ter acabamento transparente, translúcido ou opaco; são 100% reciclável; é impermeável; pode ser esterilizado a alta temperatura; é um material durável, podendo entrar em contato com alimentos por ser atóxicos e não transmitir cheiros.

## ISOLANTES TÉRMICOS

**Borracha butílica (IIR)** - Utilizadas em situações que requerem retenção de gases, impermeabilidade aos gases; boa resistência à flexão; não absorve. Pode ser aplicado em câmaras de ar; revestimento interno de pneus.

**Silicone (SI)** – Suas propriedades genéricas são: inodoro, atóxico e inerte; boa resistência a tração; estável quando submetido a altas temperaturas; apresenta boa resiliência; apresenta cristalinidade, podendo ser aplicado em mangueiras; produtos da área médico-hospitalar; componentes para indústria em geral; adesivos; vedadores etc.

**Cortiça** – A sua estrutura celular fornece à cortiça propriedades físicas como leveza, elasticidade, impermeabilidade, isolamento, inércia (sem sabor, sem odor e altamente higiênico), aderência e durabilidade.

## BANDEJAS

**Nylon** – fibra têxtil polimérica, com boa resistência as substituição aos metais como materiais estruturais e/ou de construção, onde se leva em consideração leveza, baixo coeficiente de atrito, isolamento elétrica, boas resistências a fadiga e agentes químicos o torna vantajoso. Bom amortecedor de vibrações, tenaz, boa resistência química e inerte a ataques biológicos.

**Velcro** – Consiste em duas camadas, o lado do gancho (pedaço de tecido coberto por pequenos ganchos plásticos) e o lado da volta (coberto por menores pedaços de voltas plásticas). Quando os lados são pressionados os ganchos envolvem as voltas e as peças são mantidas juntas.

**Aço Inox** – É um tipo de aço que contem cromo para ter uma melhor resistência a corrosão, de fácil limpeza, aparência higiênica, fácil conformação, resistente a altas temperaturas e com baixo custo de manutenção.

## REVESTIMENTO INTERNO

**Alumínio** – São características comuns do alumínio a resistência à corrosão, a alta condutibilidade térmica e elétrica e a infinita reciclagem, a leveza, refletividade, impermeabilidade a umidade e atoxidade. O alumínio é altamente resistente ao tempo, mesmo em atmosferas industriais, que frequentemente corroem outros metais. É também resistente a vários ácidos.

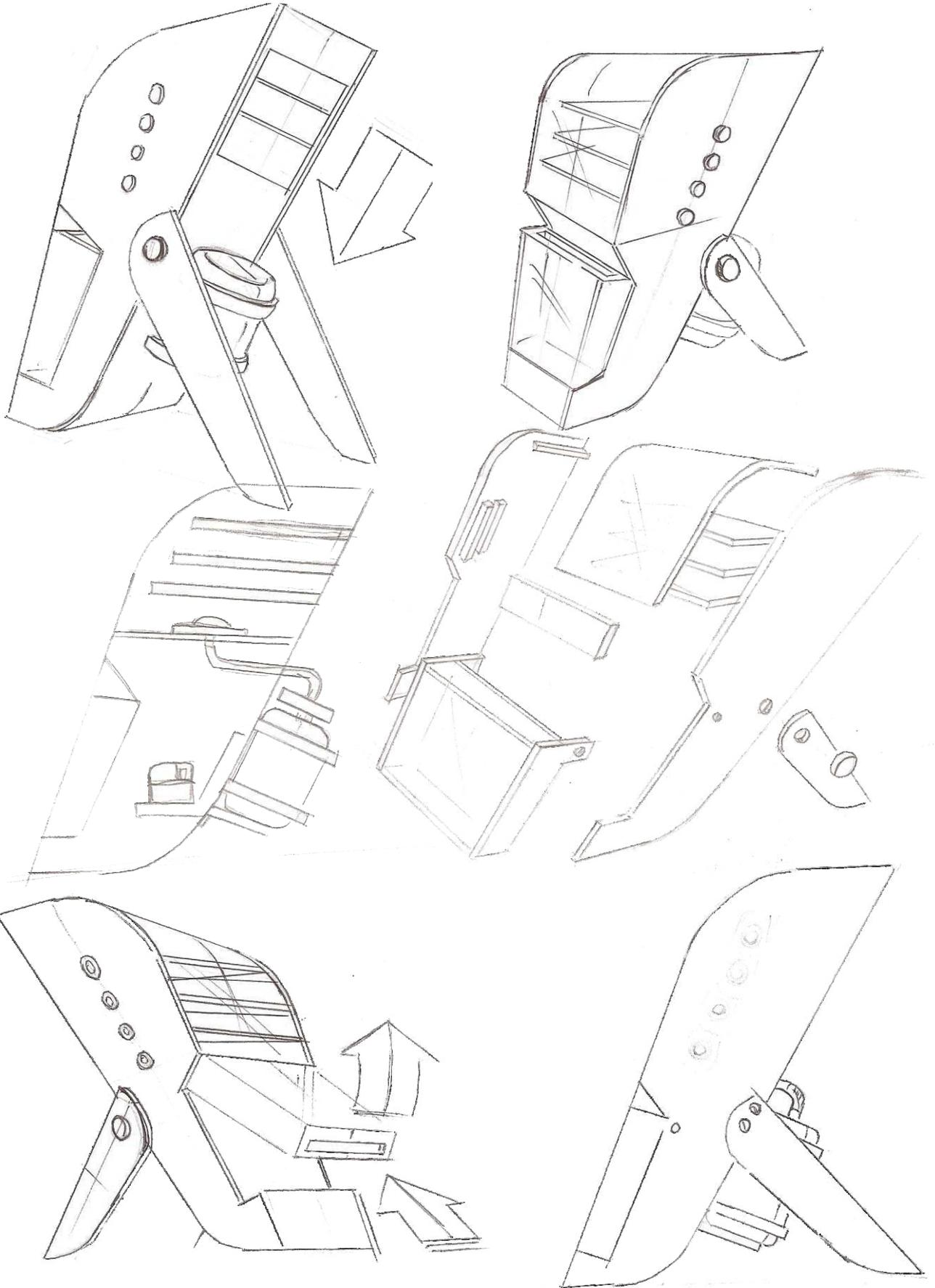
### **Conclusão**

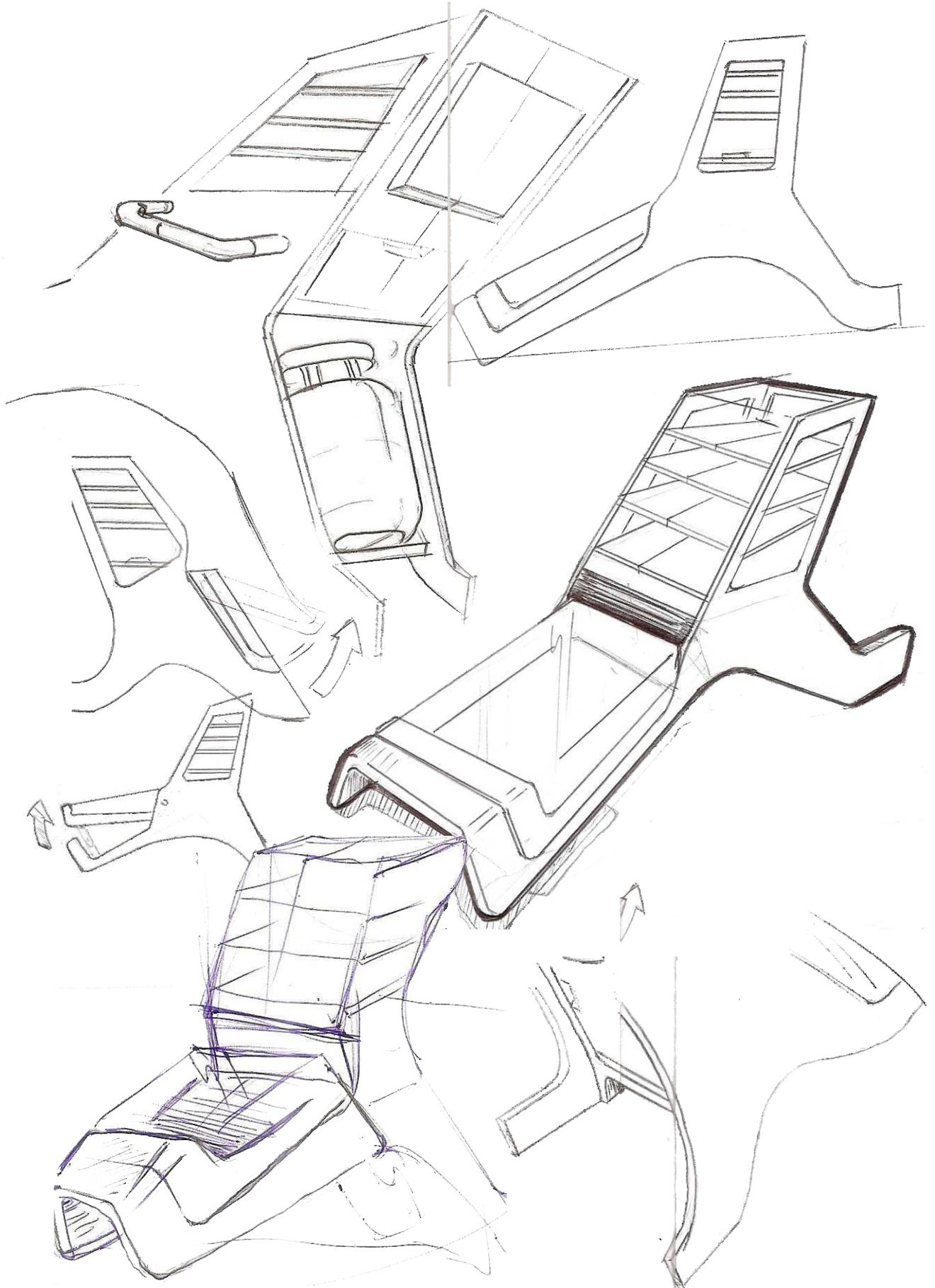
Por se tratar de um desidratador, os materiais a serem utilizados são de grande importância para garantir um desempenho eficiente do equipamento no tocante ao atingimento da temperatura e garantir a integridade do alimento a ser desidratado, por ser através dos mesmos que poderemos atingir os requisitos desta proposta.

