

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | Tipo<br>Doc.: Relatório Técnico                              | Nº<br>DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título<br>Doc.: Projeto Conceitual                           |   |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |   |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome<br>Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

### ÍNDICE DE REVISÕES

| REV. | DESCRIÇÃO E / OU FOLHAS REVISADAS                                   |
|------|---|
| 0    | EMISSÃO ORIGINAL – PARA COMENTÁRIOS E AJUSTES DO ORIENTADOR TÉCNICO |
| 1    | DOCUMENTO ATUALIZADO E AJUSTADO PARA VALIDAÇÃO DO CLIENTE           |

| REVISÃO   | REV. 0     | REV. 1   | REV. 2 | REV. 3 | REV. 4 | REV. 5 |
|-----------|------------|----------|--------|--------|--------|--------|
| DATA      | 20/08/2020 | 27/08/20 |        |        |        |        |
| EXECUTADO | EQUIPE     | EQUIPE   |        |        |        |        |
| REVISADO  | LUIS A.    | LUIS A.  |        |        |        |        |

|   |  |   |                   |  |  |  |
|---|--|---|-------------------|--|--|--|
| <br><small>Federação das Indústrias do Estado da Bahia</small> | Tipo<br>Doc.: Relatório Técnico                              | Nº<br>DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |                   |  |  |  |
|   | Título<br>Doc.: Projeto Conceitual                           |   | Folha:<br>2 de 29 |  |  |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |   |                   |  |  |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome<br>Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |                   |  |  |  |
| APROVADO  |  | <i>Felipe Pinheiro</i>                              |                   |  |  |  |
| APROVADO  |  | <i>Daw Silva</i>                                    |                   |  |  |  |

## Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Objetivo.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. Bibliografia e referências adicionais .....</b>                | <b>3</b>  |
| 3.1 Metodologia de Projetos .....                                    | 3         |
| 3.2 Ergonomia .....  | 3         |
| 3.3 Internet/Sites .....   | 4         |
| <b>3. Verificação do escopo do problema.....</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>4. Estabelecimento da estrutura funcional.....</b>                | <b>8</b>  |
| <b>5. Pesquisa dos princípios de solução para o dispositivo.....</b> | <b>11</b> |
| <b>6. Combinações dos princípios de solução .....</b>                | <b>12</b> |
| <b>7. Propostas de conceito para o dispositivo.....</b>              | <b>15</b> |
| 7.1 Conceito I .....   | 16        |
| 7.1.1 Indexação superior.....  | 17        |
| 7.1.2 Indexação inferior.....  | 18        |
| 7.1.4 Corpo do dispositivo.....                                      | 19        |
| 7.1.5 Mecanismo de ajuste de altura.....                             | 20        |
| 7.1.6 Sistema <i>Error Profing</i> .....                             | 21        |
| 7.1 Conceito II .....  | 23        |
| 7.2.1 Indexação superior.....  | 24        |
| 7.2.2 Mecanismo de ajuste de altura.....                             | 25        |
| <b>8. Conceito preliminar adotado .....</b>                          | <b>26</b> |
| <b>9. Atualização do escopo do projeto.....</b>                      | <b>28</b> |
| <b>10. Observações Finais.....</b>                                   | <b>29</b> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

## 1. Objetivo

Desenvolver o projeto conceitual de um dispositivo de retenção temporária da tampa da mala, que seja capaz de sustentar o porta-malas do novo veículo concebido pela FORD (CAMAÇARI). Nesta fase é realizada a atribuição da configuração e disposição geométrica do produto, através da integração dos princípios de solução, seguida da delimitação da estrutura funcional do produto, análise dos sistemas, subsistemas e componentes, definição de layout/estilo, análise das possibilidades e seleção da concepção preliminar do produto. O conceito em desenvolvimento deve ser concebido de forma segura, prática e eficiente, atendendo aos requisitos de engenharia já elucidados na fase informacional do projeto.

## 2. Bibliografia e referências adicionais

A seguir são apresentadas as referências bibliográficas e técnicas que foram consideradas relevantes pela pesquisa realizada durante a fase conceitual do projeto. A lista abaixo poderá, a qualquer momento, ser ampliada, caso outras fontes sejam necessárias ou relevantes ao projeto.

### 3.1 Metodologia de Projetos

1. AMARAL et al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos. São Paulo: Saraiva, 2006.
2. ULLMAN, D.G. The Mechanical design process. Singapore: McGraw-Hill, 1992.
3. ALLIPRANDINI, DARIO HENRIQUE [et al]. GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: Uma referência para melhoria do processo. 1ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

### 3.2 Ergonomia

1. EQUIPE ATLAS. Segurança e Medicina do Trabalho. 81ª. ed. Salvador, BA: Atlas, 2018.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

### 3.3 Internet/Sites

1. DELOGIC. Saiba o que é Poka Yoke e como implantar na empresa. Disponível em: <https://blog.delogic.com.br/o-que-e-poka-yoke-e-como-implantar-na-empresa/>
2. Indústria Hoje. O que é Poka Yoke. Disponível em: <https://industria hoje.com.br/o-que-e-poka-yoke>
3. LOUREIRO, Golin Ricardo; FILHO, Poletto Antonio Jose; ZACHI, Mallia Jussara; CARDOSO, Siqueira Miquelle Francisca; HERRERA, Erica Vania. Aplicação de ferramenta a prova de falha “POKA YOKE” como ações resultantes de FMEA de processo em unidades produtivas do setor automobilístico. ABEPRO. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014\\_TN\\_STO\\_196\\_112\\_25432.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_196_112_25432.pdf)
4. NOVIDÁ BLOG. Poka Yoke: O que é e como aplicar?. Disponível em: <https://www.novida.com.br/blog/poka-yoke>
5. PANGARTTE, Reginaldo. Utilização de Poka Yoke em processo de testes na indústria eletroeletrônica. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4153/1/PB\\_ESEP\\_I\\_2014\\_18.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4153/1/PB_ESEP_I_2014_18.pdf)
6. SlidePlayer. Conceito Poka Yoke. Erros e Defeitos. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/1262828>
7. REGULAGEM Altura Pino Com Trava. [S. l.]. Disponível em: <https://www.cemporcentobatera.com.br/banco-naga-no-garage-series-regulagem-altura-pino-com-trava>. Acesso em: 2 ago. 2020.
8. FILE:SADDLE quick release clamp.JPG. 2012. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saddle\\_quick\\_release\\_clamp.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saddle_quick_release_clamp.JPG). Acesso em: 05 ago. 2020
9. Imagem da trava: PIXBAY. Ferrolho gancho. Disponível em <<https://pixabay.com/pt/vectors/bent-olho-hardware-ferrolho-gancho-2027715/>>. Acesso em AGO 2020.
10. Mazda CX-5 DIGITAL Owner's Manual. [S. l.]. Disponível em: <https://www.mazdausa.com/static/manuals/2020/cx-5/contents/04030208.html>. Acesso em: 27 jul. 2020.

|  |  |  |
|--|--|--|
| <br>SENAI CIMATEC SISTEMA FIEB<br>Federação das Indústrias do Estado da Bahia | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|  | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|  | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

11. CADILLAC CTS Wagon SRX Chevy Equinox GMC Terrain Liftgate Striker. [S. l]. Disponível em: <https://www.amazon.com/Cadillac-Equinox-Terrain-Liftgate-15929713/dp/B00MG3O01E>. Acesso em: 27 jul. 2020.
12. GM TechLink Power Liftgate Latch Connector. [S. l]. Disponível em: <https://gm-techlink.com/?p=7005>. Acesso em: 27 jul. 2020.

### 3. Verificação do escopo do problema

Como primeira atividade da fase conceitual foi realizada uma verificação de escopo do problema, com o intuito de entender um pouco melhor o contexto e as nuances associadas a aplicação do dispositivo. Para tanto, alguns dados foram coletados para delimitar o contexto de estudo, são eles: parâmetros de processo (vide Quadro 1), layout e dimensões da linha de montagem (vide Figura 1 e Quadro 2), além de algumas características dimensionais do veículo (vide Quadro 3).

Quadro 1 – Tempo das operações associadas ao dispositivo

| Processo                       | Tempo (min) | Tempo (s) |
|--------------------------------|-------------|-----------|
| Pega do dispositivo            | 0.0688      | 4.128     |
| Abertura do porta-malas        | 0.06235     | 3.741     |
| Instalação do dispositivo      | 0.0774      | 4.644     |
| Montagem das peças             | 0.68478     | 41.0868   |
| Desinstalação do dispositivo   | 0.02365     | 1.419     |
| Retorno do dispositivo ao rack | 0.0129      | 0.774     |
| Verificação da montagem        | 0.02365     | 1.419     |
| Operação completa              | 0.95353     | 57.2118   |

Fonte: Própria.

As informações do tempo das operações (vide Quadro 1) foram obtidas com base na folha de processo elaborada pelo engenheiro técnico responsável da empresa e, a partir dela é possível obter uma estimativa do tempo total de operação para instalação da mola gás no porta-malas do novo veículo. A duração dessas operações está suscetível a variações, uma vez que não reflete completamente a realidade prática da natureza do processo. Sendo assim, essa informação será utilizada como referência para reiterar a importância da eficiência operacional do dispositivo.

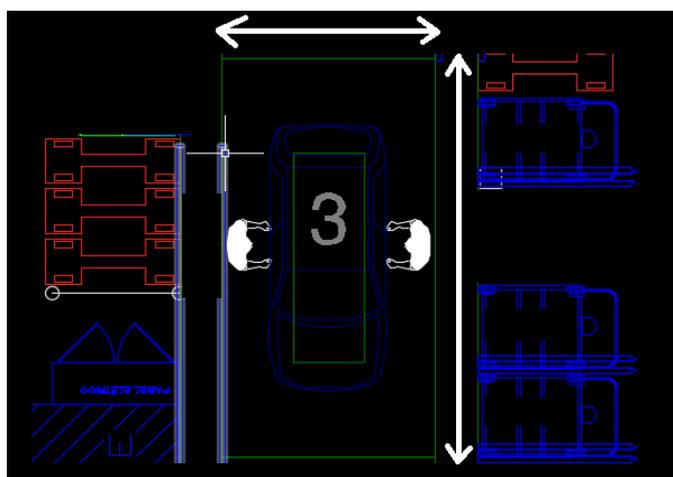
|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Quadro 2 – Dimensões da estação de montagem das peças

| Layout - Linha de montagem | Dimensão (mm) |
|----------------------------|---------------|
| Comprimento da estação     | 5500          |
| Largura da estação         | 3000          |

Fonte: Própria.

Figura 1 - Layout da Linha de Montagem



Fonte: Própria.

As dimensões e o layout da linha de montagem acima serão utilizados como referência para definição do ambiente de operação do dispositivo.

Quadro 3 – Parâmetros dimensionais do veículo

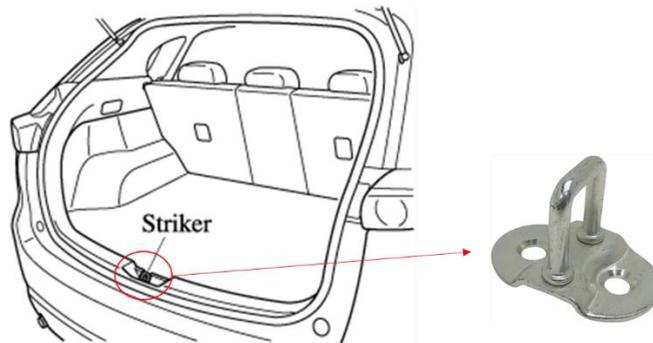
| Veículo                             | Dimensão             |
|-------------------------------------|----------------------|
| Altura ideal de montagem            | 1230,30 mm           |
| Largura da zona livre               | 1088,02 mm           |
| Área livre com o porta-malas aberto | 0,988 m <sup>2</sup> |

Fonte: Própria.

Os parâmetros dimensionais (vide Quadro 3) foram coletados através do CAD do veículo em desenvolvimento pela empresa. A altura ideal de montagem foi atribuída a partir da distância entre o componente conhecido como *liftgate striker* (vide Figura 2) e o *liftgate latch* (vide Figura 3), quando uma abertura do porta-malas de 80° é considerada (ângulo máximo para execução da montagem dos componentes do sistema mola-gás).

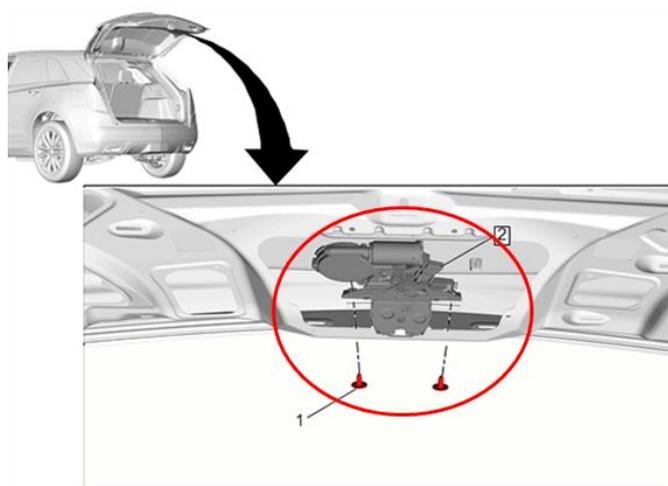
|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Figura 2 – Liftgate Striker



Fonte: Mazda, 2020 (adaptada).