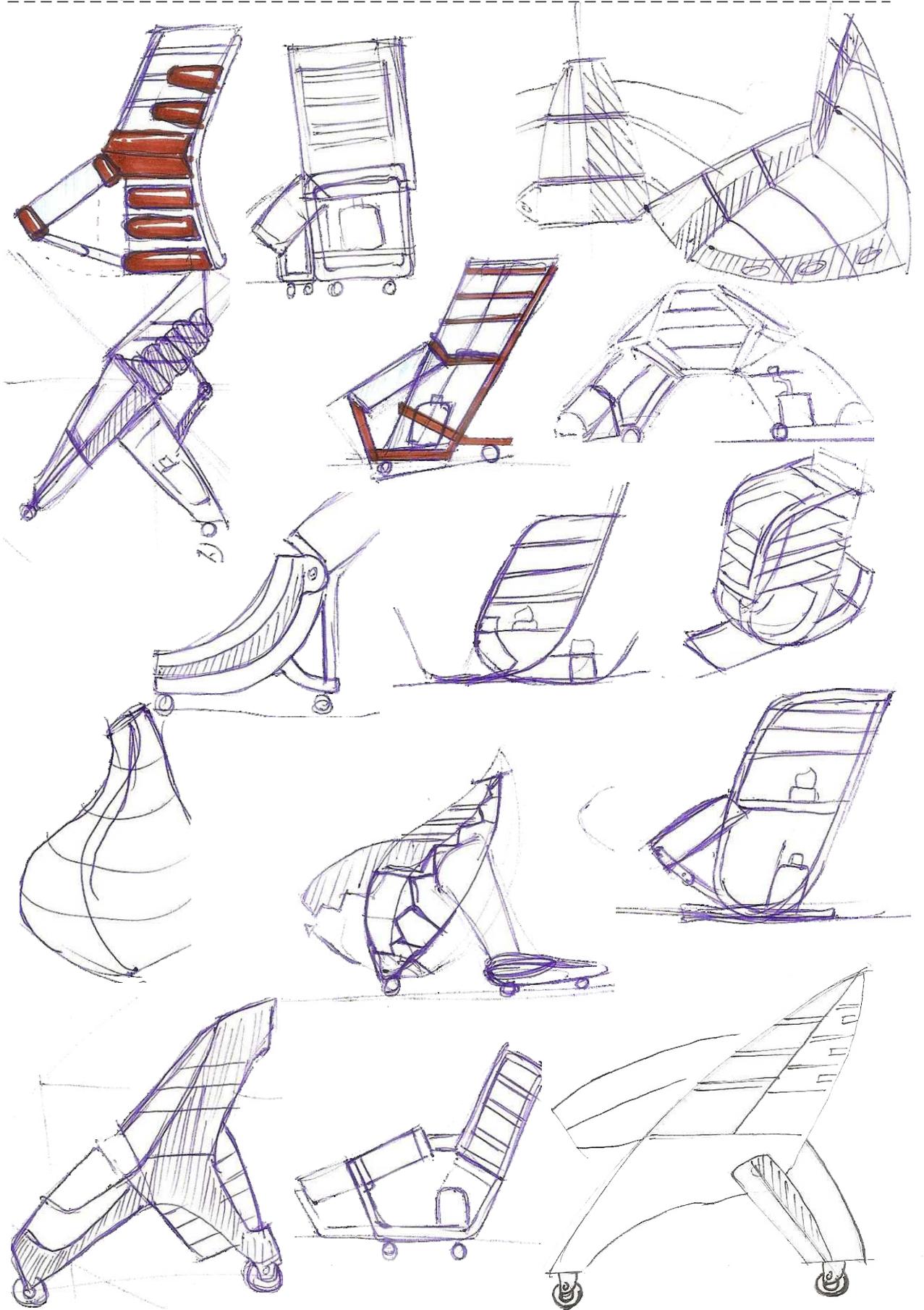
O vidro também é tido como um dos melhores materiais a entrarem em contato com alimentos, mesmo com seu aparente peso é o mais indicado para compor a cabine e o coletor juntamente com o Mdf ultra para isolar o sistema e aquecer as frutas.

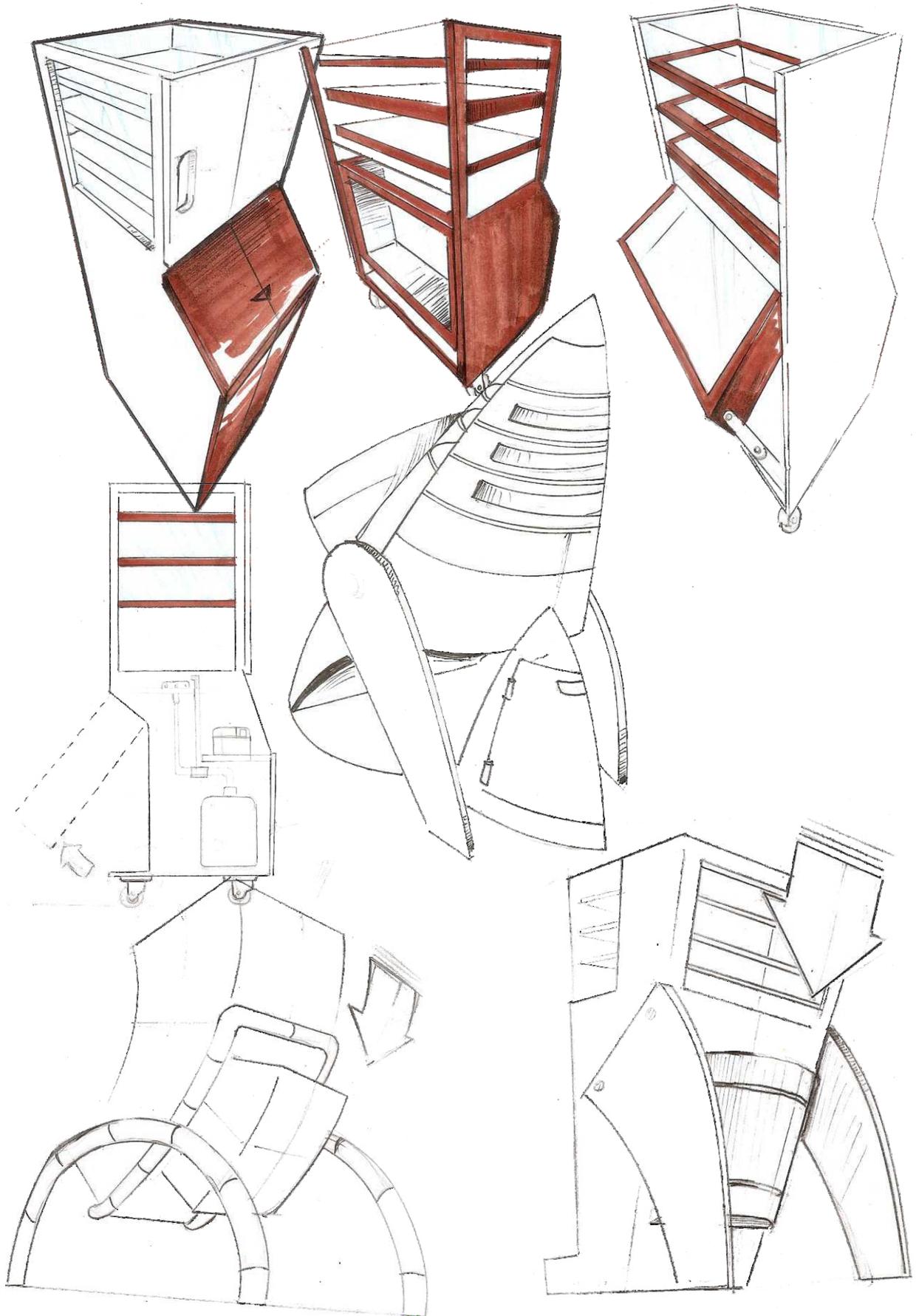
A escolha dos materiais a serem adotados ocorreu de maneira eliminatória, ou seja, alguns materiais foram sendo descartados por apresentarem incompatibilidades com o projeto. Os estudos revelaram que muitos polímeros são capazes de liberar uma substância chamada bisfenol-A, responsável pelo desenvolvimento de câncer, presente principalmente em policarbonatos e resinas epóxi. O aço inox, apesar de seu custo é o material mais indicado pela ANVISA para o contato com alimentos, sendo prioritário para compor a tela das bandejas.

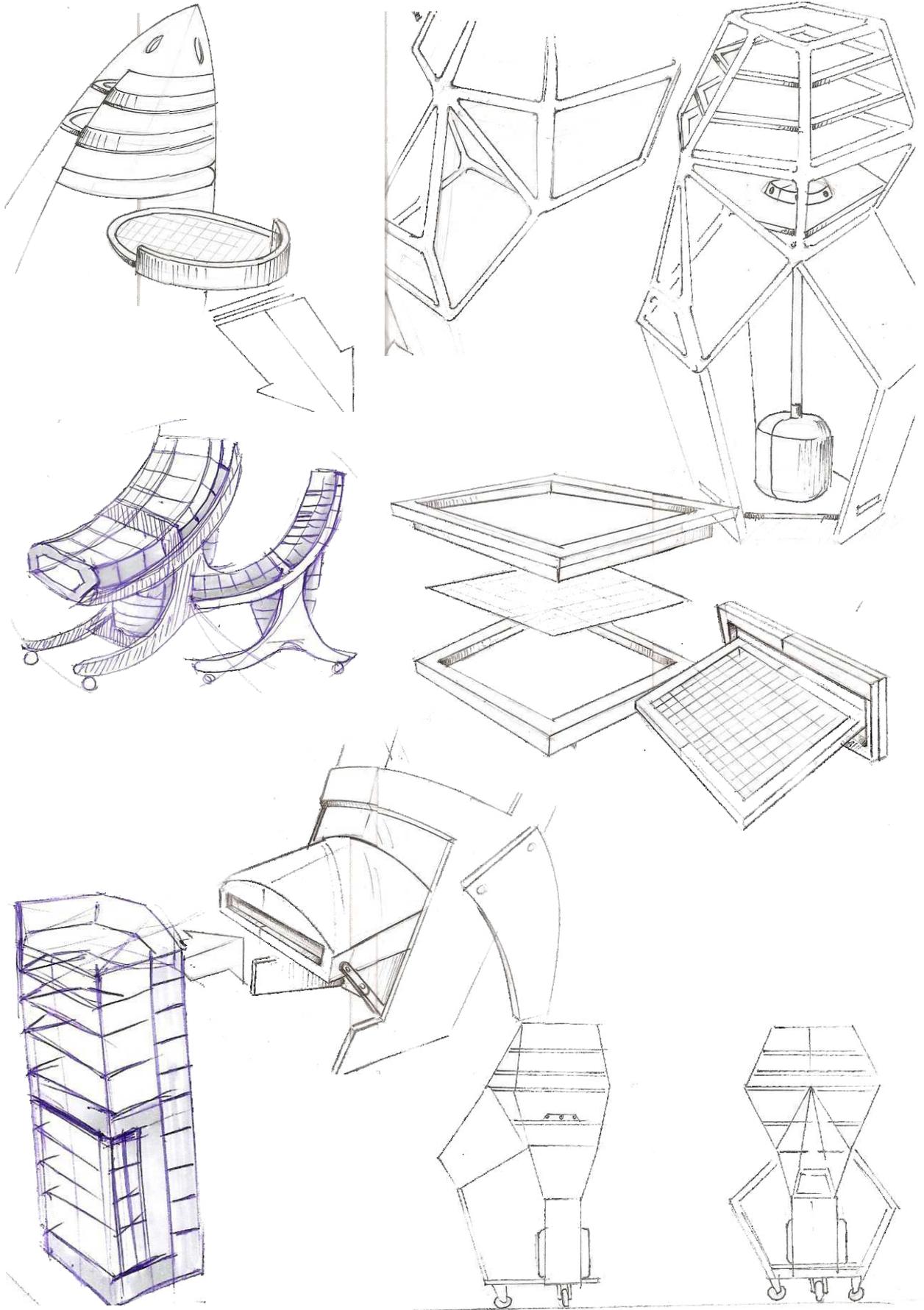
Quanto aos materiais isolantes, a cortiça se apresenta a mais compatível com o projeto não apenas pelas propriedades como também pelo descarte do silicone e borracha por também conterem o bisfenol A.