Figura 3 – Liftgate Latch



Fonte: GM TechLink (2020).

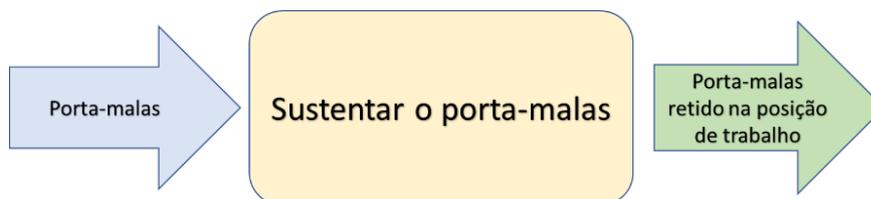
As informações reunidas acima servirão como elementos-chave no processo de concepção do conceito preliminar do dispositivo, uma vez que delimitam o escopo do problema para o desenvolvimento do produto proposto.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

#### 4. Estabelecimento da estrutura funcional

A atividade executada nesta etapa do projeto consistiu em descrever as funções e as capacidades desejadas/necessárias, para que o produto final possa ser concebido a fim de desempenhar suas funcionalidades, conforme às especificações atribuídas. Na Figura 4 é indicada a função global do dispositivo, definindo a função primária, a entrada e a saída para o produto em desenvolvimento.

Figura 4 – Função Global do dispositivo

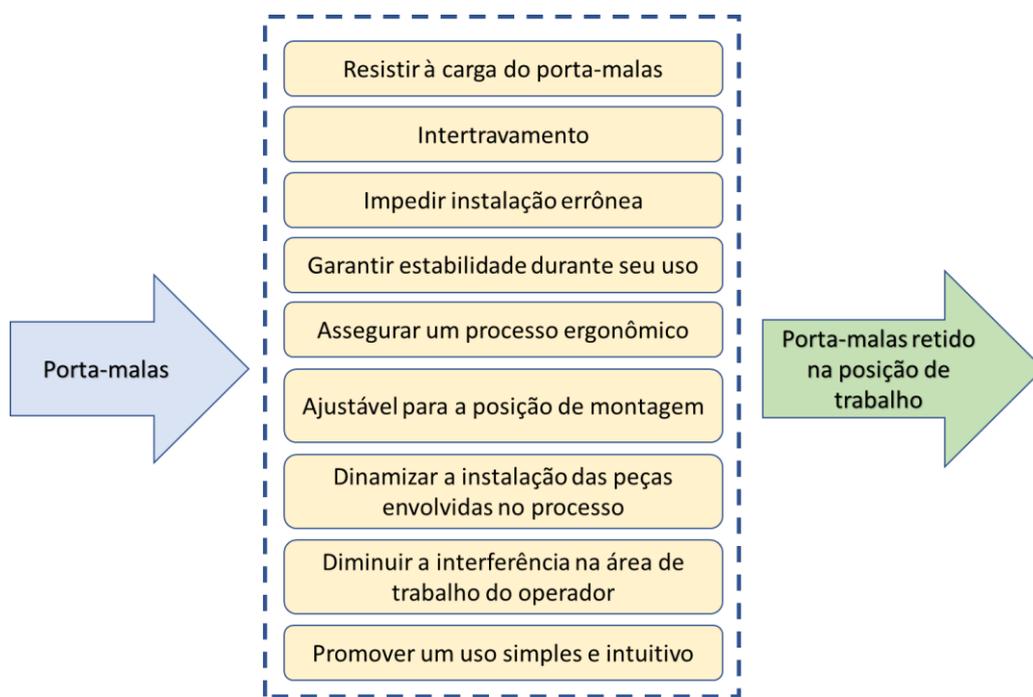


Fonte: Própria.

Com a decomposição da função global do produto, foi possível determinar e elaborar a sua estrutura simplificada, a qual servirá de base para determinação das soluções do conceito em desenvolvimento. A Figura 5 representa a esquematização da estrutura simplificada do dispositivo e indica que a função global foi decomposta em oito funções específicas, fundamentadas nos requisitos de engenharia do projeto.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Figura 5 – Funções específicas do dispositivo



Fonte: Própria.

Após a estruturação das funções específicas, o passo seguinte consistiu em prover um breve descritivo para cada uma das funções listadas na estrutura funcional, possibilitando assim um melhor entendimento de cada uma delas, conforme representado no Quadro 4.

Quadro 4 – Descritivo das funções específicas do dispositivo

|   | Funções Específicas                                  | Descrição  |
|---|--|--|
| 1 | Resistir à carga do porta-malas                      | Para a manutenção da tampa do porta-malas na posição aberta o dispositivo deve resistir ao peso durante todo o tempo de exposição a esta condição.   |
| 2 | Intertravamento                                      | O intertravamento irá garantir a permanência do dispositivo na condição travada durante a operação de instalação da mola gás.  |
| 3 | Impedir instalação errônea ( <i>Error Proofing</i> ) | A ação de obter e instalar o dispositivo ficará a cargo do operador, que por si só não é capaz de eliminar o risco de uma instalação incorreta, dessa forma, a característica de <i>Error Proofing</i> do dispositivo será responsável por permitir apenas a instalação correta e bloquear 100% das tentativas incorretas. |
| 4 | Garantir estabilidade durante o uso                  | O dispositivo será exposto à carga imposta pelo próprio peso da tampa do porta-malas, vibrações e possíveis choques mecânicos, todavia sua estrutura e mecanismos deverão ser capazes de sustentar a tampa, de maneira estável e segura, na altura especificada para execução da operação de montagem.                     |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <br><small>Federação das Indústrias do Estado da Bahia</small> | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 5 | Assegurar um processo ergonômico                        | Todos os pontos de contato físico do dispositivo com o operador - isto é, manoplas de apoio, alavancas, botões, etc. -precisarão oferecer empunhadura, posicionamento e esforço mínimo para o acionamento em total conformidade com as normas e requerimentos de ergonomia especificados pelo cliente.      |
| 6 | Ajustável para a posição de montagem                    | O dispositivo terá um mecanismo de ajuste de altura em 1 nível, da posição totalmente retraída para posição de montagem. Esse mecanismo torna o dispositivo compacto, além de facilitar a instalação e remoção do mesmo.  |
| 7 | Dinamizar a instalação das peças envolvidas no processo | O processo de montagem em série requer a operação mais enxuta possível com ferramentas e dispositivos que atendendo de maneira prática aos comandos e movimentações executadas pelo operador.   |
| 8 | Diminuir interferência na área de trabalho do operador  | Para qualquer operação seria desejável 0 (zero) interferência na zona de trabalho, porém, em situações onde isso não é possível, espera-se uma mínima interferência desde que a redução de tamanho e o posicionamento dispositivo não degradem o seu desempenho.  |
| 9 | Promover um uso simples e intuitivo                     | A utilização do dispositivo se torna mais simples e intuitiva quando seu acionamento pode ser feito na menor quantidade de passos possíveis, além disso, as interfaces homem/máquina devem ser construídas com elementos familiares ao dia a dia do operador, facilitando assim o seu reconhecimento e uso. |

Fonte: Própria.

Com o intuito de direcionar e facilitar as pesquisas dos princípios de solução mais adequados ao atendimento das funções supracitadas, foi definida uma estrutura base para o conceito do dispositivo proposto. O mesmo foi dividido em 5 partes principais:

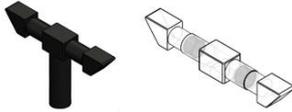
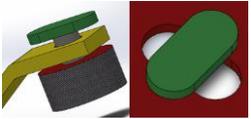
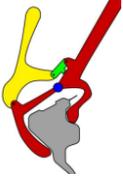
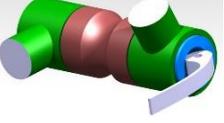
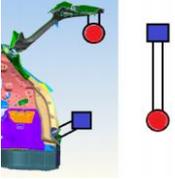
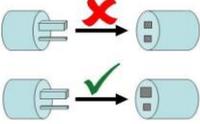
- 1) Indexação superior;
- 2) Indexação inferior;
- 3) Corpo;
- 4) Mecanismo de ajuste de altura;
- 5) Sistema error proofing.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | N° DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

## 5. Pesquisa dos princípios de solução para o dispositivo

Nesta etapa foram definidos princípios de soluções que atendam as funções determinadas anteriormente. A matriz morfológica foi aplicada, de acordo com a estrutura base mencionada previamente (tópico 4 – estrutura funcional), e as possibilidades listadas no Quadro 4. A busca e a consulta de itens já utilizados pela empresa foram ferramentas de apoio para a definição dos princípios de solução iniciais.

Quadro 4 - Matriz morfológica inicial para o dispositivo

|                                | Opções  |  |   |
|--------------------------------|---|--|---|
|                                | 1   | 2  | 3   |
| Indexação superior             |   |   |   |
| Indexação inferior             |  |  |  |
| Corpo do dispositivo           |  |  |  |
| Mecanismos de ajuste de altura |  |  |  |
| Sistemas error proofing        |  |  |  |

Fonte: Própria.

|  |  |  |
|--|--|--|
| <br>SENAI CIMATEC SISTEMA FIEB<br>Federação das Indústrias do Estado da Bahia | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|  | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|  | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

## 6. Combinações dos princípios de solução

A matriz morfológica apresentada no tópico anterior expôs os princípios de solução disponíveis para cada parte da estrutura do dispositivo. O próximo passo do processo consistiu em listar as propostas que melhor atendem aos requisitos de engenharia apresentados no Quadro 5. O Quadro 6 demonstra as 3 primeiras melhores combinações selecionadas. A definição destas configurações foi realizada em conjunto com o cliente.

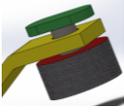
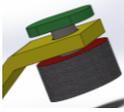
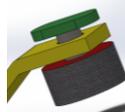
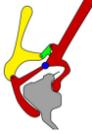
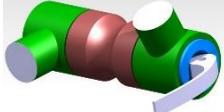
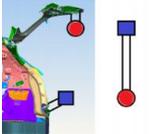
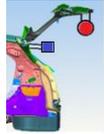
Quadro 5 - Requisitos de Engenharia do projeto

| Parâmetros                              |
|---|
| Resistência à carga do porta-malas      |
| Intertravamento                         |
| Instalação à prova de erros             |
| Estabilidade                            |
| Ergonomia                               |
| Comprimento ajustável                   |
| Facilidade operacional                  |
| Baixa Complexidade                      |
| Uso simples e intuitivo                 |
| Baixa Interferência na zona de trabalho |
| Durabilidade                            |
| Baixo Peso                              |
| Baixo Custo                             |

Fonte: Própria

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | N° DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Quadro 6 - Configurações iniciais apresentadas ao cliente

|                                | Configuração 1  | Configuração 2   | Configuração 3  |
|--------------------------------|---|--|---|
| Indexação superior             |    |     |    |
| Indexação inferior             |    |    |    |
| Corpo do dispositivo           |    |    |    |
| Mecanismos de ajuste de altura |   |   |   |
| Sistemas error proofing        |  |  |  |

Fonte: Própria.

Cada uma das configurações acima citadas foi analisada de forma criteriosa pela equipe do projeto, atribuindo notas para cada proposta das partes do dispositivo base (vide quadro 7), de acordo com os parâmetros já mencionados (vide Quadro 5). Um sistema de pesos foi adotado para as notas atribuídas, devido a uma maior importância relativa de alguns requisitos de engenharia. Um peso 3 foi adotado para os requisitos sinalizados em vermelho no Quadro 5 e para os demais foi adotado um peso 2.

|  |  |  |
|--|--|--|
| <br>SENAI CIMATEC SISTEMA FIEB<br>Federação das Indústrias do Estado da Bahia | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|  | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|  | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Quadro 7 - Comparativo das configurações

|  | Configuração I | Configuração II | Configuração III |
|--|----------------|-----------------|------------------|
| <b>Resistência à carga do porta-malas</b>      | 4.5            | 4.4             | 4.1              |
| <b>Intertravamento</b>                         | 5.0            | 4.7             | 5.0              |
| <b>Instalação à prova de erros</b>             | 5.0            | 5.0             | 5.0              |
| <b>Estabilidade</b>                            | 4.4            | 4.3             | 4.3              |
| <b>Ergonomia</b>                               | 3.8            | 4.0             | 3.8              |
| <b>Comprimento ajustável</b>                   | 4.5            | 4.5             | 3.0              |
| <b>Facilidade operacional</b>                  | 4.3            | 4.2             | 4.3              |
| <b>Baixa Complexidade</b>                      | 3.9            | 3.7             | 3.0              |
| <b>Uso simples e intuitivo</b>                 | 4.6            | 4.6             | 4.5              |
| <b>Baixa Interferência na zona de trabalho</b> | 3.8            | 3.8             | 5.0              |
| <b>Durabilidade</b>                            | 3.7            | 3.5             | 3.0              |
| <b>Baixo Peso</b>                              | 4.0            | 3.8             | 4.5              |
| <b>Baixo Custo</b>                             | 4.4            | 4.2             | 3.5              |
| <b>Total</b>                                   | <b>27.8</b>    | <b>27.3</b>     | <b>26.3</b>      |

Fonte: Própria.