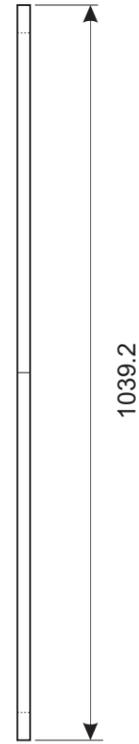
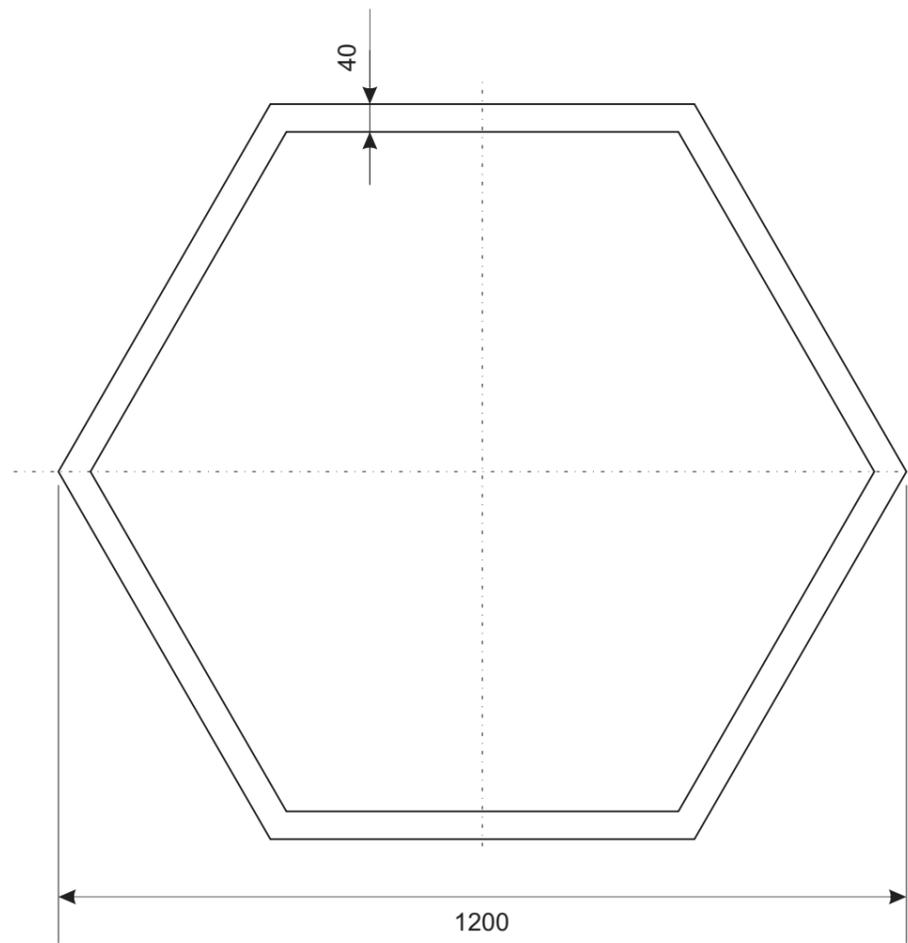