As informações citadas acima foram reunidas e apresentadas inicialmente ao cliente, o qual demonstrou interesse pela configuração I, porém solicitou as seguintes modificações:

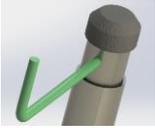
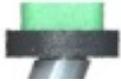
- Diminuição do número de partes móveis do dispositivo, a fim de torná-lo mais simples, aumentar a durabilidade e diminuir o custo de fabricação;
- Buscar utilizar mecanismos rígidos, devido a facilidade construtiva, maior estabilidade, durabilidade e baixo custo;
- Usar o peso do próprio porta-malas como forma de retenção do dispositivo, sem a necessidade de adicionar elementos travantes, pois é uma das formas mais simples de assegurar a posição retida do mesmo sem agregar partes móveis, onerar o peso e o custo.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

## 7. Propostas de conceito para o dispositivo

A partir da seleção realizada anteriormente, a equipe retrabalhou a configuração I de modo a atender às solicitações adicionais feitas pelo cliente. Após intensas discussões e alinhamentos internos, chegou-se a 2 propostas de conceito para o dispositivo (vide quadro 8). Para cada parte dos conceitos foram levantadas as vantagens e desvantagens, a fim de estabelecer um comparativo entre ambos ao final da análise.

Quadro 8 – Propostas de Conceito

|                                | Conceito I  | Conceito II   |
|--------------------------------|---|---|
| Indexação superior             |   |    |
| Indexação inferior             |  |  |
| Corpo do dispositivo           |  |  |
| Mecanismos de ajuste de altura |  |  |
| Sistemas error proofing        |  |  |

Fonte: Própria.

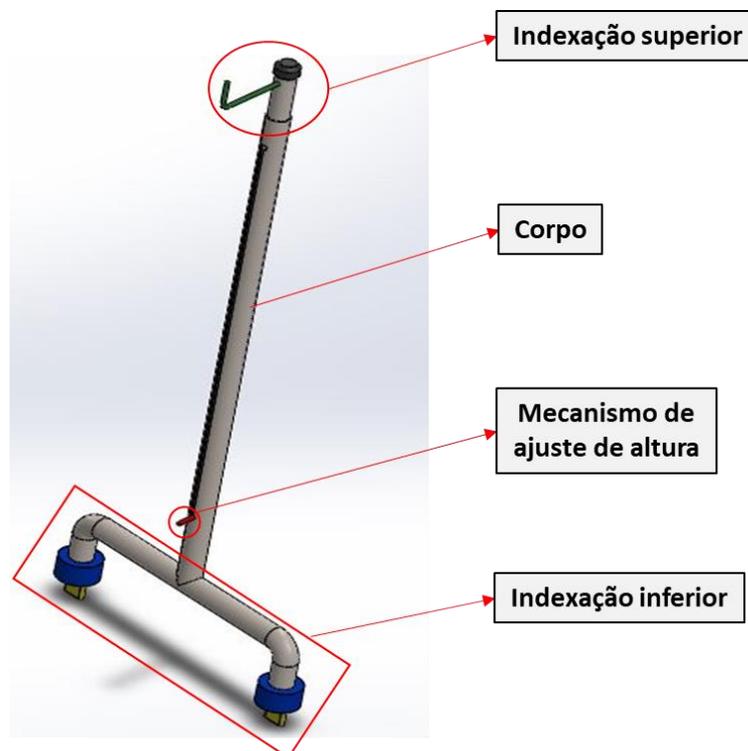
|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

## 7.1 Conceito I

O conceito I (vide Figura 4) foi desenvolvido priorizando a simplicidade construtiva. Além disso, esse primeiro conceito atende às solicitações feitas pelo cliente:

- Diminuição das partes móveis: esse conceito conta apenas com uma única parte móvel - o mecanismo de ajuste altura;
- Priorização da utilização de mecanismos rígidos: formado por estruturas tubulares sólidas e inteiriças em sua grande maioria, apresentando somente uma bipartição na porção central do seu corpo, com o intuito de viabilizar o ajuste de altura necessário;
- Retenção através da gravidade: A retenção do dispositivo é realizada através dos sistemas de apoio inferior e superior. Para tal, o peso próprio do porta-malas é responsável por garantir a retenção sem a necessidade de elementos travantes.

Figura 4 – Proposta de conceito I



Fonte: Própria.

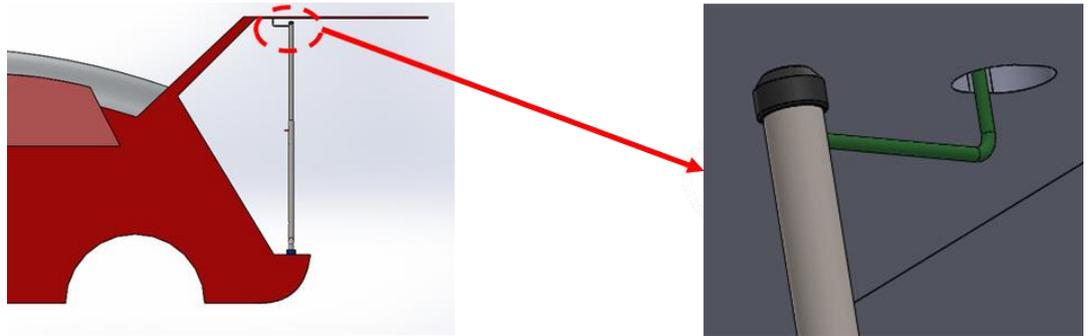
|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

### 7.1.1 Indexação superior

- Tipo: Apoio central e ganho lateral (vide Figura 5)
- Princípio de funcionamento: O apoio central (ilustrado em preto na Figura 5) irá sustentar o peso do porta-malas na sua porção superior. Um gancho lateral foi associado para que este possa ser acomodado no interior do furo oblongo mostrado na Figura 5. Essa ideia foi concebida para evitar que o dispositivo seja desacoplado durante a sua utilização devido a interferências externas (vibrações da linha de montagem e eventuais choques mecânicos acidentais). Desta maneira que foi concebido, o mesmo só terá condições de ser desacoplado mediante diminuição do seu comprimento, através do mecanismo de ajuste de altura (acionado somente pelo operador), garantindo assim a segurança operacional do procedimento.
- Características: Geometria e operação simplificada, fácil fabricação, ancoramento por apoio sem a necessidade de partes móveis e sistemas de intertravamento.
- Vantagens:
  - Proporciona leveza
  - Elevada vida útil
  - Baixo custo
  - Baixa complexidade
  - Estabilidade moderada
- Desvantagens:
  - Desgaste do batente pode dificultar a montagem da mola gás

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Figura 5 – Apoio central e gancho lateral



Fonte: Própria.

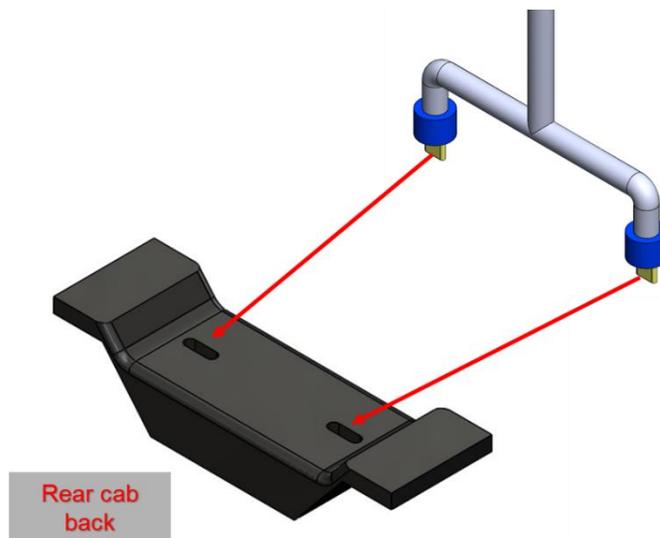
### 7.1.2 Indexação inferior

- Tipo: Encaixe macho (vide Figura 6)
- Princípio de funcionamento: A parte inferior do dispositivo é ancorada na região do *rear cab back*, onde existem dois furos oblongos. A geometria dos pontos de indexação inferior (encaixe macho) foi concebida de modo a copiar o perfil do furo citado, garantindo assim um bom ancoramento e estabilidade do dispositivo. O mesmo permanecerá retido com auxílio do peso do porta-malas que possibilita que ele seja mantido nesta posição. A retirada só será possível quando o peso do porta-malas não mais atuar sobre essa região (momento em que a mola-gás já está instalada) e o operador realizar um movimento ascendente para sua remoção.
- Características: Elemento robusto, design simples, boa estabilidade e baixo custo de fabricação.
- Vantagens:
  - Sistema simples
  - Uso intuitivo
  - Aplicação sem necessidade de adaptação do veículo
  - Assegura um processo ergonômico

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | Tipo<br>Doc.: Relatório Técnico                              | N°<br>DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título<br>Doc.: Projeto Conceitual                           |   |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |   |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome<br>Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

- Desvantagens:
  - Risco de deformação plástica localizada no elemento oblongo devido a força de contato existente no *rear cab back*
  - Risco de deformação plástica localizada na região de ancoramento

Figura 6 – Encaixe macho no *rear cab back*



Fonte: Própria.

#### 7.1.4 Corpo do dispositivo

- Tipo: Tubular (Figura 7)
- Características: Geometria simples e vazada, de fácil fabricação, durável, largamente utilizada em aplicações estruturais e fácil de ser encontrada no mercado.
- Vantagens:
  - Boa estabilidade
  - Proporciona leveza
  - Fácil fabricação
  - Baixo custo

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

- Desvantagens:
  - Promove interferência na zona de trabalho do operador

Figura 7 – Corpo tubular



Fonte: Própria.

### 7.1.5 Mecanismo de ajuste de altura

- Tipo: Pino e rasgo (vide Figura 8), ajuste em 1 nível – posição retraída e posição de montagem.
- Princípio de funcionamento: O mecanismo se vale do movimento de deslizamento relativo entre dois tubos acoplados concêntricamente. O tubo externo possui um canal usinado na parte central de sua estrutura associado a dois sulcos laterais posicionados nas extremidades do canal. O outro tubo possui um pino (em vermelho na Figura 8) soldado à sua estrutura e conta com o grau de liberdade de rotação em relação ao primeiro tubo. Para acionar o mecanismo, o operador terá que movimentar o tubo interno através do pino até que se encontre o primeiro sulco, utilizado como região de ancoramento e retenção do pino por forma. Uma vez travado, o dispositivo estará disposto na sua posição ideal para a montagem. Para recolher o mesmo, o operador terá que retirar o pino da posição estendida e levá-lo a sua posição inicial, promovendo assim a diminuição do comprimento do dispositivo, suficiente para remoção da haste lateral da indexação superior.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

- Características: Mecanismo simples, com design de baixa complexidade, fácil de fabricar e com poucos elementos móveis associados ao seu funcionamento.
- Vantagens:
  - Mecanismo simples
  - Facilidade operacional
  - Fabricação de baixa complexidade
  - Promove um uso intuitivo
- Desvantagens:
  - Ancoramento do pino requer pressão axial constante
  - Desgaste por atrito das partes móveis

Figura 8 – Mecanismo de ajuste “pino e “rasgo”



Fonte: Própria.

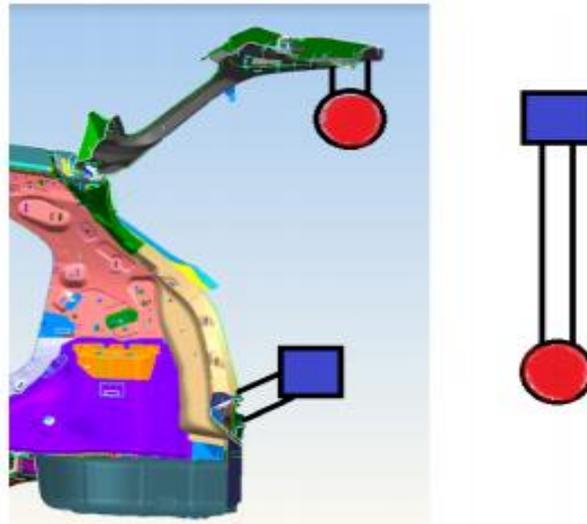
#### 7.1.6 Sistema *Error Proofing*

- Tipo: Poka yoke de posicionamento (vide Figura 9).
- Princípio de funcionamento: A concepção de geometrias diferentes para as extremidades do dispositivo, associados a regiões específicas de ancoramento, impede que o operador promova a inversão do dispositivo e instale erroneamente.
- Características: Tem como principal objetivo eliminar a causa geradora do erro, que pode estar ligada a inúmeras possibilidades no procedimento de operação.

|  |  |  |                 |
|--|--|--|-----------------|
| <br>Federação das Indústrias do Estado da Bahia | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |                 |
|  | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  | Folha: 22 de 29 |
| <b>Theoprax</b>  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |                 |
|  | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |                 |

- Vantagens:
  - Não permite instalação errônea
  - Sem design adicional
  - Facilidade operacional
  - Promove um uso simples e intuitivo
- Desvantagens:
  - Mais peças empregadas na construção do dispositivo
  - Fabricação de geometrias diferentes
  - Requer atenção do operador na instalação

Figura 9 – Poka yoke de posicionamento



Fonte: Própria.