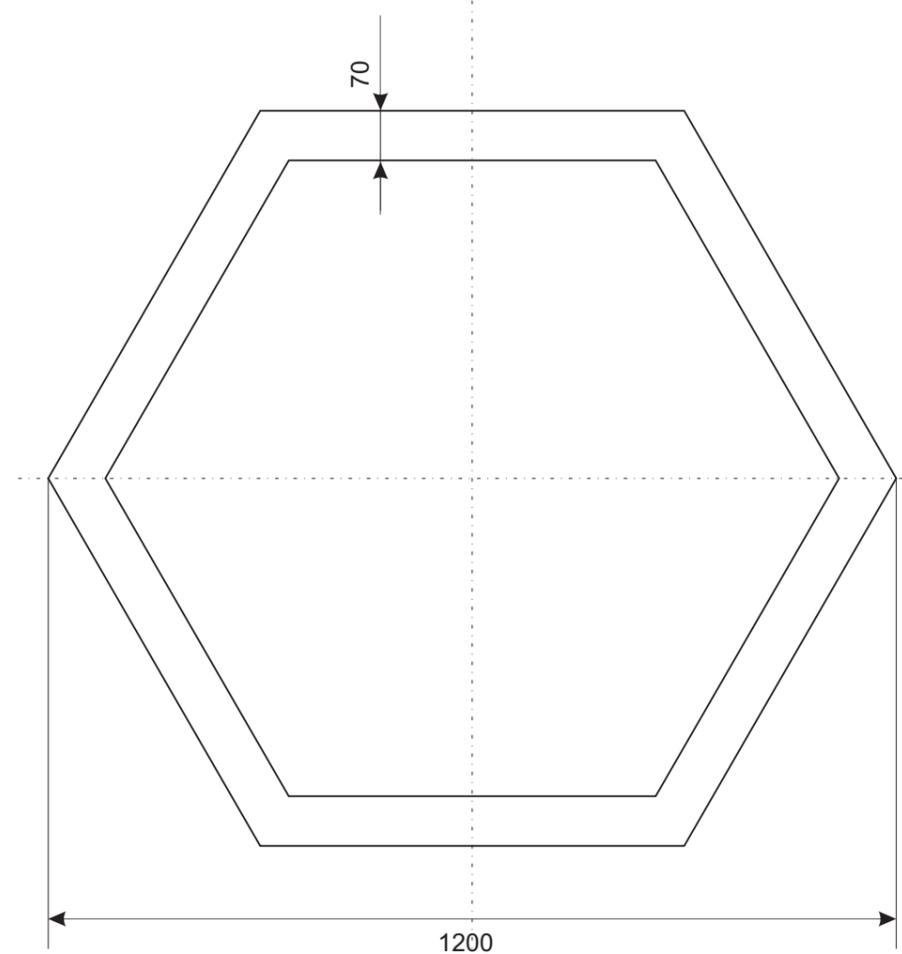




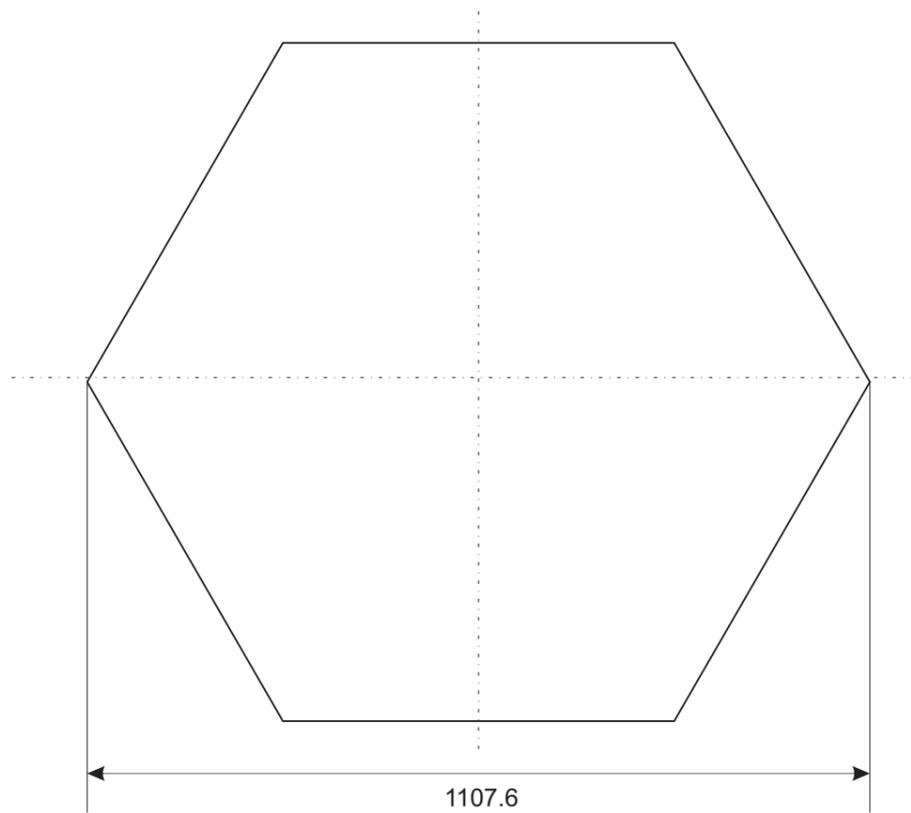




1039.2

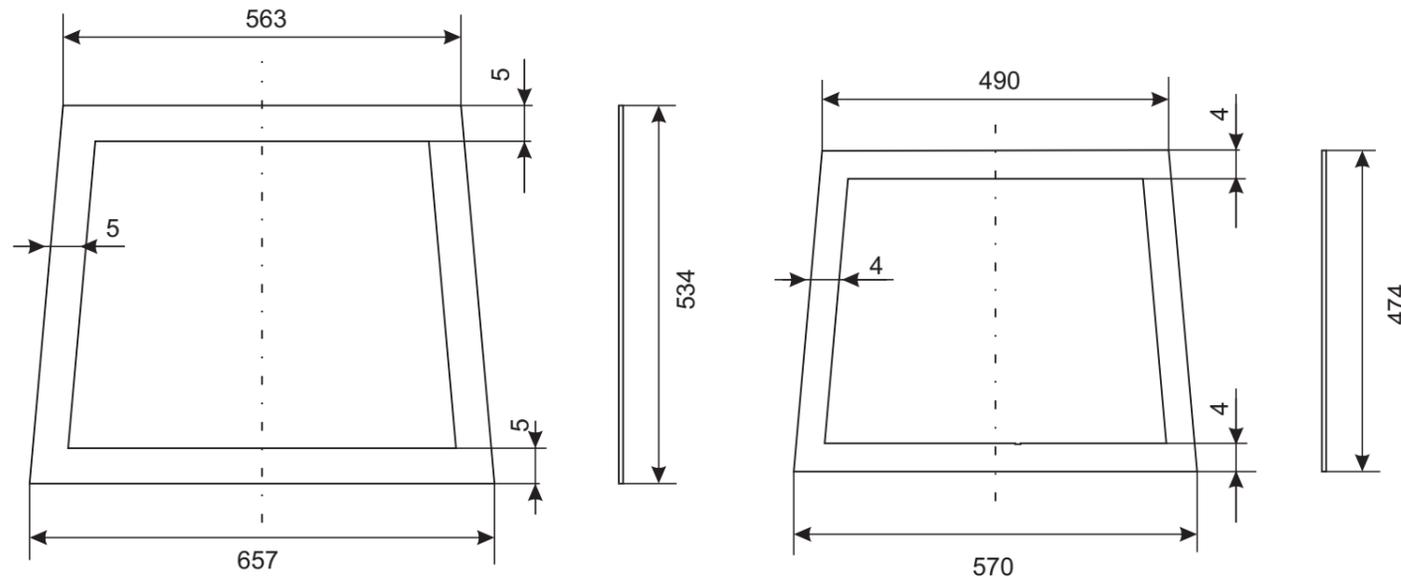
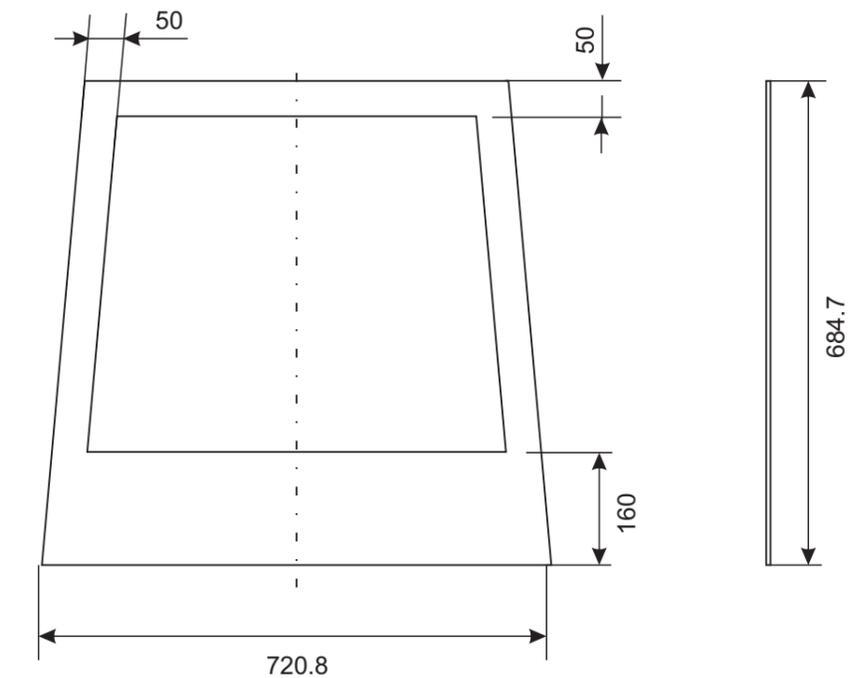
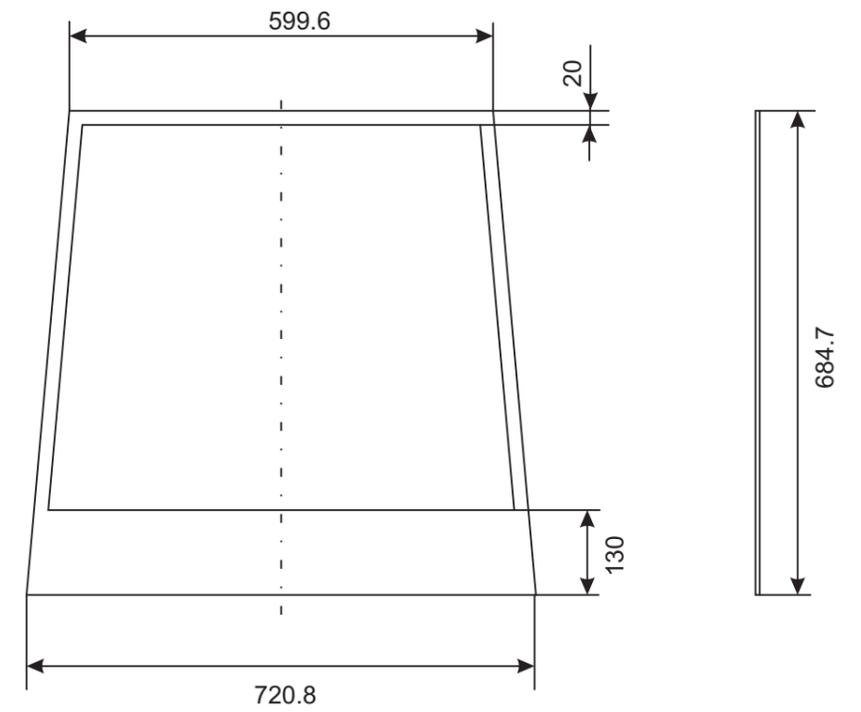
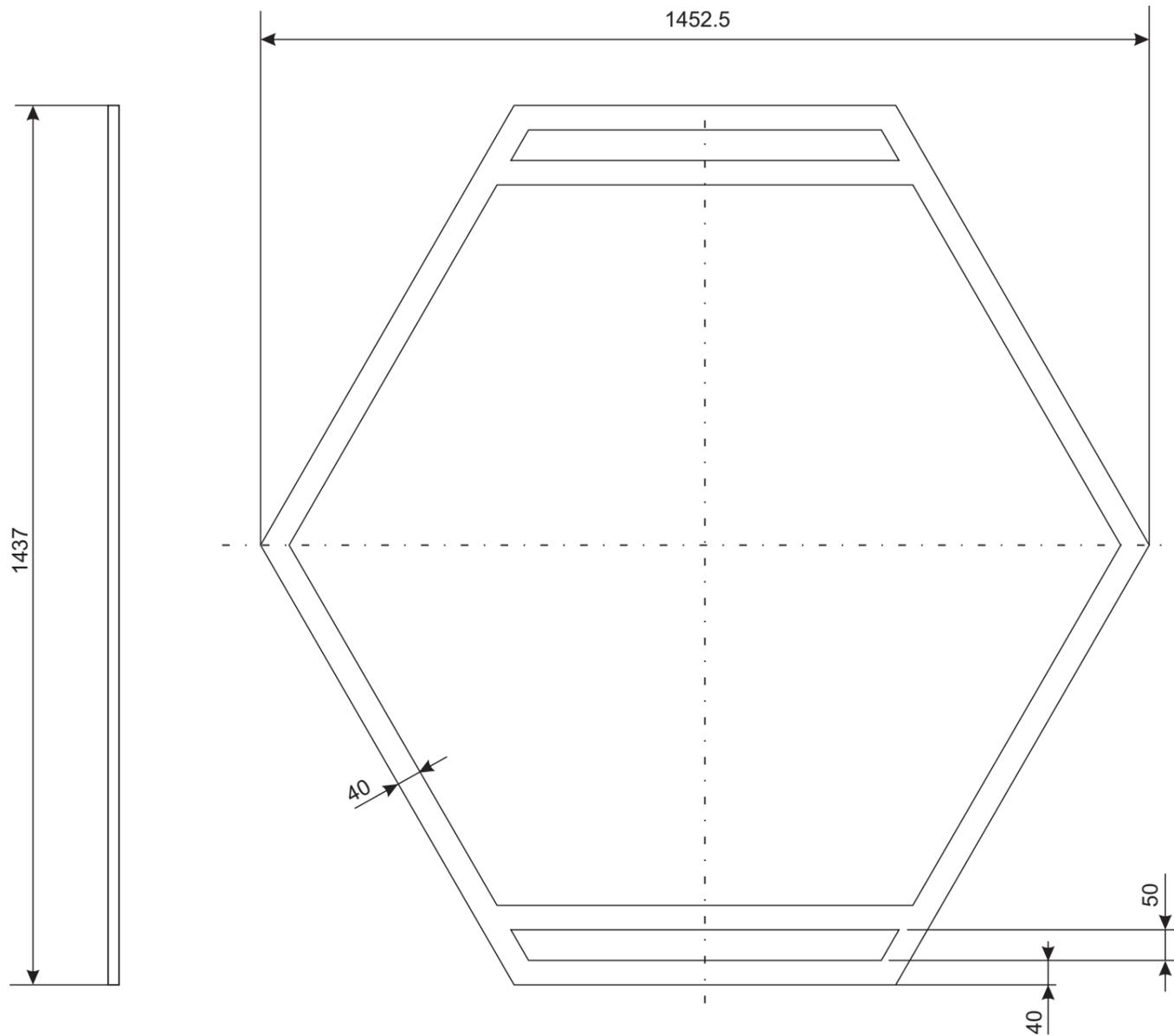


1039.2

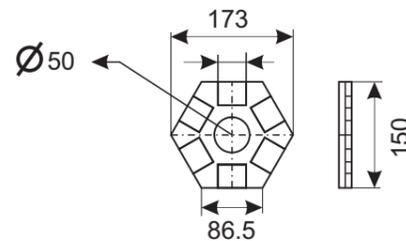
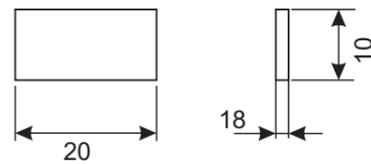
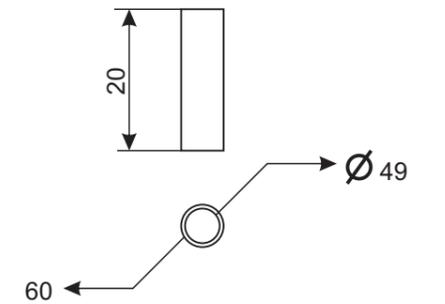
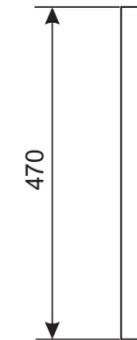
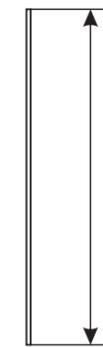
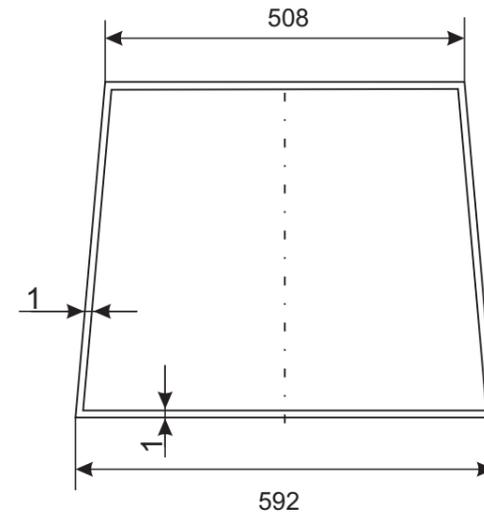
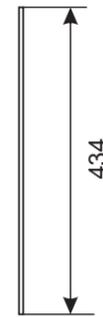
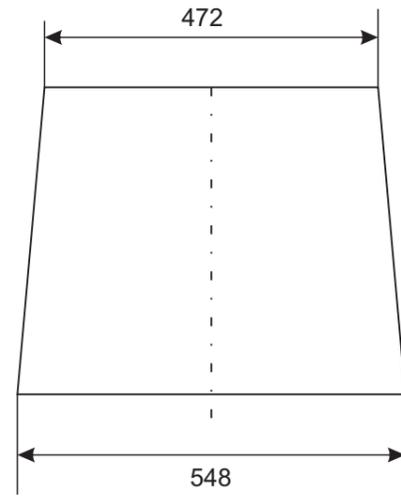
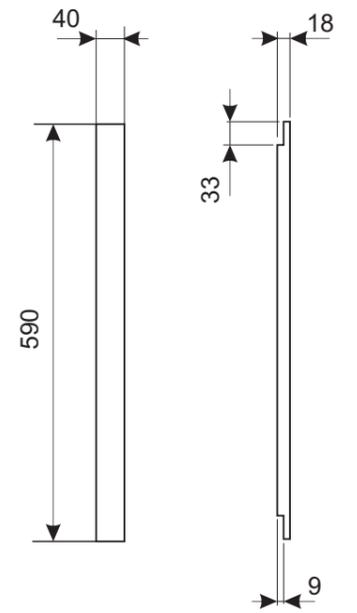
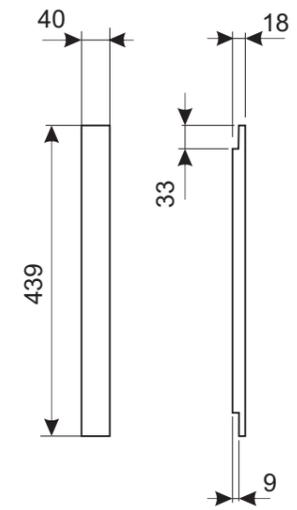
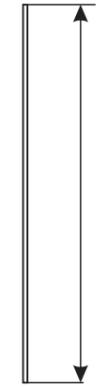
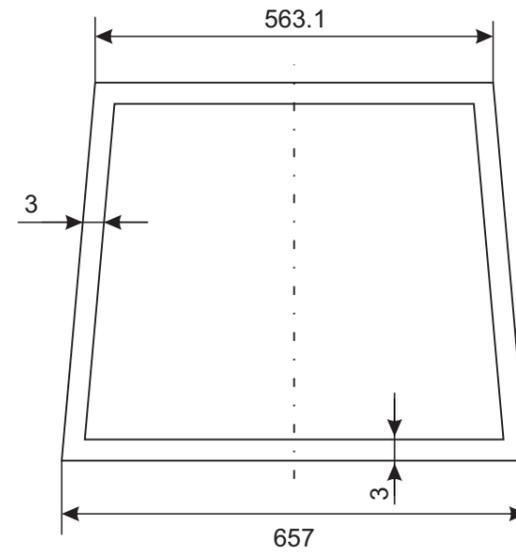
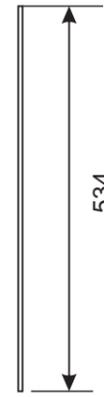
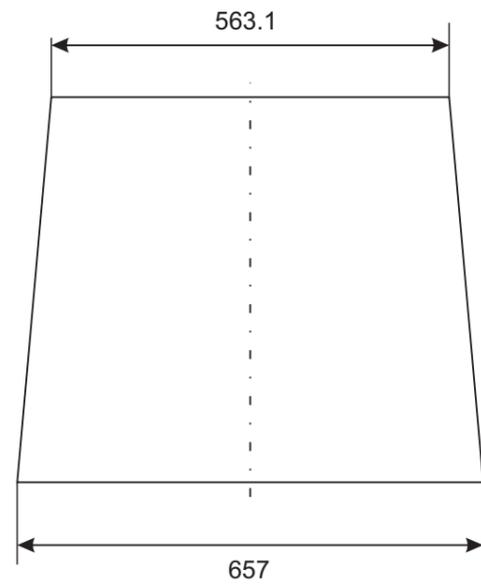