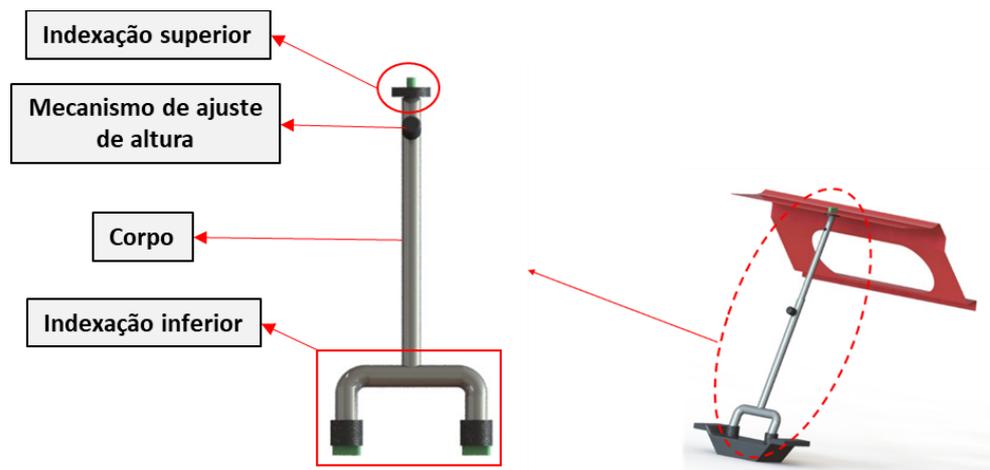
|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

## 7.1 Conceito II

O conceito II (vide Figura 10) foi desenvolvido priorizando uma maior estabilidade e melhor ancoramento para o dispositivo. O mesmo possui características muito similares ao conceito I, **diferindo apenas na estratégia de indexação superior e no mecanismo de ajuste de altura**. Além disso, assim como o primeiro conceito, este atende similarmente às solicitações do cliente:

- Diminuição das partes móveis: De maneira análoga ao primeiro conceito, esse conta apenas com uma única parte móvel - o mecanismo de ajuste altura;
- Priorização da utilização de mecanismos rígidos: formado também por estruturas tubulares sólidas e inteiriças em sua grande maioria, apresentando somente uma divisão na porção central do seu corpo, com o intuito de viabilizar o ajuste de altura necessário.
- Retenção através da gravidade: A retenção do dispositivo é realizada através dos sistemas de apoio inferior e superior, os quais copiam a forma das superfícies de ancoramento. Para tal, o peso do próprio do porta-malas é responsável por garantir a retenção do dispositivo.

Figura 10 – Proposta de conceito II



Fonte: Própria.

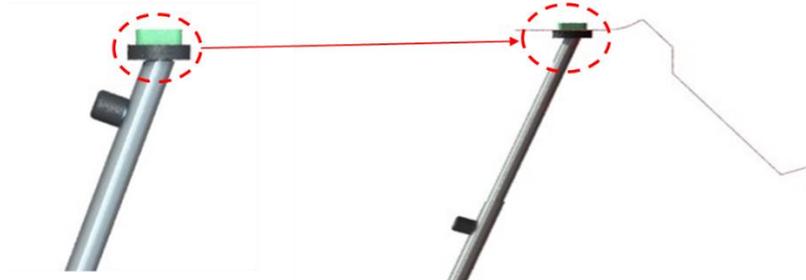
|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

### 7.2.1 Indexação superior

- Tipo: Encaixe oblongo por forma (vide Figura 11)
- Princípio de funcionamento: O ancoramento da parte superior é realizado por meio de um encaixe por forma. A extremidade superior do dispositivo apresenta um *design* (elemento em verde na Figura 11) que copia a geometria do furo presente na porção superior da tampa do porta-malas. O operador terá que localizar o furo e realizar o encaixe, de modo que o dispositivo ficará retido devido à força peso do porta-malas. O mesmo só poderá ser desacoplado quando não mais houver incidência da carga (momento em que a mola-gás encontra-se instalada), e seu desacoplamento só será permitido mediante retração do dispositivo, através do mecanismo de ajuste de altura.
- Características: Geometria no formato de um oblongo obtido por usinagem, de encaixe por forma, e de fácil operação.
- Vantagens:
  - Boa estabilidade
  - Leveza
  - Custo acessível
  - Elevada vida útil
- Desvantagens:
  - Dificuldade de remoção do dispositivo
  - Risco de deformação plástica localizada na região de ancoramento
  - Requer atenção para localização durante a instalação

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Figura 11 – Encaixe por forma



Fonte: Própria.

### 7.2.2 Mecanismo de ajuste de altura

- Tipo: Mecanismo de pino com retorno por mola (vide Figura 12), com ajuste em um nível – posição retraída e posição de montagem.
- Princípio de funcionamento: Este mecanismo também se vale do movimento de deslizamento relativo entre dois tubos acoplados concetricamente. Um pino com retorno por mola é associado entre os tubos externo e interno. Em ambos os tubos existem furações concêntricas em determinadas posições pré-definidas. O operador terá que puxar o pino e deslizar o tubo até encontrar a próxima furação visível, e então soltar o pino. Quando o pino retorna, o mesmo encontra o furo e nele fica retido na posição estabelecida para a montagem. Para promover a retração do dispositivo, o operador repetirá o processo em movimento descendente até encontrar a posição original.
- Características: fácil manuseio e acionamento, conceito largamente difundido e comumente aplicado em mecanismos que requerem ajuste de altura, possuindo assim uma variedade de opções.
- Vantagens:
  - Baixo esforço
  - Simples e intuitivo
  - Fácil construção
  - Baixa complexidade
  - Baixo custo

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

- Desvantagens:
  - Ajuste de altura pode ser insuficiente
  - Desgaste por atrito das partes móveis

Figura 12 – Mecanismo por pino



Fonte: Própria.

## 8. Conceito preliminar adotado

Como as duas propostas, explanadas anteriormente, apresentam soluções que atendem aos requisitos e especificações do projeto e são classificadas como satisfatórias até o presente momento, torna-se necessário definir qual a concepção que melhor atende às solicitações do projeto. Desta maneira, o método da matriz de decisão foi empregado para seleção da solução a ser adotada para o projeto.

O uso dessa ferramenta se dá pela comparação direta entre as concepções, analisando-as de acordo com os parâmetros do Quadro 5. Assim, para cada um deles foram atribuídas notas de 1 a 5 como caráter avaliativo. Para os requisitos de engenharia que apresentam um maior importância relativa ao projeto (resistência à carga do porta-malas, intertravamento, instalação à prova de erros, estabilidade, ergonomia e comprimento ajustável), atribuiu-se um peso 3 e para os demais, peso 2. O Quadro 9 expõe as comparações executadas e aponta que o conceito II, sob o ponto de vista analítico, demonstra ser a melhor alternativa.

|   |  |  |
|---|--|--|
| <br><b>SENAI CIMATEC</b> SISTEMA <b>FIEB</b><br><small>Federação das Indústrias do Estado da Bahia</small> | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Quadro 10 – Matriz de decisão

|   | Conceito I  | Conceito II |
|---|-------------|-------------|
| Resistência à carga do porta-malas      | 4.5         | 4.5         |
| Intertravamento                         | 4.0         | 4.5         |
| Instalação à prova de erros             | 5.0         | 5.0         |
| Estabilidade                            | 4.0         | 4.5         |
| Ergonomia                               | 4.0         | 4.5         |
| Comprimento ajustável                   | 4.5         | 5.0         |
| Facilidade operacional                  | 5.0         | 5.0         |
| Baixa Complexidade                      | 4.5         | 4.0         |
| Uso simples e intuitivo                 | 5.0         | 5.0         |
| Baixa Interferência na zona de trabalho | 4.0         | 4.0         |
| Durabilidade                            | 4.5         | 4.0         |
| Baixo Peso                              | 4.2         | 4.2         |
| Baixo Custo                             | 4.4         | 4.0         |
| <b>Total</b>                            | <b>28.2</b> | <b>28.9</b> |

**Legenda**

|   |               |
|---|---------------|
|  | Pontos fortes |
|  | Pontos fracos |

Fonte: Própria.

As configurações apresentaram valores muito próximos, o que fornece margem para uma análise qualitativa como forma de conclusão da avaliação. Nesse contexto, as propostas mencionadas foram apresentadas ao cliente e, apesar dos números apontarem que o conceito II é a melhor alternativa, o cliente optou pelo conceito I.

A principal justificativa dada pelo cliente foi a simplicidade do conceito I, com menor quantidade de elementos móveis e componentes como um todo do dispositivo. Isso o torna mais fácil de ser fabricado, além de reduzir o custo, sem comprometer seu desempenho funcional de forma satisfatória. Sendo assim, a equipe do projeto entendeu o ponto de vista do cliente e adotou este conceito preliminar, o qual será amadurecido na próxima fase do projeto.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
|  | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

## 9. Atualização do escopo do projeto

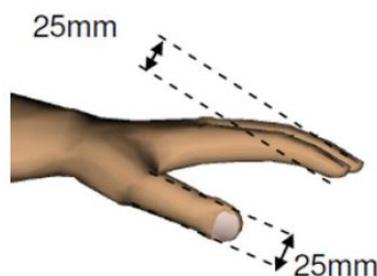
Após discussões realizadas entre a equipe e o cliente do projeto, durante o processo de definição da configuração preliminar do dispositivo, alguns requisitos adicionais de ergonomia foram levantados. Estes foram inseridos como itens a serem considerados na fase seguinte do projeto e estão listados abaixo:

- O alcance vertical (ponto de pega do operador) não pode ultrapassar 1900 mm;
- Esforço máximo permitido para acionamento com os dedos: 45 N ;
- Duração do tempo de exposição para segurar o porta-malas pelo operador:  $\leq 6s$ .

Além disso, as seguintes recomendações adicionais de ergonomia foram passadas pelo cliente:

- Projetar uma área de contato suficiente grande e ergonomicamente confortável para manipulação do pino responsável por promover a elevação do mecanismo de ajuste de altura. Como a manipulação deste pino será feita através dos dedos do operador, é importante levar em consideração as dimensões padrões da mão do mesmo (vide Figura 13).
- Possibilidade de adição de um *handle* para melhorar a manipulação do mecanismo, desde que não onere significativamente o peso do dispositivo;
- Viabilizar uma instalação do dispositivo com o menor ângulo de abertura possível, que permita acesso da mão e da *powertool* para a fixação do *bracket* para o *rear gas*.

Figura 13 – Representação da mão do operador



Fonte: Ford (2020).

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Tipo Doc.: Relatório Técnico                                 | Nº DPI: RELATORIO_TECNICO_PROJ_CONCEITUAL_REV021 |
|   | Título Doc.: Projeto Conceitual                              |  |
| <b>Theoprax</b>   | Projeto: Dispositivo de retenção temporária da tampa da mala |  |
|   | Núcleo: THEOPRAX   | Nome Cliente: FORD (CAMAÇARI)                    |

Adicionalmente as atualizações dos requisitos de ergonomia, uma alteração também foi realizada nos requisitos de engenharia do projeto. Conforme alinhando com o cliente, identificou-se que não há a necessidade de promover um ajuste altura em múltiplos níveis, visto que as variações dimensionais do *rear gas* e das peças envolvidas são mínimas. **Sendo assim, o requisito de engenharia “comprimento ajustável” teve sua especificação-meta modificada de 2 a 3 níveis de ajuste, para 1 único nível (da posição totalmente retraída para posição de montagem).**

## 10. Observações Finais

Como foi possível verificar, nesta etapa do projeto o conceito preliminar do dispositivo foi proposto a partir da definição das suas funções, seguido da concepção do layout, estilo e arquitetura que viabilizassem a atribuição de algumas possíveis formas ao dispositivo. Após todos esses passos, foram desenvolvidos alguns princípios de solução para o dispositivo. Por fim, foi realizada a seleção da configuração melhor balanceada de acordo com os requisitos de engenharia especificados e a opinião do cliente.

O conceito preliminar selecionado para o dispositivo será elemento de estudo da próxima fase do projeto. Para tal, será realizado o dimensionamento, a seleção dos materiais, e posteriormente simulações por elementos finitos para verificação da integridade estrutural do dispositivo.