959.2

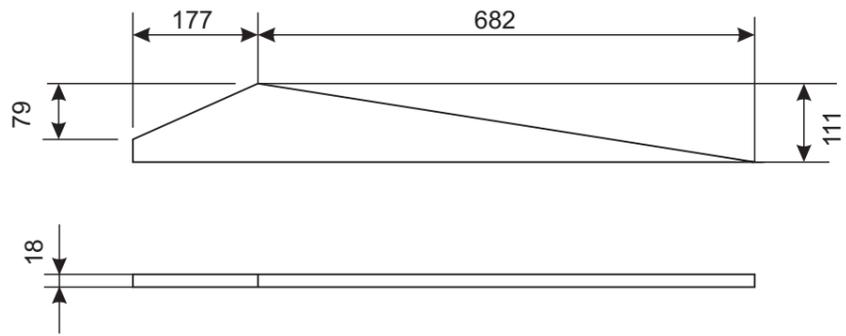
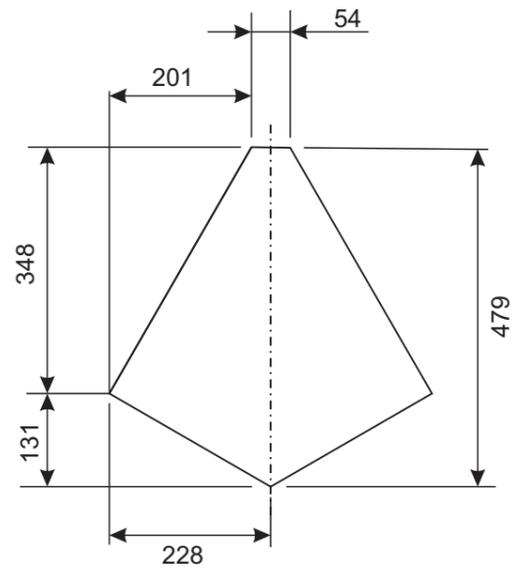
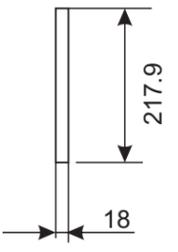
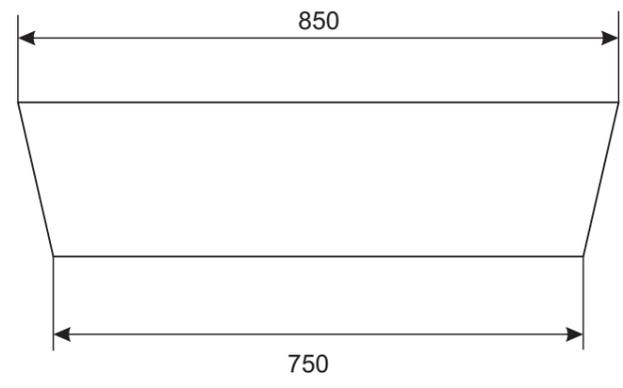
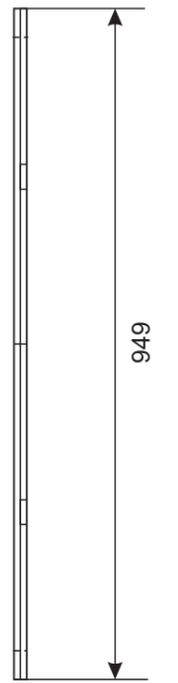
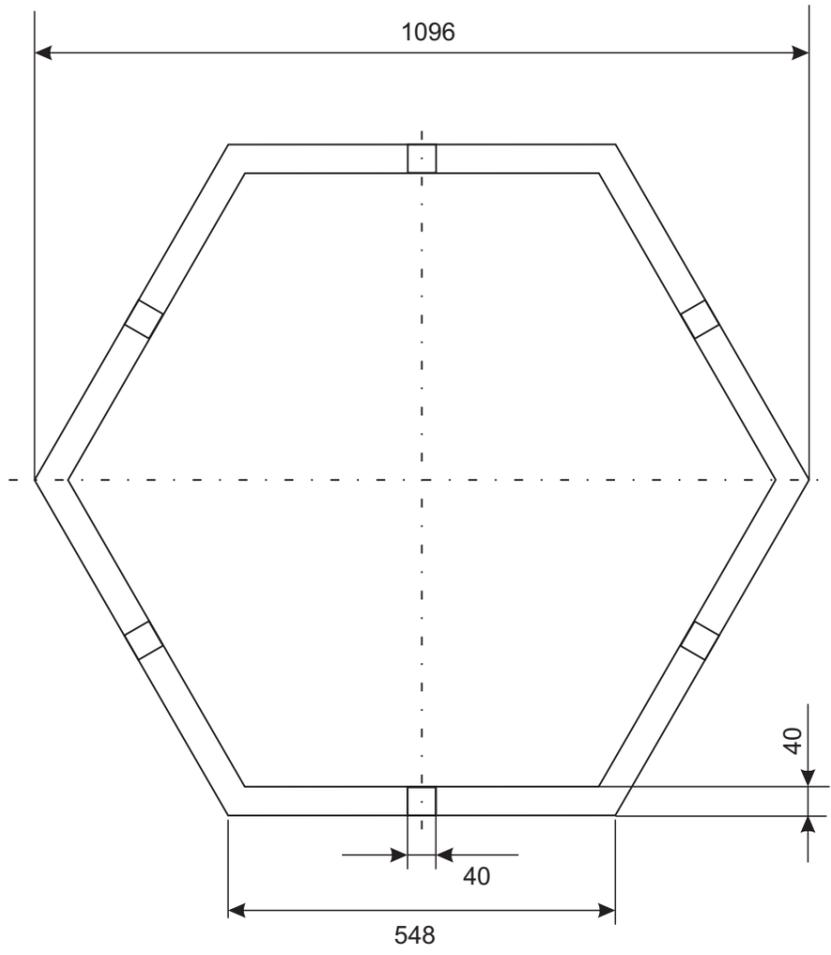
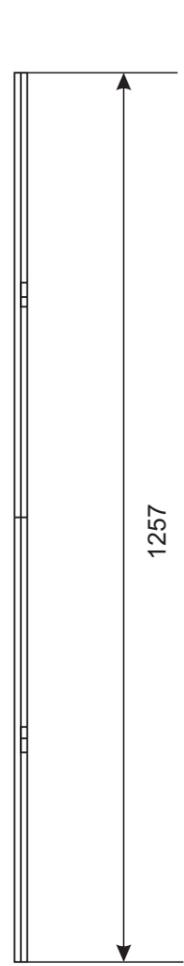
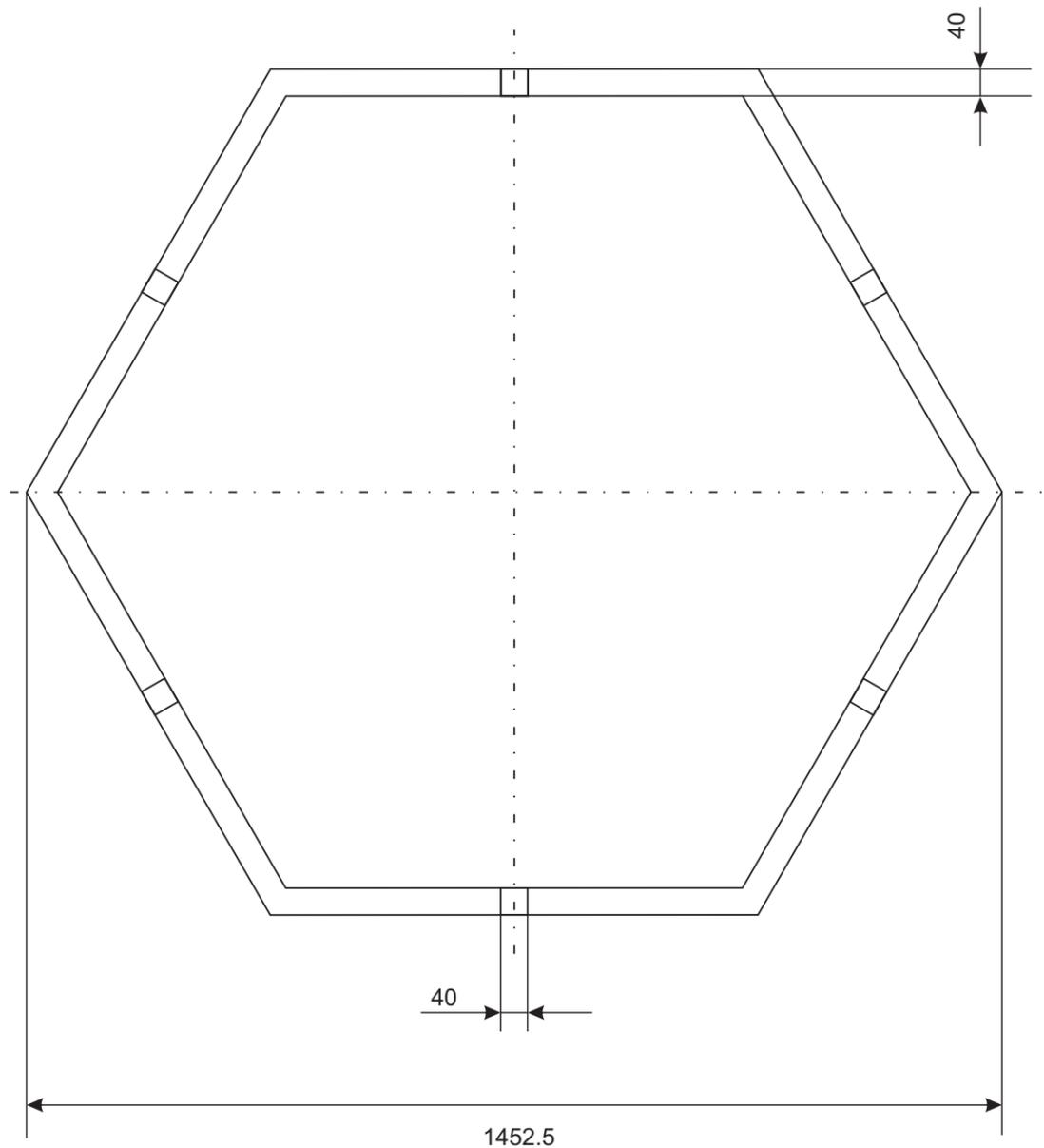
Universidade Federal de Campina Grande - CCT					
Unidade Acadêmica de Design					
TCC Design					
Título: Partes da Cabine			Projetista/ Desenhista: João Andrade		Projeção: Vistas Ortogonais
Escala: 1:10	Prancha: 1/8	Unidade: mm	Controle: ok	Data: 28/08/2013	Visto:



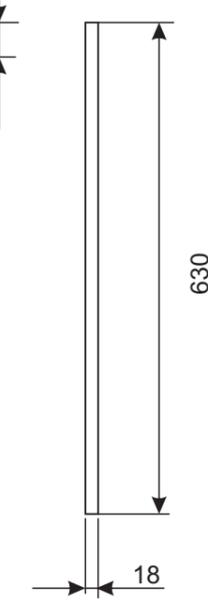
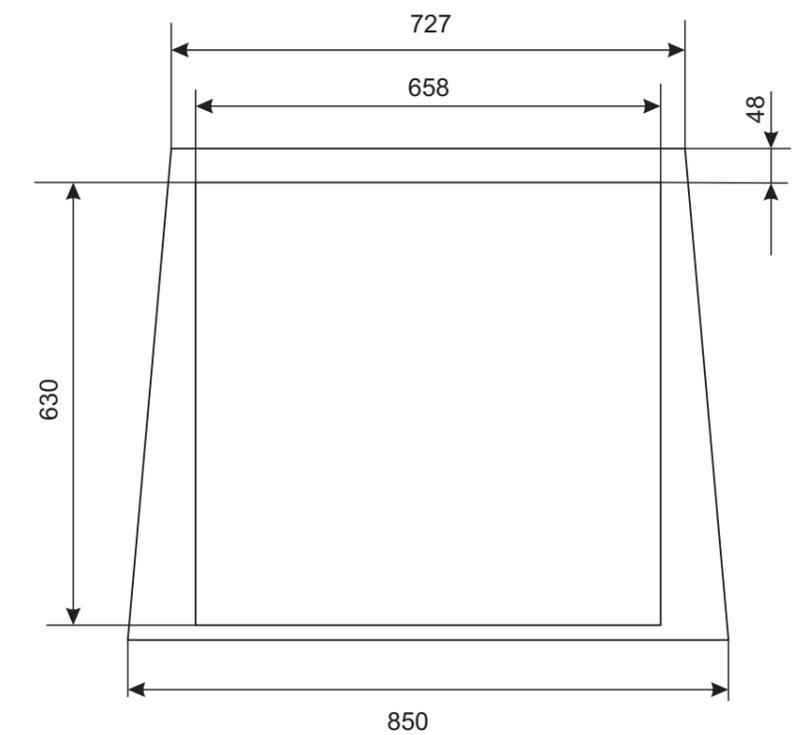
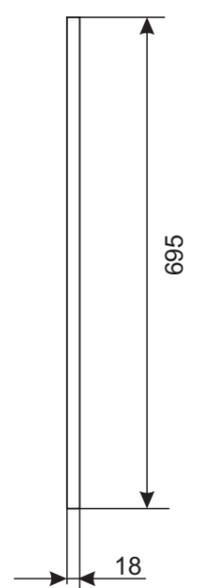
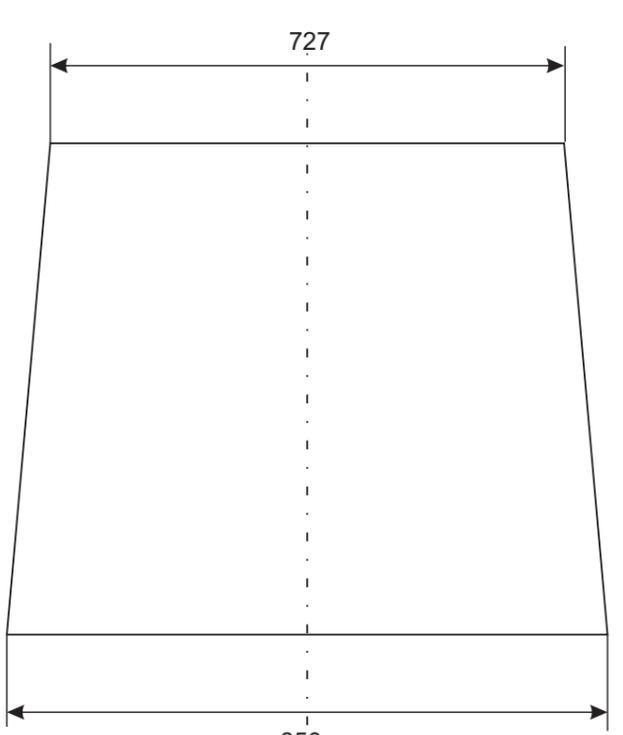
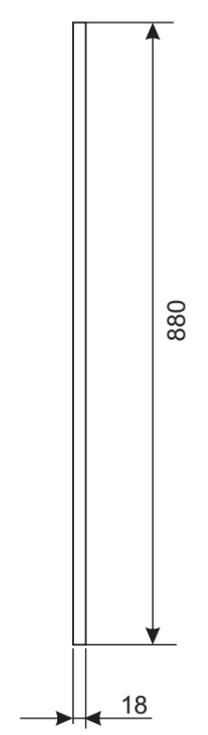
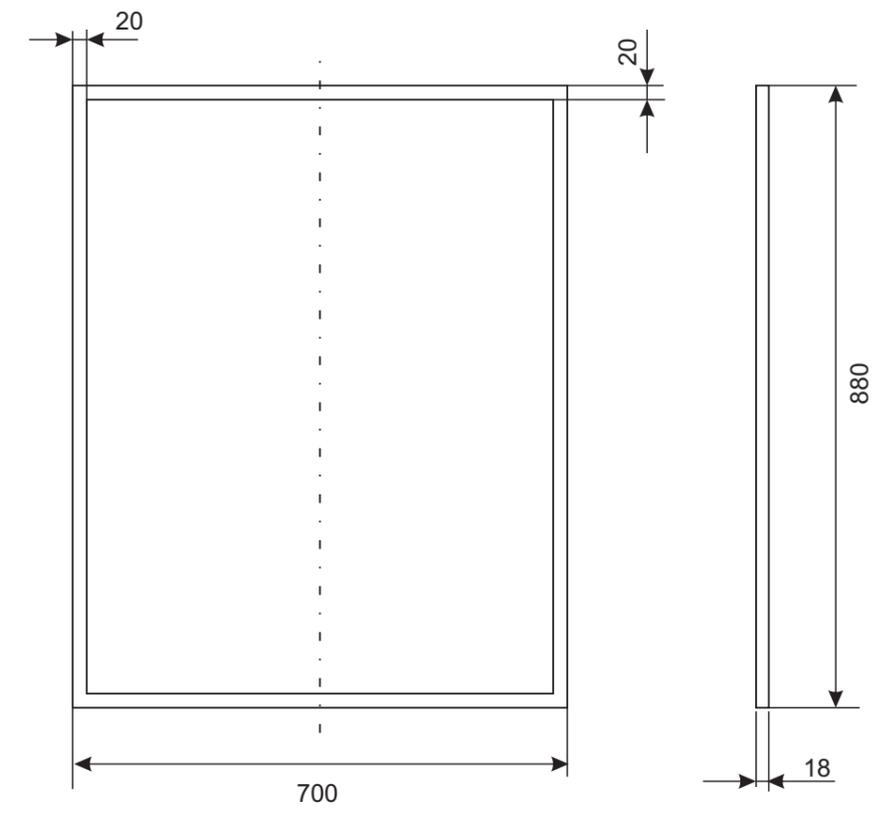
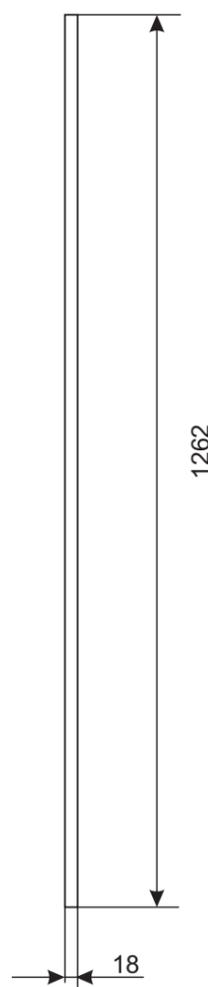
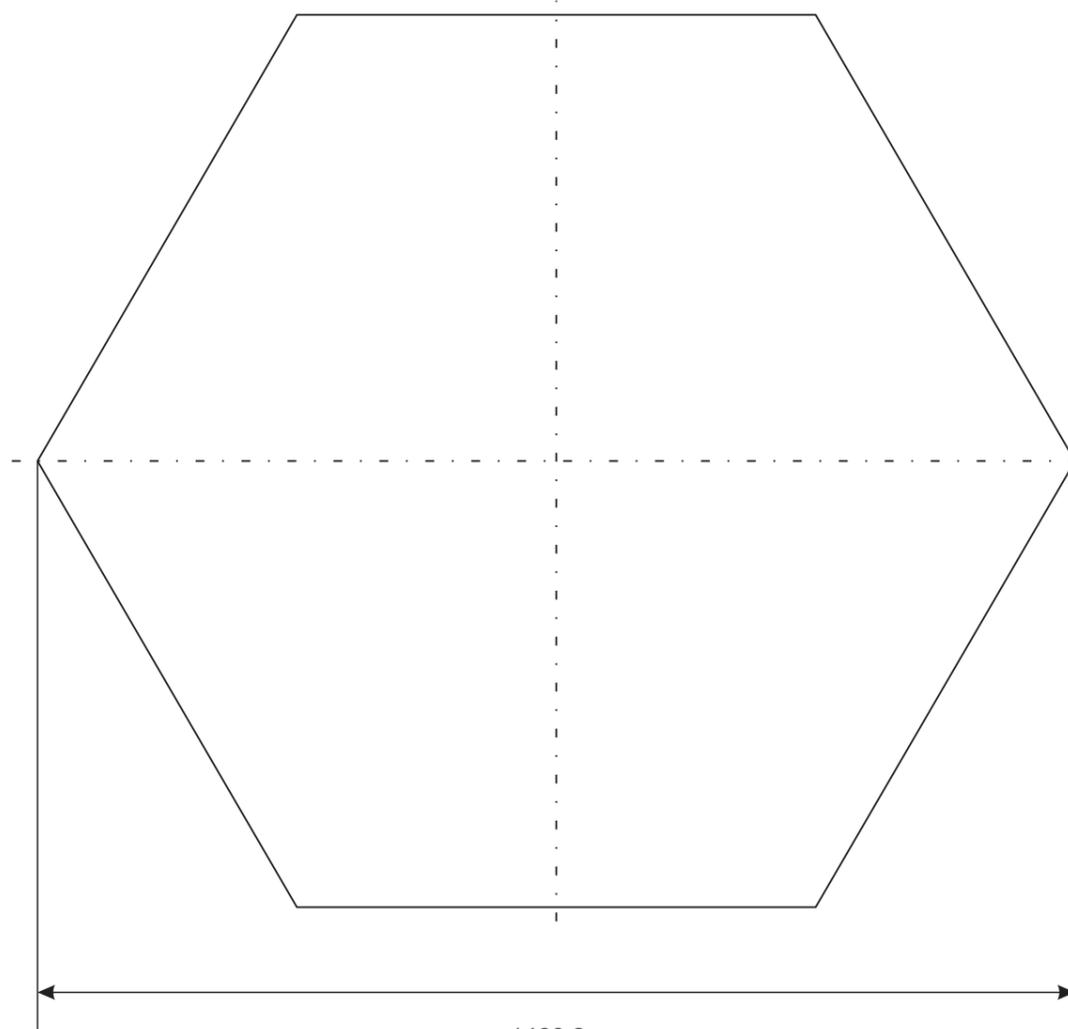
Universidade Federal de Campina Grande - CCT					
Unidade Acadêmica de Design					
TCC Design					
Título: Partes da Cabine			Projetista/ Desenhista: João Andrade		Projeção: Vistas Ortogonais
Escala: 1:10	Prancha: 2/8	Unidade: mm	Controle: ok	Data: 28/08/2013	Visto:



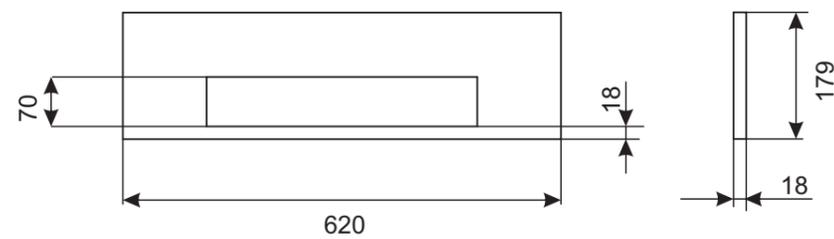
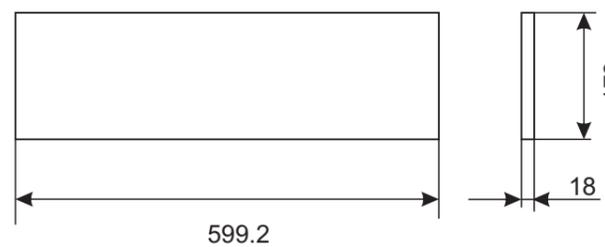
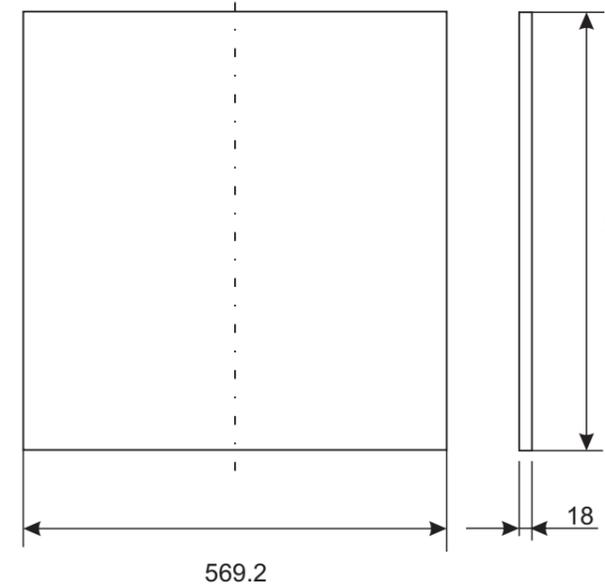
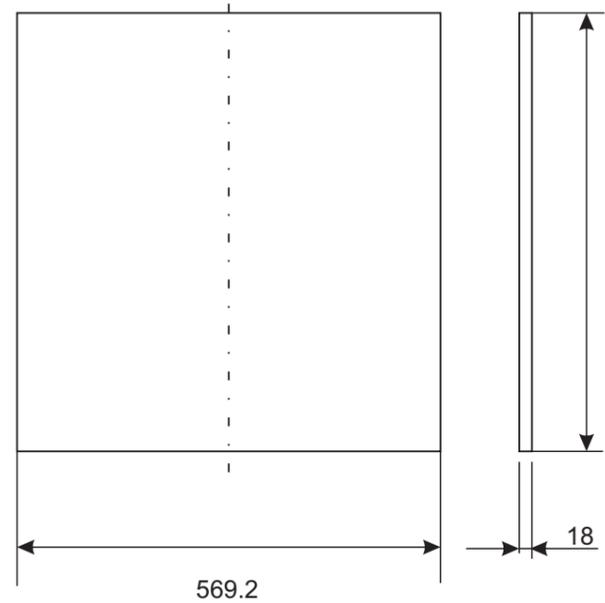
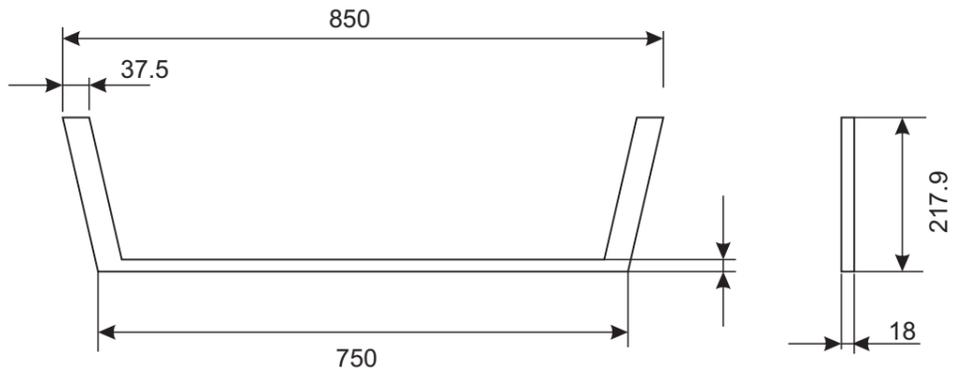
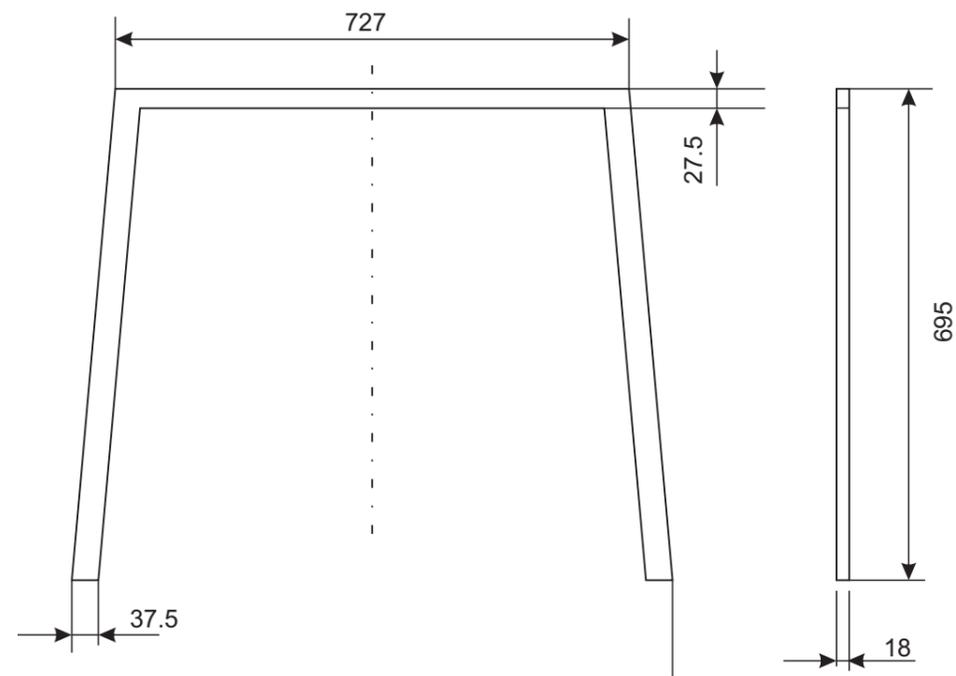
Universidade Federal de Campina Grande - CCT					
Unidade Acadêmica de Design					
TCC Design					
Título: Partes da Cabine			Projetista/ Desenhista: João Andrade		Projeção: Vistas Ortogonais
Escala: 1:10	Prancha: 3/8	Unidade: mm	Controle: ok	Data: 28/08/2013	Visto:



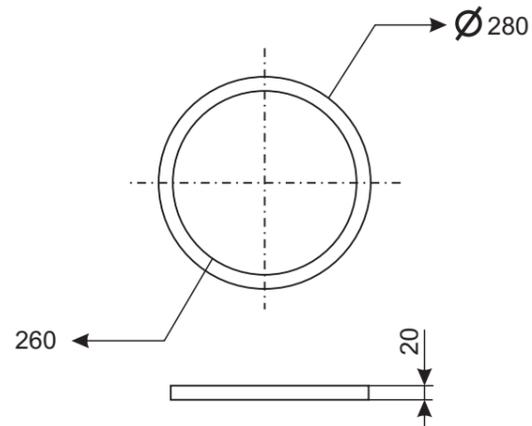
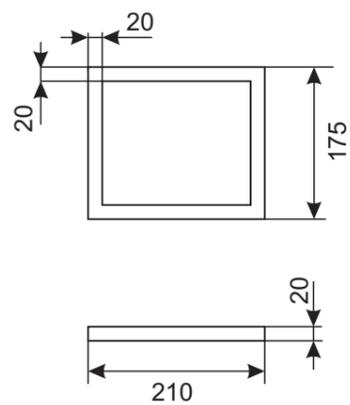
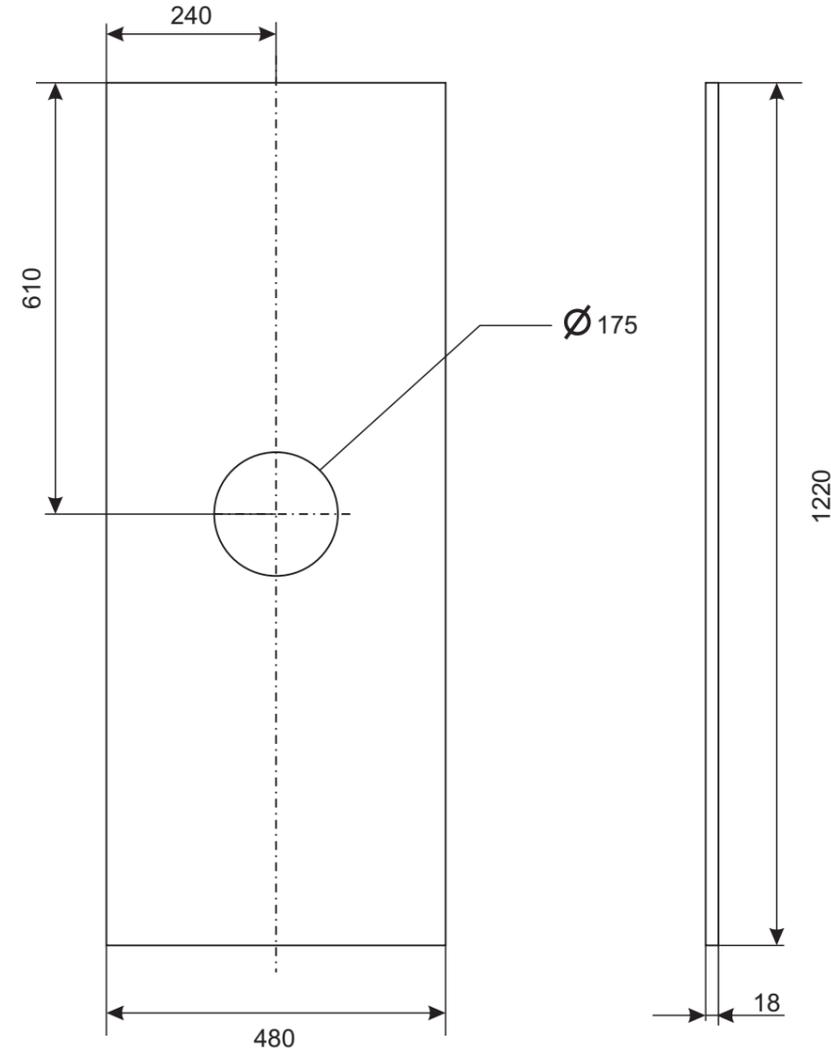
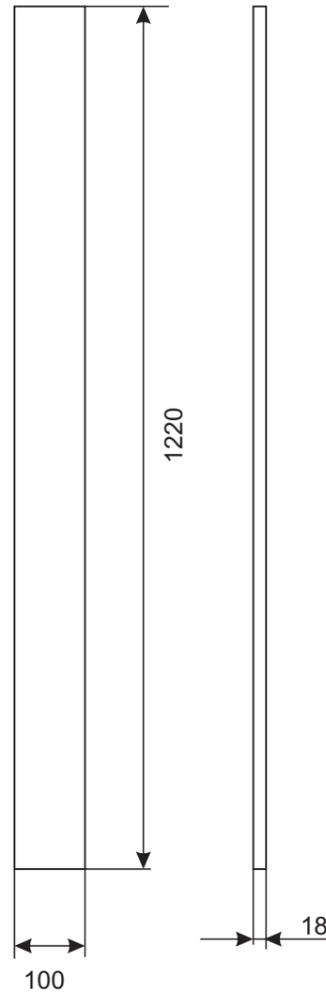
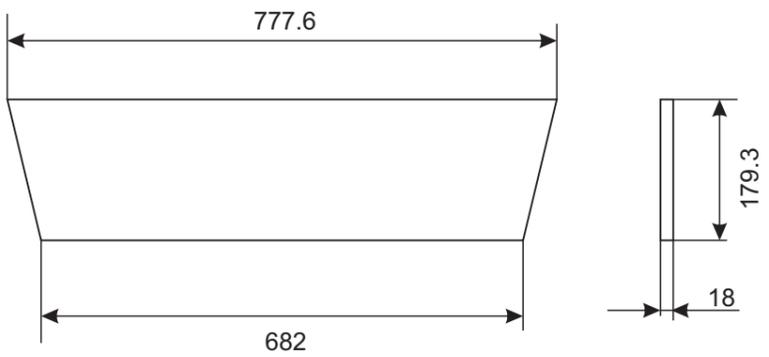
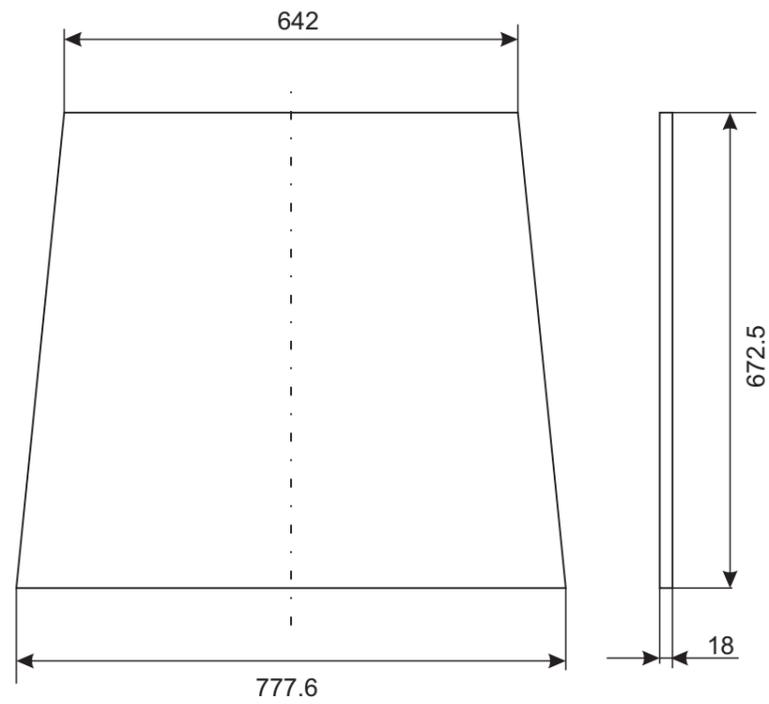
Universidade Federal de Campina Grande - CCT					
Unidade Acadêmica de Design					
TCC Design					
Título: Suporte de bandejas			Projetista/ Desenhista: João Andrade		Projeção: Vistas Ortogonais
Escala: 1:10	Prancha: 4/8	Unidade: mm	Controle: ok	Data: 28/08/2013	Visto:



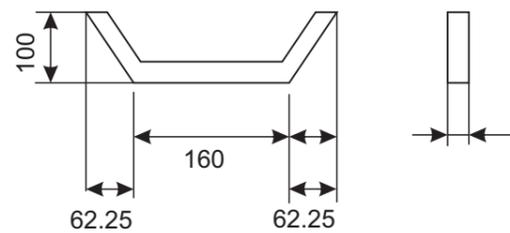
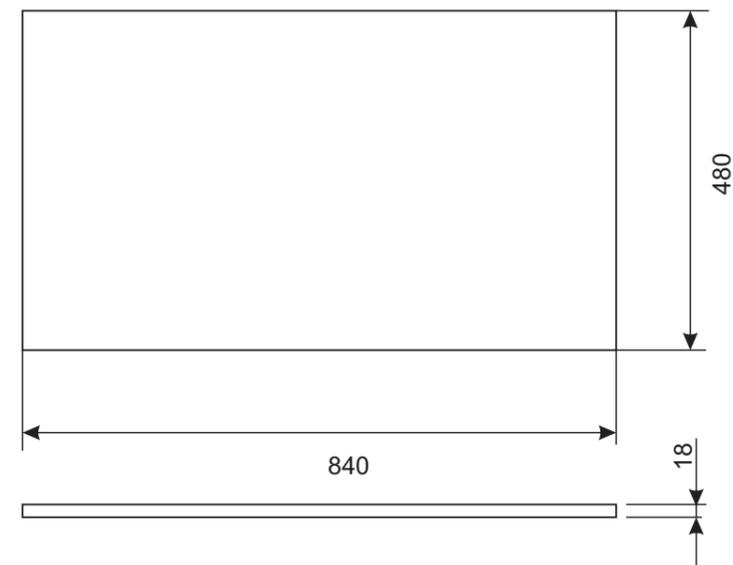
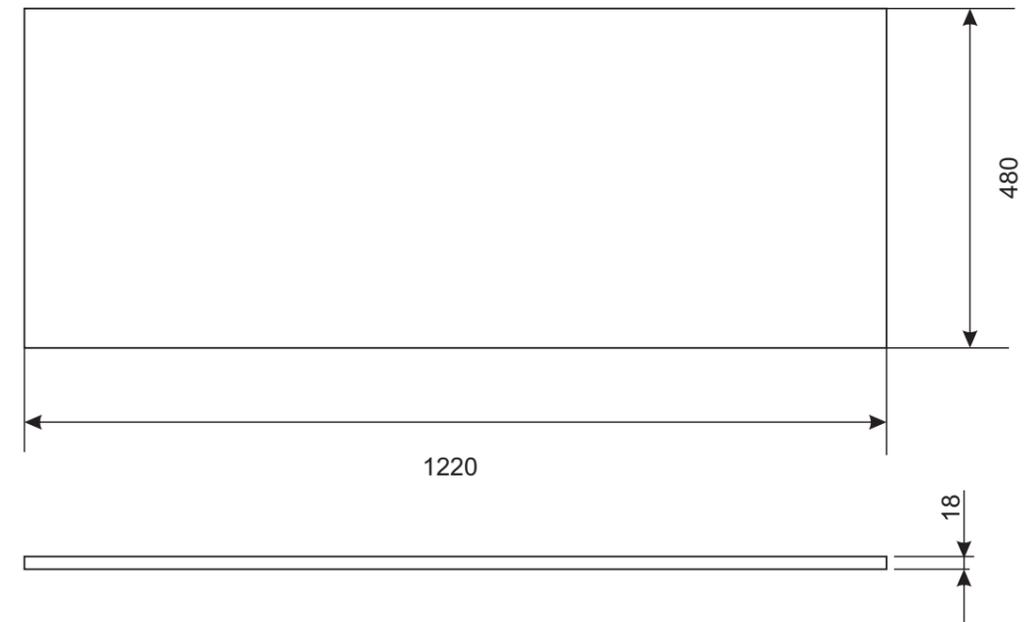
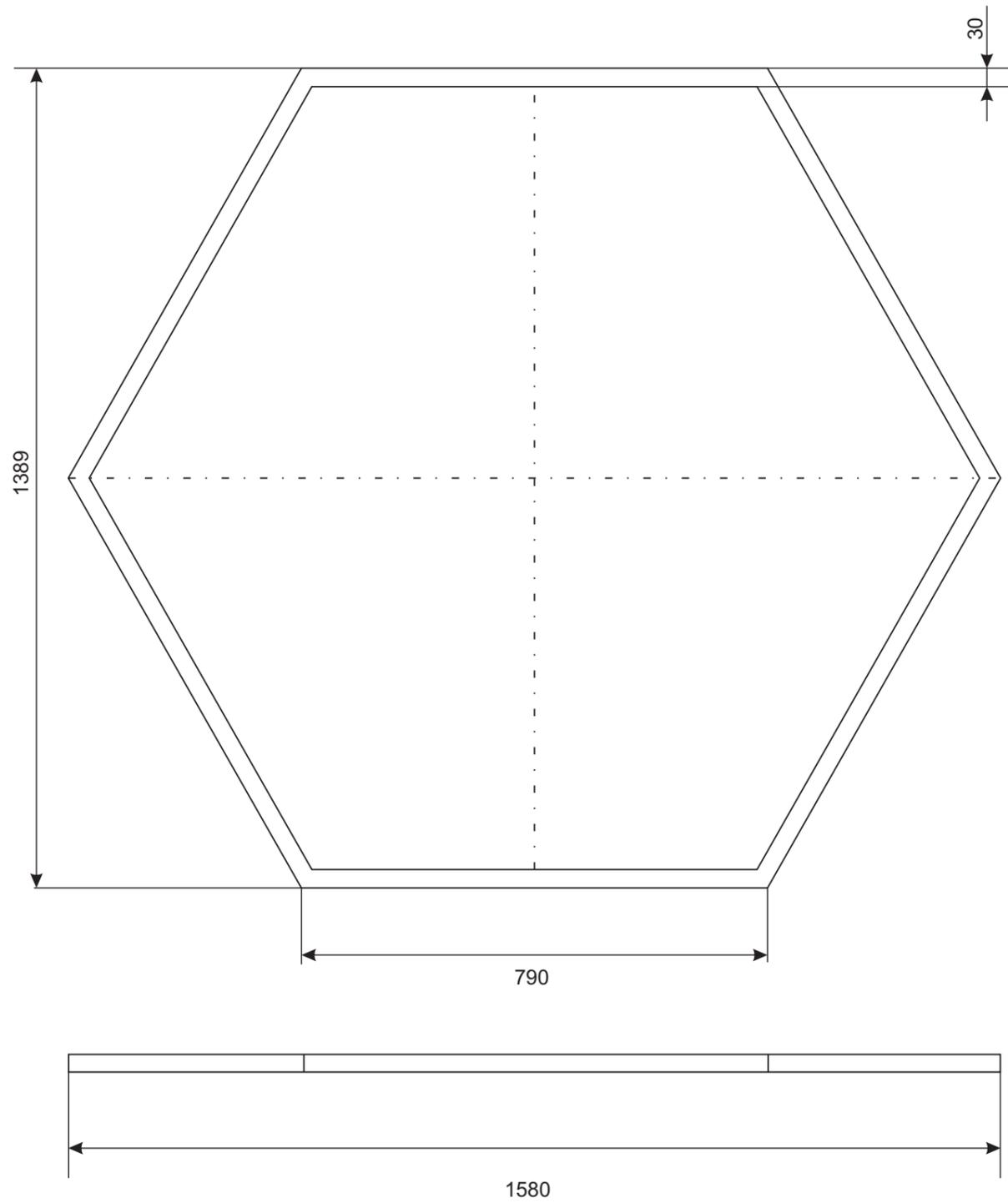
Universidade Federal de Campina Grande - CCT					
Unidade Acadêmica de Design					
TCC Design					
Título: Partes da carenagem inferior			Projetista/ Desenhista: João Andrade		Projeção: Vistas Ortogonais
Escala: 1:10	Prancha: 5/8	Unidade: mm	Controle: ok	Data: 28/08/2013	Visto:



Universidade Federal de Campina Grande - CCT					
Unidade Acadêmica de Design					
TCC Design					
Título: Partes da carenagem inferior			Projetista/ Desenhista: João Andrade		Projeção: Vistas Ortogonais
Escala: 1:10	Prancha: 6/8	Unidade: mm	Controle: ok	Data: 28/08/2013	Visto:



Universidade Federal de Campina Grande - CCT					
Unidade Acadêmica de Design					
TCC Design					
Título: Partes da carenagem inferior			Projetista/ Desenhista: João Andrade		Projeção: Vistas Ortogonais
Escala: 1:10	Prancha: 7/8	Unidade: mm	Controle: ok	Data: 28/08/2013	Visto:



Universidade Federal de Campina Grande - CCT					
Unidade Acadêmica de Design					
TCC Design					
Título: Partes da carenagem inferior			Projetista/ Desenhista: João Andrade		Projeção: Vistas Ortogonais
Escala: 1:10	Prancha: 8/8	Unidade: mm	Controle: ok	Data: 28/08/2013	Visto: