

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA**

CÂMPUS FLORIANÓPOLIS

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL MECÂNICA

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

ANA MARIA NAVARRO BARBOSA

**AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS EM UM
EQUIPAMENTO COLETOR DE MOEDAS - CATAMOEDA**

FLORIANÓPOLIS, DEZEMBRO DE 2018

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA**

CÂMPUS FLORIANÓPOLIS

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL MECÂNICA

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

ANA MARIA NAVARRO BARBOSA

**AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS EM UM
EQUIPAMENTO COLETOR DE MOEDAS - CATAMOEDA**

Trabalho de Conclusão de
Curso submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecatrônica.

Professor Orientador: Cynthia
Beatriz Scheffer Dutra, Dra. Eng.

FLORIANÓPOLIS, DEZEMBRO DE 2018

Ficha de identificação de obra elaborada pelo autor.

Barbosa, Ana Maria Navarro

Avaliação e Implementação de melhorias em um equipamento coletor de moeda – CataMoeda / Ana Maria Navarro Barbosa ; orientação de Cynthia Beatriz Scheffer Dutra – Florianópolis, SC, 2018

73p

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Mecatrônica. Departamento Acadêmico de Metal Mecânica.

Inclui Referências.

1. CataMoeda. 2. Projeto Mecânico. 3. Moeda. 4. Atualização. 5. Melhoria I. Dutra, Cynthia Beatriz Scheffer. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. III. Avaliação e Implementação de melhorias em um equipamento coletor de moeda – CataMoeda.

AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS EM UM EQUIPAMENTO COLETOR DE MOEDAS – CATAMOEDA

ANA MARIA NAVARRO BARBOSA

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Mecatrônica e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

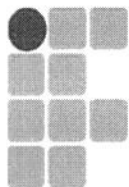
Florianópolis, 13 de Dezembro de 2018

Banca Examinadora:

Cynthia Beatriz Scheffer Dutra, Dra. Eng. (orientadora)

Aurélio da Costa Sabino Netto, Dr. Eng.

Widomar Pereira Carpes Junior, Dr. Eng.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS

DECLARAÇÃO DE FINALIZAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

Declaro que o(a) estudante **ANA MARIA NAVARRO BARBOSA**, matrícula nº **141004852-7**, do Curso de Engenharia Mecatrônica, defendeu o trabalho intitulado **AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS EM UM EQUIPAMENTO COLETOR DE MOEDAS - CATAMOEDA**, o qual está apto a fazer parte do banco de dados da Biblioteca Hercílio Luz do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis.

Florianópolis, 12 de dezembro de 2018.

Prof. Orientador do TCC: Cynthia Beatriz Scheffer Dutra



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS.

DECLARAÇÃO DE FINALIZAÇÃO DE CURSO

Declaro que o(a) estudante **ANA MARIA NAVARRO BARBOSA**, matrícula nº **141004852-7**, do curso de Engenharia Mecatrônica, defendeu o trabalho intitulado **AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS EM UM EQUIPAMENTO COLETOR DE MOEDAS – CATAMOEDA**, o qual está apto a fazer parte do banco de dados da Biblioteca Hercílio Luz do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis.

Florianópolis, **13 de Dezembro de 2018**.

Prof^a. Orientadora do TCC: Cynthia Beatriz Scheffer Dutra

AGRADECIMENTOS

A professora Cynthia, pela orientação durante o desenvolvimento do trabalho e também pelos ensinamentos ao longo de toda a graduação.

A empresa Cata Company pela a confiança depositada a mim no decorrer do ano de desenvolvimento e também pela oportunidade de trabalhar em um de seus equipamentos para a realização desta monografia.

A todos os professores do IFSC no qual tive o privilégio de conhecer e que participaram da minha formação, muito obrigada pelos ensinamentos.

Aos amigos que formei durante a graduação, em especial ao Gabriel Dal Ponte e Arthur Kretzer por todos os bons momentos vividos juntos, pelo companheirismo nos bons e maus momentos e pelo incentivo durante todo o curso, muito obrigada

Ao meu namorado, Alan Valmorbida, por sempre estar ao meu lado e me apoiar.

Aos meus pais, Adolfo e Maria, pois tudo que conquistei devo a eles.

Ao meu irmão João Paulo, pelos ensinamentos, incentivo e momentos de descontração.

“É divertido fazer o impossível!”

Walt Disney

RESUMO

O presente trabalho aborda o desenvolvimento de melhorias em um equipamento coletor de moedas, o CataMoeda. O equipamento foi desenvolvido a mais de 4 anos pela empresa *Cata Company* e está em operação no mercado brasileiroa cerca de 3 anos e, desde o seu desenvolvimento, o mesmo não sofreu alterações tecnológicas significativas. Devido às necessidades da empresa e dos clientes, o equipamento necessita de mudanças para que seu funcionamento seja ainda melhor diminuindo as ocorrências e reduzindo os custos dos processos que envolvem a produção e manutenção do mesmo.

O CataMoeda é um equipamento desenvolvido para solucionar a falta de troco no mercado. Nele, o consumidor deposita suas moedas e o equipamento as contabiliza, visto que não há a necessidade de inseri-las uma a uma ou de separá-las por valor. No interior do equipamento, as moedas passam por etapas de filtragem, separação em série (serilização), validação de moedas e depósito ou descarte.

Tendo como base o funcionamento do equipamento, tem-se que o propósito geral do trabalho foi desenvolver soluções que melhorem seu desempenho frente as diferentes situações em que ele se depara no dia a dia. Desta maneira os itens que sofreram alterações são os que possuem um alto índice de ocorrências como o filtro de entrada, o serializador e as calhas de distribuição do validador. Deste modo, desenvolveu-se módulos de melhoramento que foram inseridos no equipamento com a mínima alteração possível na estrutura já presente. Com isso, as melhorias serão inseridas nos equipamentos que já estão em uso e nos próximos que serão fabricados. Além disso desenvolveu-se também novas versões de itens já presentes como o filtro de entrada e a calha de distribuição do validador.

As melhorias propostas tornaram o equipamento mais robusto visto que muitas das ocorrências atendidas referem-se a itens que foram alterados ou que estão diretamente relacionados com os novos módulos que serão inseridos. Desta maneira, a trajetória que as moedas transitam até que cheguem ao seu destino final (cofre ou descarte) sofreu alterações significativas isto porque as alterações desenvolvidas estão relacionados ao projeto mecânico do equipamento.

Palavras-chave: CataMoeda. Projeto Mecânico. Moeda. Atualização. Melhoria.

ABSTRACT

The present work deals with the development of improvements in a coin collecting equipment, CataMoeda. The equipment was developed more than 4 years by the Cata Company and has been in operation in the Brazilian market for about 3 years and since its development, it had not undergone significant technological changes. Due to the needs of the company and the customers, the equipment needs changes so that its operation is even better reducing the occurrences and the costs of the processes that involve the production and maintenance of the same.

The CataMoeda is a equipment developed to solve the lack of coins in the market. In it, the consumer deposits his coins and the equipment counts them, since there is no need to insert them one by one or to separate them by value. Within the equipment, coins go through stages of filtering, serial separation (serialization), coin validation and deposit or disposal.

Based on the operation of the equipment, it has the general purpose of the work was to develop solutions that improve its performance across the different situations in which he is faced on a daily basis. This way the items that have changed are those with a high rate of occurrences as the input filter, the serializer and validator distribution gutters. With this, the improvements will be inserted in the equipment that is already in use and in the next that will be manufactured. In addition, new versions of items already present, such as the inlet filter and the distribution channel of the validator, have also been developed.

The proposed improvements have made the equipment more robust since many of the occurrences met refer to items that have been changed or are directly related to the new modules that will be inserted. In this way, the trajectory that the coins transit until they reach their final destination (safe box or discard) has undergone significant changes because the changes developed are related to the mechanical design of the equipment.

Key words: CataMoeda. Mechanic Project. Coin. Update. Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - CataMoeda	16
Figura 2 - Processo de fabricação de moedas: a) Inserção das moedas polidas; b) Cunho e virola separadamente; c) Cunho e virola montados; d) Cunhagem das moedas	22
Figura 3 - Processo de fabricação de moedas de 1 real: a) Núcleo à direita e disco à esquerda; b) Moedas finalizadas.....	22
Figura 4 - Processo de fabricação de moedas: a) Empacotamento; b) Conferência; c) Paletização.	23
Figura 5 - Características das moedas.....	23
Figura 6 - Moedas da primeira família do real: a) Moeda de R\$ 0,01; b) Moeda de R\$ 0,05; c) Moeda de R\$ 0,10; d) Moeda de R\$ 0,25; e) Moeda de R\$ 0,50; f) Moeda de R\$ 1,00	24
Figura 7 - Moedas da segunda família do real: a) Moeda de R\$ 0,01; b) Moeda de R\$ 0,05; c) Moeda de R\$ 0,10; d) Moeda de R\$ 0,25; e) Moeda de R\$ 0,50; f) Moeda de R\$ 1,00	24
Figura 8 - Dados gerais da capacidade fabril da CBM; b) Dados de produção de cédulas e moedas pela CBM em 2016.....	25
Figura 9 - Dimensões gerais do CataMoeda	26
Figura 10 - Descrição geral externa do equipamento	27
Figura 11 - Visão geral interna do equipamento: a) Vista isométrica; b) Indicação dos componentes	27
Figura 12 - Trajetória das moedas	28
Figura 13 - Filtro de entrada.....	28
Figura 14 - Serializador de moedas	29
Figura 15 - Validador e calhas de distribuição do validador	29
Figura 16 - Gaveta com as repartições	30
Figura 17 - Objetos estranhos.....	34
Figura 18 - Objetos estranhos encontrados no interior do CataMoeda.....	35
Figura 19 - EFS: a) Chave triangular; b) Local da abertura da estrutura frontal superior; c) Abertura máxima da estrutura	39
Figura 20 - CAD da primeira versão (Item 1).....	40

Figura 21 - Testes do protótipo do item 1 - a) Estado final dos apoios após os testes; b) Zona Crítica; c) Nova versão	41
Figura 22 - CAD da segunda versão (Item 1)	41
Figura 23 - Fixação do pistão - a) Primeira versão; b) Segunda versão	42
Figura 24 - EFI: a) Local de utilização da chave para a abertura da EFI; b) Abertura máxima	43
Figura 25 - Passos para a abertura da EFI: a) Abrir a gaveta; b) Destravar o equipamento; c) Descolar a EFI com o auxílio do joystick.....	44
Figura 26 - Passos para a abertura da EFI: a) Deslocamento da carenagem frontal; b) Retirada total da carenagem frontal.	44
Figura 27 - Pinos guias para posicionamento da carenagem frontal: a) Lado esquerdo; b) Lado direito	45
Figura 28 - CAD da primeira versão (Item 2).....	46
Figura 29 - Passos para a abertura da EFI: a) Destravar a máquina com a chave triângulo; b) abertura final e retirada da carenagem frontal	47
Figura 30 - CAD da segunda versão (Item 2)	48
Figura 31 - Primeira versão do apoio da gaveta: a) CAD; b) Oblongo para ajuste individual	48
Figura 32 - Protótipo da primeira versão do apoio da gaveta: a) Lado esquerdo com a gaveta fechada; b) Lateral esquerda interna; c) Vista superior; d) Vista frontal; e) Lado direito com a gaveta fechada; f) Lateral direita interna	49
Figura 33 - Segunda versão do apoio da gaveta: a) Apoio da gaveta; b) Oblongo para ajuste individual; c) Apoio da gaveta inserido no CataMoeda.....	51
Figura 34 - Desalinhamento do filtro de entrada.....	53
Figura 35 - Acoplamento rígido da linha ADS.....	54
Figura 36 - Novo acoplamento do filtro de entrada.....	55
Figura 37 - Fixação do motor no filtro de entrada: a) Fixação “A”; b) Fixação “B”	55
Figura 38 - Protótipo do sistema de calha vibratória com ventilação interna acoplado ao filtro de entrada	57
Figura 39 - Sistema para remover sujeiras contendo a calha vibratória (azul) e a calha do serializador (vermelho).....	58
Figura 40 - Calha vibratória fixada ao filtro de entrada	59
Figura 41 - Calha vibratória: a) Modelo “A”; b) Modelo “B”	60
Figura 42 - Calha do serializador	61

Figura 43 - Implementação do item 6: a) Modelo antigo; b) Modelo proposto	62
Figura 44 - Posicionador do serializador (atual)	63
Figura 45 - Posicionador do serializador (Proposto)	64
Figura 46 - Calhas de distribuição do validador	65
Figura 47 - Calhas de distribuição: a) Projeto atual; b) Projeto proposto	66
Figura 48 - Primeira versão das calhas de distribuição do validador: – a) Visão geral; b) Encaixes da calha	67
Figura 50 - Segunda Versão das calhas de distribuição do validador	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade e custo de produção de moedas em 2018	25
Tabela 2 - Capacidade de armazenamento do equipamento para moedas brasileiras	30
Tabela 3 - Ocorrências gerais do CataMoeda	31
Tabela 4 - Defeitos do filtro de entrada	32
Tabela 5 - Defeitos do Serializador	33
Tabela 6 - Defeitos do Validador	33
Tabela 7 - Características do pistão utilizado no amortecimento da estrutura frontal superior.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D – 3 Dimensões

ABR – Abril

AGO – Agosto

BCB – Banco Central do Brasil

CAD – Computer-aided design

CMB – Casa da Moeda do Brasil

EFI – Estrutura Frontal Inferior

EFS – Estrutura Frontal Superior

FEV – Fevereiro

JUL – Julho

JUN – Junho

MAR – Março

OBJ – Objeto

QTD – Quantidade

SET – Setembro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.1.1 Objetivos gerais	18
1.1.2 Objetivos específicos	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 HISTÓRIA DA MOEDA	19
2.2 FABRICAÇÃO DA MOEDA.....	21
2.3 MOEDA NO MERCADO BRASILEIRO	25
2.4 CATAMOEDA	26
3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	31
3.1 MELHORIAS PROPOSTAS.....	36
4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS.....	38
4.1 AMORTECEDOR DA EFS	38
4.2 AMORTECEDOR DA EFI E RETIRADA DA CARENAGEM FRONTAL	43
4.3 ACOPLAMENTO DO MOTOR DO FILTRO DE ENTRADA	52
4.4 REMOÇÃO DE SUJEIRA E CALHA DO SERIALIZADOR	56
4.5 POSICIONADOR DO SERIALIZADOR	63
4.6 CALHA DE DISTRIBUIÇÃO DO VALIDADOR	64
5. CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE A – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	74

1. INTRODUÇÃO

A falta de troco no mercado é um problema que incomoda muitos comerciantes e varejistas. Devido à carência de moedas em circulação, mercados e consumidores são os afetados diretamente causando prejuízos e incômodos no setor.

Dentro deste contexto, em 2014, a empresa *Cata Company* desenvolveu um equipamento capaz de solucionar a falta de troco no mercado, o CataMoeda. Segundo a própria empresa “O CataMoeda é um sistema inovador criado para solucionar o problema de falta de troco de maneira criativa.”(CATA MOEDA, 2018). O equipamento é ilustrado a partir da Figura 1.

Figura 1 - CataMoeda



Fonte: Cata Company.

“A Cata Company é uma empresa Internet das Coisas que desenvolve soluções completas de alta inovação na área de gestão de numerários.” (CATA COMPANY, 2018). A empresa possui sede na Lagoa da Conceição em Florianópolis e está presente em mais de 15 países e em grandes varejistas do mercado nacional totalizando 14 patentes em território brasileiro. Além disso, em 2017, foi considerada

pela revista Exame dentro do grupo das Pequenas e Médias Empresas que mais crescem no Brasil além de possuir o Selo Verde, sendo uma empresa que se preocupa com as questões sustentáveis. Por fim, a empresa está “dedicada a resolver problemas de: falta de moedas para troco; segurança e gestão de numerários; proteção de valores em bases e agências de custódia.” (CATA COMPANY, 2018)

O CataMoeda está presente no Brasil em grandes redes de supermercados e também em outros países como Austrália, EUA e México, totalizando cerca de 600 equipamentos. O equipamento funciona da seguinte maneira: o usuário seleciona a forma que deseja trocar suas moedas podendo ser vale-compras, recarga de celular, troca por dinheiro, doação ou outros. Em seguida deposita as moedas no local indicado sem a necessidade de separá-las por valor ou de inseri-las uma a uma. Neste momento, as moedas são contabilizadas e validadas pela máquina em tempo real e o usuário pode acompanhar a contagem na tela do equipamento. Caso alguma moeda não esteja adequada, ou seja, caso seja falsificada, estrangeira ou que esteja fora de circulação, ela será descartada e o usuário poderá pegá-la novamente na área de descarte. Ao final do processo, o equipamento emite um comprovante contendo todos os dados referente ao depósito realizado além da forma de troca e do bônus obtido pelo depósito. Por fim, o comerciante pode retirar as moedas do interior do equipamento, visto que as mesmas são distribuídas em compartimentos separados por valor após o depósito realizado pelo usuário.

Segundo a empresa, até o momento aproximadamente 162 milhões de moedas foram coletadas pelo equipamento totalizando cerca de 90 milhões de reais captados em torno de 800 mil depósitos. Tem-se ainda por volta de 1,3 milhões de toneladas de minérios foram poupados na fabricação de moedas proporcionando ao governo uma economia de aproximadamente 210 milhões de reais. Por fim, tem-se que o equipamento colocou em circulação 76 milhões de reais durante seus 3 anos de atuação no mercado brasileiro. Além disso, os clientes obtiveram cerca de 14,7 milhões de reais em bônus.

Pelo fato de muitos usuários inserirem no equipamento outros objetos que não são moedas, como clips de papel, balas, prendedor de cabelo, papel, elásticos, chips de celular e outros, ocorrem avarias ou comprometimento da funcionalidade do equipamento. Em muitos dos casos, estes objetos estranhos ficam depositados em pontos críticos do equipamento, como filtro de entrada, serializador e validador

ocasionando em problemas no seu funcionamento e obstruindo a passagem de moedas causando o aumento das ocorrências atendidas pelo setor de operações. Por conta disso, tem-se que há a necessidade de reestruturar alguns itens mecânicos e também de inserir módulos de melhoramento em equipamentos que já estão em circulação, para que seu funcionamento se torne cada vez melhor atendendo os clientes e as empresas da melhor maneira possível.

A partir deste contexto, tem-se que o desenvolvimento de melhorias do CataMoeda é de suma importância para a empresa, a fim de que se tenha um equipamento cada vez melhor, diminuindo as manutenções e reduzindo os custos de todo o processo.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos propostos para o desenvolvimento do trabalho são abordados abaixo.

1.1.1 Objetivos gerais

Desenvolver as novas alterações no CataMoeda, realizando melhorias no conjunto mecânico de acordo com a demanda e as necessidades apresentadas pela empresa e pelos clientes.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos estão relacionados as melhorias propostas e estão simplificados abaixo:

- a) Realizar levantamento de melhorias junto à empresa;
- b) Desenvolver as melhorias solicitadas;
- c) Implementar as melhorias;
- d) Avaliar os resultados obtidos e realizar alterações caso necessário.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será abordado um breve histórico da moeda no cenário mundial, como elas são fabricadas no Brasil e como estão presentes no mercado nacional. Em seguida, será detalhado o CataMoeda para posteriormente serem discutidos as justificativas e relevâncias para o desenvolvimento do projeto. Por fim, será exposto a lista de melhorias que foram propostas.

2.1 HISTÓRIA DA MOEDA

“A moeda, como hoje a conhecemos, é o resultado de uma longa evolução. No início não havia moeda, praticava-se o escambo, simples troca de mercadoria por mercadoria, sem equivalência de valor.” (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2018). Tribos que fabricavam determinado produto trocavam mercadorias com outras tribos que fabricavam produtos diferentes como cita SINGER (1988, p.42) “Se uma tribo fabrica cerâmica e a outra peixe, e só se troca cerâmica por peixe, não é preciso ter moeda”. No entanto, no momento em que desejasse trocar uma mercadoria por algo muito específico sem um valor equivalente entre ambos a troca torna-se difícil. Por conta disso surgiu “a primeira forma histórica de moeda, chamada moeda-mercadoria, isto é, uma moeda que, na realidade, é uma mercadoria com funções de dinheiro, com funções de meio de troca” (SINGER, 1988, p.42). A moeda-mercadoria surgiu com o desenvolvimento da divisão social do trabalho e, com isso, muitas mercadorias tornaram-se frequentes nas trocas. Em muitos casos elas eram adquiridas para serem trocadas e não consumidas. No entanto, o fato de algumas moedas serem perecíveis (como alimentos por exemplo) dificultava o comércio a longos prazos.

Muitos itens já serviram como moeda na antiguidade: o gado (por servir de alimento e também por prestar serviços), o sal (era utilizada na conservação de comidas), cereais, rum, cevada, peles, açúcar, seda, e muitos outros itens. No entanto, com o tempo as moedas-mercadorias foram sendo descartadas por não atenderem as demandas da época. Em muitos casos se tinha uma moeda era mais valiosa ou adequada que outra, por serem perecíveis não permitindo assim seu acúmulo e por oscilarem de valor, deste modo elas foram se tornando um importuno

para as transações de mercadorias. Devido a isso “formou-se uma espécie de consenso geral ao longo da história — e isso levou séculos e séculos — em quase todo o mundo de que a moeda-mercadoria deveria ser de metal precioso, basicamente ouro e prata.” (SINGER, 1988, p.43).

Pesquisas arqueológicas indicam que as moedas surgiram há quase 4 mil anos (2 500 a.C.), o que torna o dinheiro tão antigo quanto as pirâmides do Egito. As primeiras moedas surgiram no séc. 7 a.C., no reino da Lídia, onde hoje fica a Turquia. Os lídios inventaram a moeda moderna, com pesos, tamanhos e valores diferentes. Cada pedaço de metal tinha um valor que correspondia a um determinado produto. Assim, o homem começou a dividir e pesar o metal quando pretendia realizar um negócio (O QUE É O DINHEIRO, 2011, p.9).

Em muitos casos tem-se que as moedas refletem os símbolos de uma nação e seus aspectos sociais, econômicos, culturais e nacionais. Inicialmente tinha-se que muitas moedas tinham seu valor agregado a seu material, ou seja, moedas de ouro eram mais valiosas que moedas de prata e cobre. Posteriormente, como o avanço das ligas metálicas e com a utilização do cuproníquel outras ligas passaram a ser amplamente utilizadas e as moedas passaram a circular e a valer pelo valor gravado nela e não pelo material utilizado para sua fabricação.

Como o passar dos tempos muitos negociantes utilizavam recibos em suas negociações, o que deu origem a moeda de papel. Estes recibos eram utilizados para realizar pagamentos, com isso, havia uma circulação de “dinheiro” no mercado. Deste modo surgiram as cédulas, que, do mesmo modo que as moedas, foi aperfeiçoada em seu processo de fabricação e impressão. As cédulas apresentam também a cultura e as características de um país como a língua, a fauna, a flora e até seus governantes.

Por fim, “O conjunto de cédulas e moedas utilizadas por um país forma o seu sistema monetário. Este sistema, regulado por meio de legislação própria, é organizado a partir de um valor que lhe serve de base e que é sua unidade monetária.” (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2018).

2.2 FABRICAÇÃO DA MOEDA

O processo de fabricação de moedas chama-se cunhagem. Este processo surgiu devido a necessidade de se garantir o peso de cada moeda e também da pureza do metal utilizado. Na antiguidade, o metal a ser fundido era aquecido e pesado para, em seguida, ser inserido em moldes do formato da moeda. Após resfriarem as peças eram retiradas dos moldes para serem cunhadas, ou seja, com o auxílio de um martelo o operário utilizava um cunho com a estampa de um governo, por exemplo, para gravar em uma das faces da moeda. Inicialmente este processo era manual e rudimentar ocasionando em moedas irregulares nas bordas, com imperfeições e umas diferentes das outras. Com o avanço da tecnologia e com a revolução industrial passou-se a utilizar máquinas a vapor e posteriormente prensas (como o balancim por exemplo). Atualmente o processo é automatizado e com máquinas elétricas.

No Brasil as moedas são fabricadas pela Casa da Moeda do Brasil (CMB), localizada no Rio de Janeiro.

A Casa da Moeda do Brasil (CMB) é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Fazenda. Fundada em 8 de março de 1694, acumula 322 anos de existência. Foi criada no Brasil Colônia pelos governantes portugueses para fabricar moedas com o ouro proveniente das minerações. Na época, a extração de ouro era muito expressiva no Brasil e o crescimento do comércio começava a causar um caos monetário devido à falta de um suprimento local de moedas. (CMB, 2018)

Em relação a capacidade fabril “A fábrica de moedas está preparada para atender toda a demanda de moedas do meio circulante brasileiro. O processo de fabricação passa pelas etapas de cunhagem, contagem e embalagem.” (CBM, 2018). Além das moedas e cédulas “A empresa fabrica, ainda, produtos na área metalúrgica, como moedas e medalhas comemorativas, distintivos e comendas, utilizando metais nobres como ouro, prata e outras ligas.” (CMB, 2018).

O processo utilizado pela CMB para a fabricação das moedas conta com uma série de etapas que são descritas na sequência. O material bruto para a fabricação das moedas é recebido pela fábrica em formato de discos. Posteriormente eles são submetidos a um processo de polimento para retirar a oxidação presente nos discos até que os mesmos se tornem brilhantes. Em seguida os discos são inseridos

na máquina que realiza a cunhagem das moedas: na máquina há o cunho reverso (ou coroa) que possui a impressão da moeda além da virola que serve para delimitar a dilatação da moeda no momento em que ocorre a cunhagem. A CMB tem capacidade produtiva de 13 milhões de moedas por dia e, a máquina utilizada no processo acima produz 750 moedas por minuto. A Figura 2 ilustra os processos citados acima.

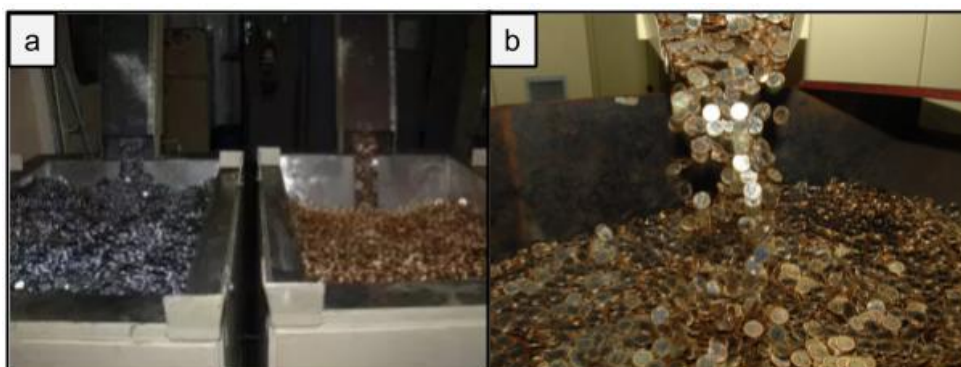
Figura 2 - Processo de fabricação de moedas: a) Inserção das moedas polidas; b) Cunho e virola separadamente; c) Cunho e virola montados; d) Cunhagem das moedas



Fonte: OKAY PESSOAL.

Para as moedas de 1 real onde há a presença de duas peças para formarem a moeda (o disco e o núcleo) no processo de cunhagem a deformação plástica de ambas as peças preenche a folga presente entre elas. A Figura 3 ilustra a etapa inicial e final o processo de fabricação das moedas de 1 real.

Figura 3 - Processo de fabricação de moedas de 1 real: a) Núcleo à direita e disco à esquerda; b) Moedas finalizadas



Fonte: OKAY PESSOAL.

Após o processo de cunhagem, as moedas são inseridas em outro equipamento que realiza a contagem das moedas. Nesta etapa 50 moedas são embaladas em sachês (Figura 4.a). Em seguida 10 sachês são inseridos em um sacolão para que ocorra a conferência de peso (Figura 4.b). Com a conferência realizada com sucesso, várias sacolas são inseridas em caixas de papelão que são lacradas e identificadas para, por fim, um manipulador organizá-las em paletes (Figura 4.c). Por fim as caixas com moedas vão para o cofre da Casa da Moeda juntamente com as cédulas para ficarem a disposição do Banco Central do Brasil (BCB). A Figura 4 ilustra o processo relatado acima referente a contagem, conferência e embalo das moedas.

Figura 4 - Processo de fabricação de moedas: a) Empacotamento; b) Conferência; c) Paletização.



Fonte: OKAY PESSOAL.

Ao final do processo, as moedas produzidas devem apresentar alguns aspectos importantes que são ilustrados pela Figura 5 (tendo como exemplo a moeda de 1 real).

Figura 5 - Características das moedas



Fonte: CMB (2018).

É importante ressaltar que as moedas brasileiras sofreram algumas alterações ao longo dos últimos anos. Deste modo as moedas que estão em circulação fazem parte da primeira e segunda família do real. A primeira família foi emitida de 1994 até 1997 e todas as moedas são de aço inoxidável. A Figura 6 ilustra as moedas da primeira família do real.

Figura 6 - Moedas da primeira família do real: a) Moeda de R\$ 0,01; b) Moeda de R\$ 0,05; c) Moeda de R\$ 0,10; d) Moeda de R\$ 0,25; e) Moeda de R\$ 0,50; f) Moeda de R\$ 1,00

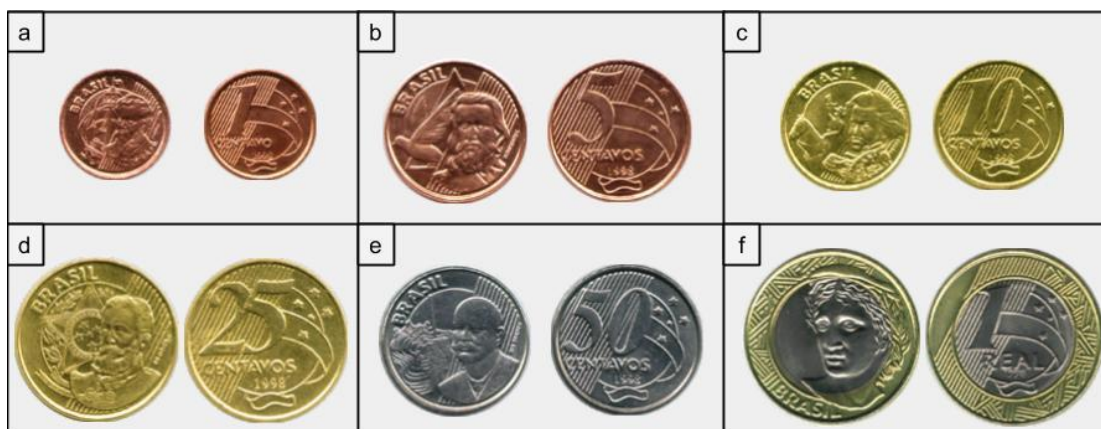


Fonte: Próprio autor.

A partir da Figura 6 tem-se que, com exceção da moeda de R\$ 0,25 centavos, todas as outras possuem a mesma ilustração no anverso da moeda “À direita, a efígie representativa da República, ladeada por representação estilizada de ramo de louros. Na parte inferior, a inscrição "BRASIL". (BCB, 2018)

A segunda família do real foi colocada em circulação em 1998. Ela é fabricada com diferentes tipos de metais e acabamento com o intuito de facilitar a acessibilidade e a identificação de cada moeda. A Figura 7 ilustra as moedas da segunda família do real.

Figura 7 - Moedas da segunda família do real: a) Moeda de R\$ 0,01; b) Moeda de R\$ 0,05; c) Moeda de R\$ 0,10; d) Moeda de R\$ 0,25; e) Moeda de R\$ 0,50; f) Moeda de R\$ 1,00



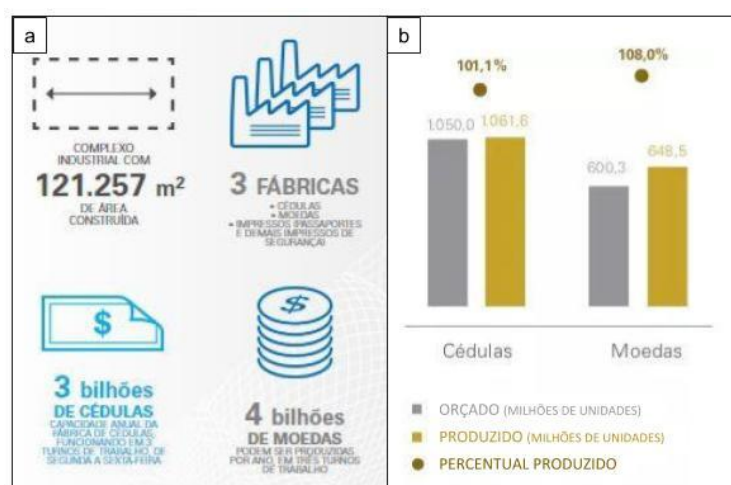
Fonte: Próprio autor.

Das moedas citadas acima a de 1 centavo (R\$0,01) de ambas as famílias do real está inativa. Já a moeda de 1 real (R\$1,00) da primeira família foi retirada de circulação em dezembro de 2003 devido ao alto índice de falsificações.

2.3 MOEDA NO MERCADO BRASILEIRO

Em território brasileiro, a Casa da Moeda do Brasil é responsável por fabricar as cédulas e as moedas enquanto que o Banco Central do Brasil é responsável por colocá-las em circulação. A Figura 8.a ilustra os dados gerais da CMB em relação a capacidade de produção de seus produtos. Segundo dados fornecidos pela CMB, em 2016 foram produzidos cerca de 648,5 milhões de moedas. Mais detalhes em relação a produção de 2016 são ilustrados a partir da Figura 8.b.

Figura 8 - Dados gerais da capacidade fabril da CBM; b) Dados de produção de cédulas e moedas pela CBM em 2016



Fonte: CBM (2016).

Em 2018, o BCB divulgou o custo de se fabricar moedas e também a produção anual (quantidade de milheiros) para o mesmo ano. Dados estes expressos na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade e custo de produção de moedas em 2018

Valor facial	Quantidade (Milheiros)	Custo Milheiro	Custo unitário
R\$ 0,05	116.737	R\$ 308,09	R\$ 0,31
R\$ 0,10	122.304	R\$ 403,07	R\$ 0,40
R\$ 0,25	54.528	R\$ 496,97	R\$ 0,49
R\$ 0,50	54.544	R\$ 409,35	R\$ 0,41
R\$ 1,00	75.264	R\$ 467,70	R\$ 0,47
Total	423.376		

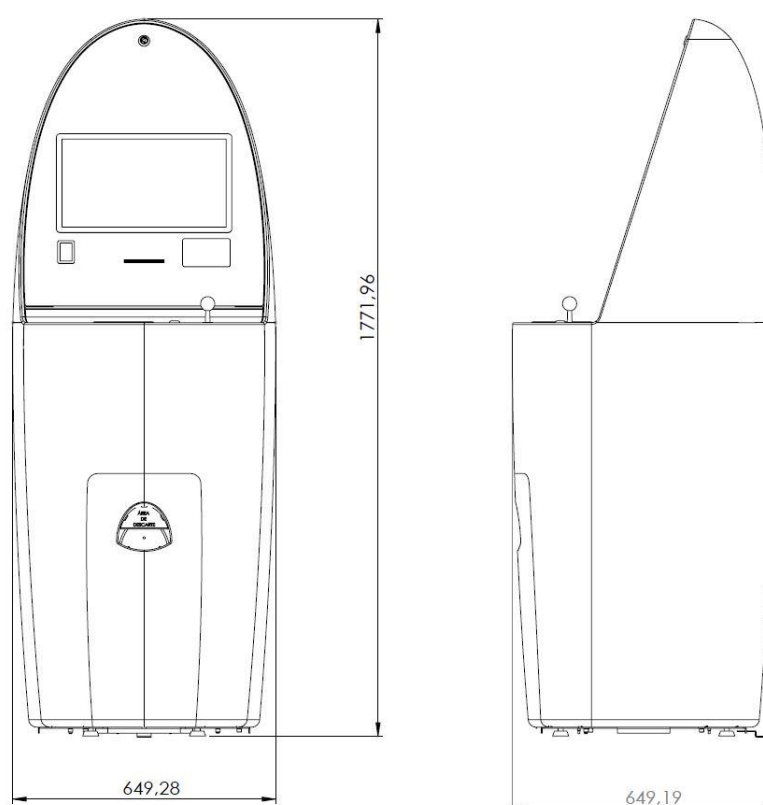
Fonte: BCB (2018).

Por fim as moedas estão presentes em todo o território nacional buscando auxiliar comerciantes em suas transações.

2.4 CATAMOEDA

O CataMoeda busca ser uma solução para a falta de troco no mercado, auxiliando comerciantes a terem um maior fluxo de moedas em seus estabelecimentos. Segundo o fabricante, o equipamento possui monitoramento online, interface customizável, separação de moedas, integração com frente de caixa e gestão de depósitos em tempo real. A Figura 9 ilustra as dimensões gerais do equipamento.

Figura 9 - Dimensões gerais do CataMoeda



Fonte: Cata Company.

Para um melhor entendimento do equipamento, a Figura 10 ilustra seus principais componentes externos.

A carenagem traseira, frontal e da gaveta compõem a carenagem externa do equipamento e são fabricadas a partir do processo de rotomoldagem. A área de descarte é a região onde serão depositadas as moedas não validadas. A Estrutura Frontal Superior (EFS) e Estrutura Frontal Inferior (EFI) formam a interface. Nela o usuário pode interagir com o equipamento inserindo as moedas, acompanhando a contagem, retirando o comprovante final e realizando outros acompanhamentos

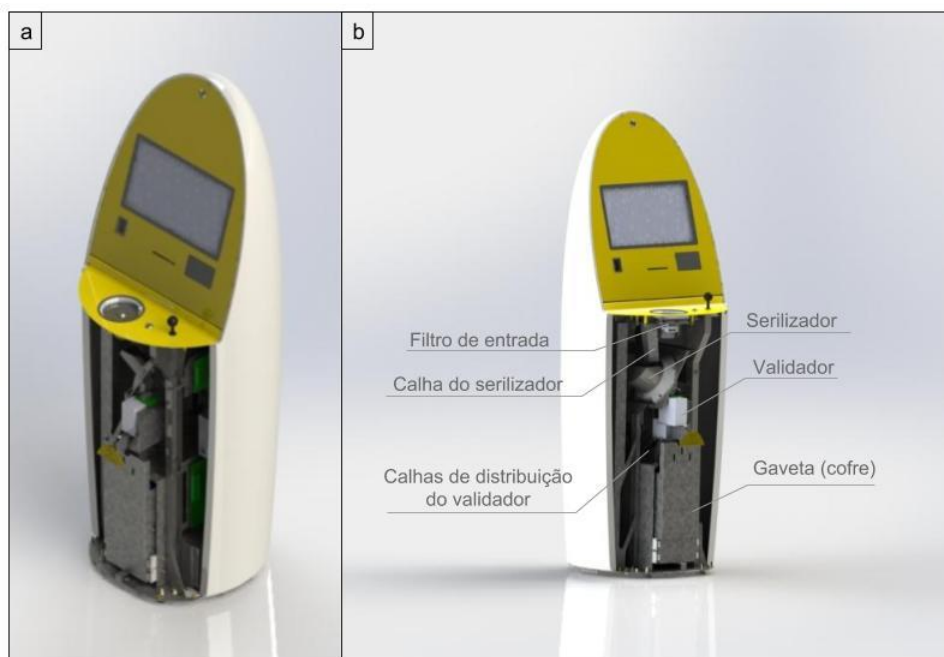
Figura 10 - Descrição geral externa do equipamento



Fonte: Próprio autor.

O posicionamento e a indicação dos componentes internos do equipamento são ilustrados a partir da Figura 11.

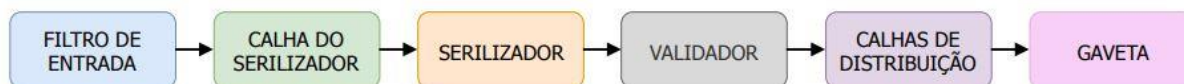
Figura 11 - Visão geral interna do equipamento: a) Vista isométrica; b) Indicação dos componentes



Fonte: Próprio autor.

No interior do equipamento as moedas percorrem caminhos distintos até serem depositadas na gaveta. A Figura 12 ilustra o caminho percorrido por elas.

Figura 12 - Trajetória das moedas

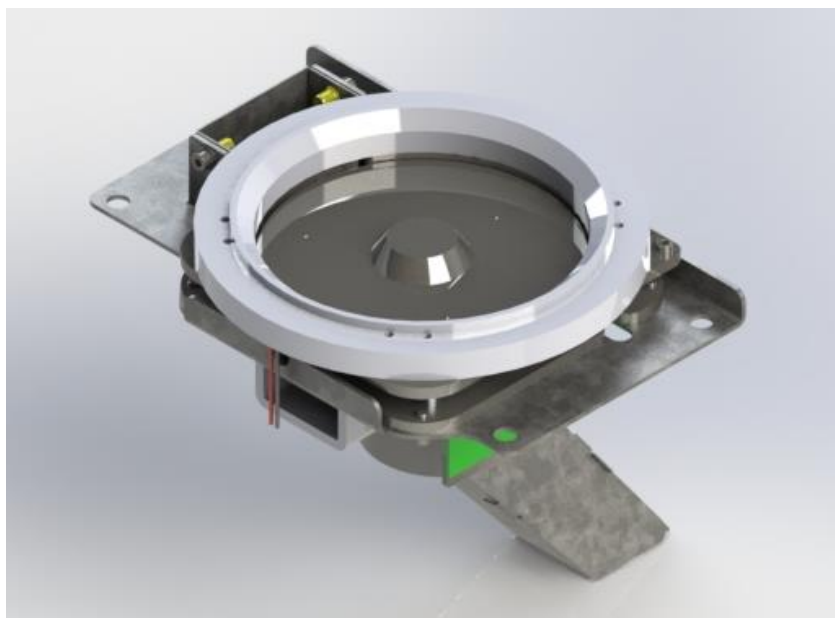


Fonte: Próprio autor.

Inicialmente as moedas que são inseridas no equipamento passam por um filtro de entrada, em seguida elas são depositadas no serializador através de uma calha. O Serializador tem a função de separar as moedas uma a uma para enviá-las ao validador. O validador, por sua vez, verifica a autenticidade das moedas e as distribui em calhas. Por fim, as moedas validadas são depositadas em compartimentos individuais na gaveta do equipamento de acordo com seu valor.

O filtro de entrada assim como a calha do serializador que foram citados anteriormente são melhor ilustrados a partir da Figura 13. Segundo dados do datasheet do equipamento, o filtro de entrada é o “Módulo responsável pelo controle do fluxo de entrada de moedas ao interior do equipamento através da pré-filtragem de objetos maiores que moedas” (CataMoeda SLIM – Datasheet, 2018).

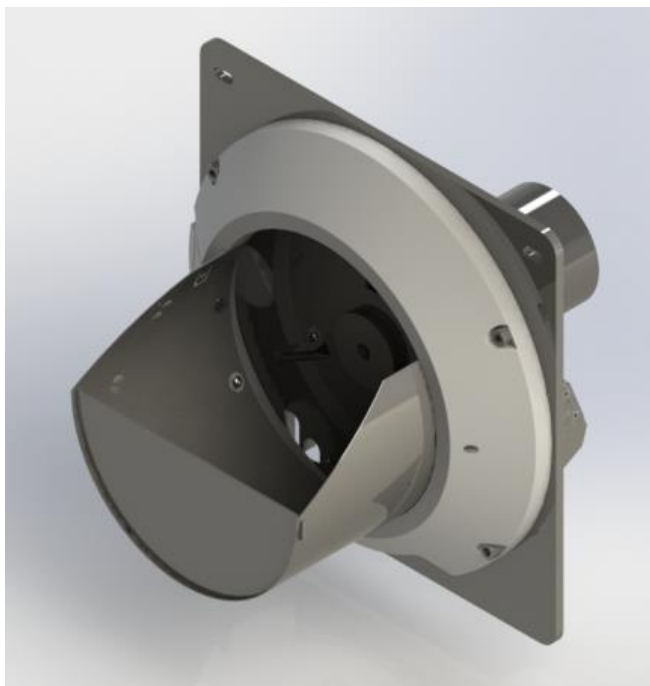
Figura 13 - Filtro de entrada



Fonte: Próprio autor.

O serializador (utilizado para separar as moedas) está ilustrado a partir da Figura 14. De acordo com o *datasheet* do equipamento, o Serializador “possui como funções básicas serializar moedas uma a uma, filtrar objetos menores ou diferentes de metal moeda e quantificar e controlar o fluxo de entrada de mais moedas no equipamento” (CataMoeda SLIM – Datasheet, 2018).

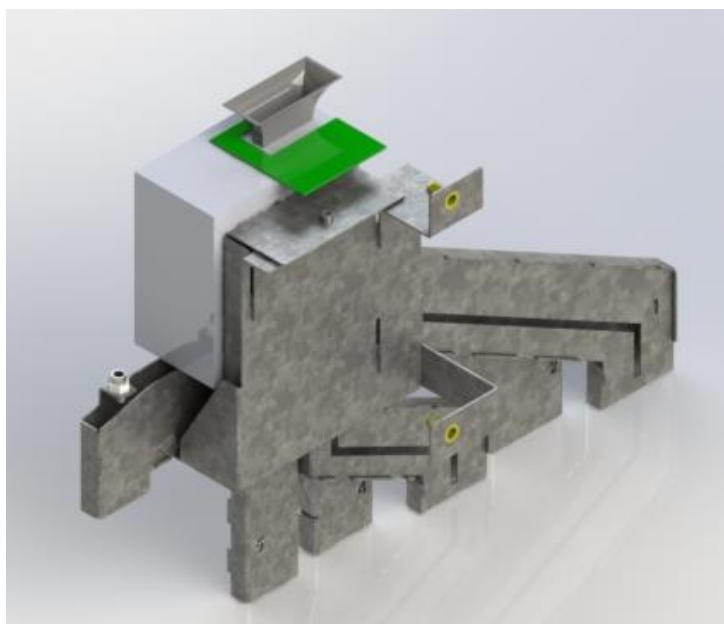
Figura 14 - Serializador de moedas



Fonte: Próprio autor.

O validador e as calhas de distribuição do validador são ilustrados a partir da Figura 15. Segundo informações retiradas do *datasheet*, “no interior do CataMoeda Slim há seis chapas feitas de chapas galvanizadas e aço comum, sendo que cinco delas direcionam as moedas já separadas por valor aos seus respectivos tubos de armazenamento e uma direciona moedas e objetos rejeitados para a área de descarte.” (CataMoeda SLIM – Datasheet, 2018).

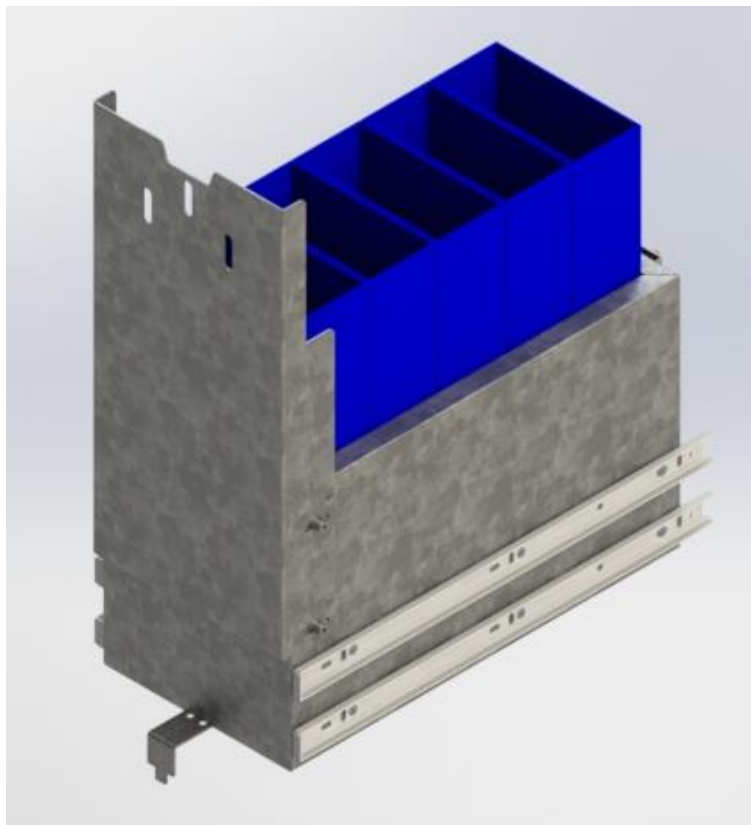
Figura 15 - Validador e calhas de distribuição do validador



Fonte: Próprio autor.

Por fim, tem-se a gaveta com as repartições das moedas ilustrada a partir da Figura 16.

Figura 16 - Gaveta com as repartições



Fonte: Próprio autor.

A capacidade de armazenamento do equipamento varia de acordo com o diâmetro das moedas. Para as moedas brasileiras, a Tabela 2 ilustra a capacidade do equipamento.

Tabela 2 - Capacidade de armazenamento do equipamento para moedas brasileiras

Moeda	R\$ 0,05	R\$ 0,10	R\$ 0,25	R\$ 0,50	R\$ 1,00
QTD	1900	1900	1150	920	1200

Fonte: Cata Company.

As demais informações do equipamento como especificações de itens comerciais ou peças que foram omitidas não estão no escopo do projeto e não possuem autorização para serem divulgadas. Todas as peças do equipamento estão protegidas por registros de patentes e os detalhamentos das peças não foram autorizadas pela empresa por serem segredo industrial.

3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

O CataMoeda é um equipamento que está em operação há cerca de 3 anos e, desde então, não sofreu atualizações tecnológicas significativas. Devido a uma demanda da própria empresa e dos clientes, é necessário um processo de melhoramento para que seu funcionamento se torne mais eficaz. As melhorias implementadas farão também com que a quantidade de ocorrências atendidas por parte do setor de operações e manutenção (que serão detalhadas na sequência) seja minimizada. Além disso, o equipamento possui alguns componentes e peças que são difíceis de serem adquiridos envolvendo um alto custo em sua fabricação e montagem.

As melhorias propostas foram levantadas de acordo com a quantidade e com o tipo de chamados que são atendidos, ou seja, os dados referentes ao atendimento e manutenção do CataMoeda do último ano foram analisados para que as melhorias fossem estudadas e propostas. Além disso, os próprios clientes sugerem melhorias no equipamento (dados que foram analisadas durante a fase de levantamento dos itens a serem trabalhados). A Tabela 3 ilustra a incidência com que os componentes apresentam algum defeito de acordo com o funcionamento geral dos 66 equipamentos que são monitorados pelo setor de operações da empresa.

Tabela 3 - Ocorrências gerais do CataMoeda

Componente/Mês	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	TOTAL	(%)
Validador	44	81	73	75	47	58	62	2	442	34,18
Serializador	33	48	44	35	19	19	7	1	206	15,93
Depósito zero	13	59	7	21	75	9	-	-	184	14,23
Impressora	17	11	18	13	8	13	9	4	93	7,19
Software	7	52	13	13	3	2	1	-	91	7,04
Filtro	7	7	2	5	12	9	4	4	50	3,87
Gaveta	6	6	7	9	3	3	1	1	36	2,78
Alimentação	3	1	2	1	3	1	1	3	15	1,16
Hardware	4	5	2	4	7	-	3	-	25	1,93
Outros	9	15	22	37	29	12	21	6	151	11,68
Total	143	285	190	213	206	126	109	21	1293	100

Fonte: Cata Company.

Na Tabela 3 o item outros refere-se a problemas de internet, monitor, caixa de som, comunicação, estrutura, máquina desligada, manutenção preventiva e problema desconhecido. O item depósito zero indica os dias em que não houve depósito algum no equipamento.

A partir dos dados extraídos pela Tabela 3 tem-se que o validador, o serializador e o filtro são itens que merecem destaque pois serão alterados. Por conta disso, os defeitos apresentados por eles são dados importantes para desenvolvimento das alterações desenvolvidas.

A Tabela 4 ilustra os defeitos apresentados pelo filtro de entrada.

Tabela 4 - Defeitos do filtro de entrada

Defeito/mês	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	TOTAL	(%)
Disco desalinhado	3	1		3	6	3	-	-	16	32,00
Motor quebrado	-	2	-	2	3	3	3	1	14	28,00
Filtro	1	2	1	-	2	2	-	3	11	22,00
Sensor	-	2	-	-	-	-	1	-	3	6,00
Obj estranho	1	-	1	-	-	-	-	-	2	4,00
Motor travado	1	-	-	-	-	1	-	-	2	4,00
Alto índice travamento	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2,00
Pino travado	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2,00
Total	7	7	2	5	12	9	4	4	50	100,00

Fonte: Cata Company.

Para o filtro de entrada há problemas relacionados com o desalinhamento do disco em que são inseridas as moedas (problema este relacionado com o acoplamento do motor na maioria dos casos). Há defeitos relacionados ao motor (quebrado ou travado), aos sensores, ao filtro e também ao pino no qual as moedas são liberadas. Por fim há dados referente ao alto índice de travamento e também a incidência de objetos estranhos.

A Tabela 5 descreve os defeitos relacionados ao funcionamento do serializador.

Para o serializador o maior índice de ocorrências está relacionado com as moedas presas ocasionando seu travamento. Também há dados referente ao sensoramento, desalinhamento, alto índice de travamento, objetos estranhos e travamento do próprio módulo (4º item da tabela). Nesta situação, caso algum objeto

estranho chegue ao serializador o mesmo irá travar, as moedas ficarão presas e, dependendo do tamanho do objeto e do tipo de problema que ele provoque o módulo inteiro é substituído.

Tabela 5 - Defeitos do Serializador

Defeito/mês	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	TOTAL	%
Moedas presas	14	24	4	3	4	3	-	-	52	25,24
Travado	5	4	11	17	4	4	3	-	48	23,30
Bloqueado	4	4	9	6	3	7	2	-	35	16,99
Serializador	4	4	5	2	2	1	1	-	19	9,22
Obj estranho	2	1	5	4	4	-	-	-	16	7,77
Sensor	1	3	-	-	-	-	-	-	4	1,94
Calha serializador	-	-	-	1	-	-	1	-	2	0,97
Desalinhamento	-	1	-	-	-	1	-	-	2	0,97
Alto índice de travamento	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,49
Outros	3	6	10	2	2	3	-	1	27	13,11
Total	33	48	44	35	19	19	7	1	206	100,00

Fonte: Cata Company.

A Tabela 6 descreve os defeitos apresentados pelo validador.

Tabela 6 - Defeitos do Validador

Defeito/mês	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	TOTAL	%
Descartando todas as moedas	17	55	32	18	20	21	26	-	189	42,76
Validador com aba aberta	4	4	1	9	4	6	1	1	30	6,79
Moedas presas no distribuidor	5	3	5	2	2	1	1	-	19	4,30
Moedas travadas na entrada	5	1	4	5	2	2	2	-	21	4,75
Travamento	5	1	1	3		1		-	11	2,49
Validando moedas estrangeiras	1	2	-	6	1	-	-	-	10	2,26
Objeto estranho	2	-	-	-	-	1	2	-	5	1,13
Alto índice descarte	1	-	-	-	1	1	-	-	3	0,68
Moedas presas no serializador	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,23
Outros	3	15	30	32	17	26	29	1	153	34,62
Total	44	81	73	75	47	59	61	2	442	100,00

Fonte: Cata Company.

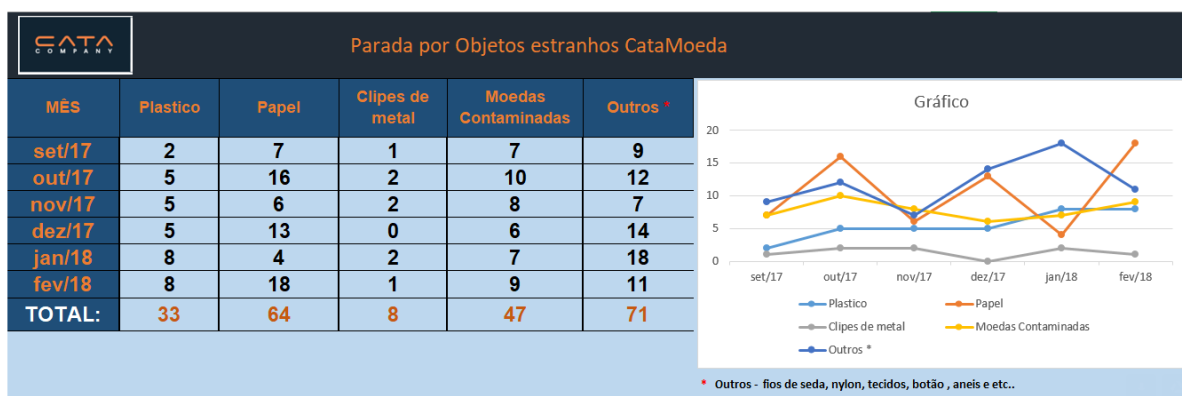
Para o validador há dados referente a validação de moeda estrangeira (ocasionada na maioria das vezes por problemas no software), por travamento a partir de objetos estranhos e pelo alto índice de descarte. Em relação ao descarte de

moedas, tem-se que, na maioria das vezes em que as moedas estão travadas na entrada é porque elas estão presas na calha de distribuição, por conta disso o equipamento descarta todas as moedas sem as validar pois sua saída está travada. Há casos também em que o validador está com a aba aberta de descarte aberta e descarta todas as moedas sem as validar. Muitos dos problemas de travamento citados ocorrem por pequenos objetos ou sujeiras que são inseridos junto com as moedas e qualquer outro objeto que passe despercebido, nesses casos eles obstruem e trancam a passagem das moedas.

A partir dos dados extraídos das tabelas acima, tem-se que muitos dos problemas ocorrem devido a inserção de objetos estranhos no equipamento. Outro item que também obteve um alto índice de ocorrências foi de problemas relacionados com o descarte e travamento de moedas pelo validador, de moedas presas no serializador e disco desalinhado. Há casos também em que pode haver problemas mecânicos relacionados a fabricação das peças.

Os objetos mais comuns já encontrados no interior do equipamento foram papéis, prendedores de cabelo, balas, chips de celular e outros. Objetos inusitados como brocas e roupas também já foram encontrados obstruindo a passagem das moedas dentro do equipamento. Muitos dos usuários que utilizam o equipamento retiram as moedas dos bolsos e das bolsas, por isso os objetos pequenos passam despercebidos e vão para o equipamento. Também houveram casos de usuários quebrando seus cofrinhos de moedas sob o filtro de entrada, com isso os cacos do cofrinho também foram para o equipamento. A Figura 17 ilustra os tipos de objetos encontrados e a incidência com que eles ocorrem.

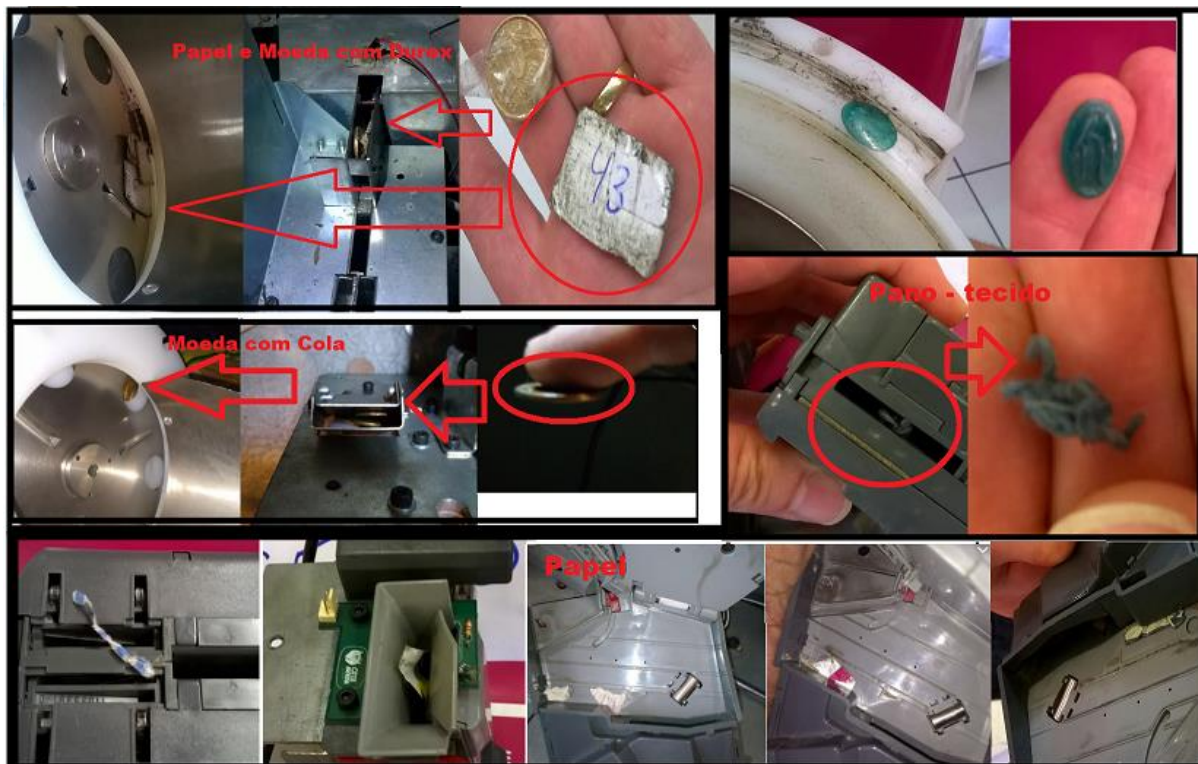
Figura 17 - Objetos estranhos



Fonte: Cata Company.

A Figura 18 ilustra alguns objetos estranhos encontrados no interior do CataMoeda.

Figura 18 - Objetos estranhos encontrados no interior do CataMoeda



Fonte: Cata Company.

No validador, há casos em que as moedas ficam presas na sua entrada: como ele realiza a leitura de uma moeda por vez, caso tenha mais de uma moeda elas se aglomeram e ele trava. Isso pode ocorrer por lentidão no processo, por objeto estranho ou pelas moedas já terem se aglomerado nas calhas de distribuição e não permitirem a passagem de mais moedas ou por outra coisa. Por outro lado, há casos em que, durante a montagem do equipamento, o mesmo apresente folgas ou interferências devido a fabricação das peças (caso as tolerâncias sejam minimizadas o custo das peças se elevam ou o fabricante das mesmas inviabilizam sua fabricação devido a baixa tolerância afirmando que as peças não ficarão na qualidade desejada). Neste cenário, há casos em que o apoio do validador apresenta um pequeno desalinhamento e as moedas ficam presas na sua saída, ou seja, na calha de distribuição do validador, ocasionando em seu travamento.

Há itens que também foram discutidos e que não estão diretamente nas Tabelas Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6 como, por exemplo, trocar o acoplamento do motor do filtro de entrada (que está relacionado com o

desalinhamento do disco), inserir amortecedores no equipamento e alterar o modo como a carenagem frontal é retirada (os dois últimos itens foram sugestões de clientes

Por fim, os itens selecionados para as melhorias serão abordados e explicados detalhadamente na sequência.

3.1 MELHORIAS PROPOSTAS

Após as análises realizadas anteriormente tem-se os itens que devem ser melhorados ou adicionados no equipamento. É importante ressaltar que as melhorias solicitadas vieram por parte de clientes, dos montadores do equipamento, do setor de operações, do setor de engenharia e da diretoria da empresa.

A lista de melhorias propostas totaliza 8 itens e são listadas abaixo:

- a) item 1 (Amortecedor da EFS): Inserir um amortecedor para diminuir o impacto da estrutura frontal superior no momento da abertura do equipamento;
- b) item 2 (Amortecedor da EFI): Inserir um amortecedor para dar suporte na abertura da estrutura frontal inferior no momento da abertura do equipamento;
- c) item 3 (Carenagem frontal): Facilitar a retirada da carenagem frontal do equipamento;
- d) item 4 (Acoplamento): Substituir o acoplamento do motor do filtro de entrada;
- e) item 5 (Remoção de sujeira): Inserir um sistema para retirar a sujeira das moedas que são inseridas;
- f) item 6 (Calha do Serializador): Diminuir o tamanho da calha do serializador (ou proteger a ponta) para que o cliente possa realizar a retirada de moedas travadas ou objeto estranho sem bater ou cortar a mão na extremidade da calha.
- g) item 7 (Posicionador do Serializador): Inserir um posicionador para o Serializador;
- h) item 8 (Calha de distribuição do validador): Retirar as moedas que ficam presas na calha de distribuição do validador.

Os itens 1, 2 e 3 (em especial) fazem parte de uma demanda solicitada por clientes com o intuito de facilitar o acesso às partes internas do equipamento. Solicitou-se também uma maior estabilidade do equipamento no momento da abertura para que aos operadores tenham uma maior facilidade de operação.

Por fim, todos os itens citados acima serão detalhados e explicados na sequência.

A viabilidade do projeto proposto se tornou possível pois os recursos necessários para o seu desenvolvimento estão disponíveis na sede da empresa Cata Company (desenvolvedora do CataMoeda). Os conhecimentos necessários para a realização das melhorias do CataMoeda incluem conhecimentos de mecânica e eletroeletrônica, sendo eles modelagem no *SolidWorks*, processos de fabricação, montagem e manutenção, seleção de componentes, análise de catálogos e outros. Por fim, todas as decisões tomadas foram de conhecimento da empresa e o setor de engenharia esteve presente durante a pesquisa, o desenvolvimento e a implementação das melhorias.

4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Neste capítulo serão abordadas as alterações citadas no capítulo anterior de modo a explicar e detalhar as decisões tomadas no decorrer do desenvolvimento do projeto.

O cronograma proposto para as várias etapas de desenvolvimento do projeto está disponível em Apêndice A.

É importante ressaltar que os itens a serem desenvolvidos devem se inserir nos equipamentos que já estão em operação. Com isso as alterações nos equipamentos devem ser mínimas e deve-se utilizar a furação já existente assim como deve-se também respeitar as limitações da máquina. Busca-se com isso desenvolver módulos de melhoramento para serem inseridos de modo rápido e fácil sem a necessidade de alteração (ou a mínima alteração possível) na estrutura já existente.

Por fim, tem-se que as melhorias implementadas visam diminuir também a quantidade de ocorrências atendidas pelo setor de atendimento ao cliente além de facilitar a manutenção e a montagem do equipamento.

4.1 AMORTECEDOR DA EFS

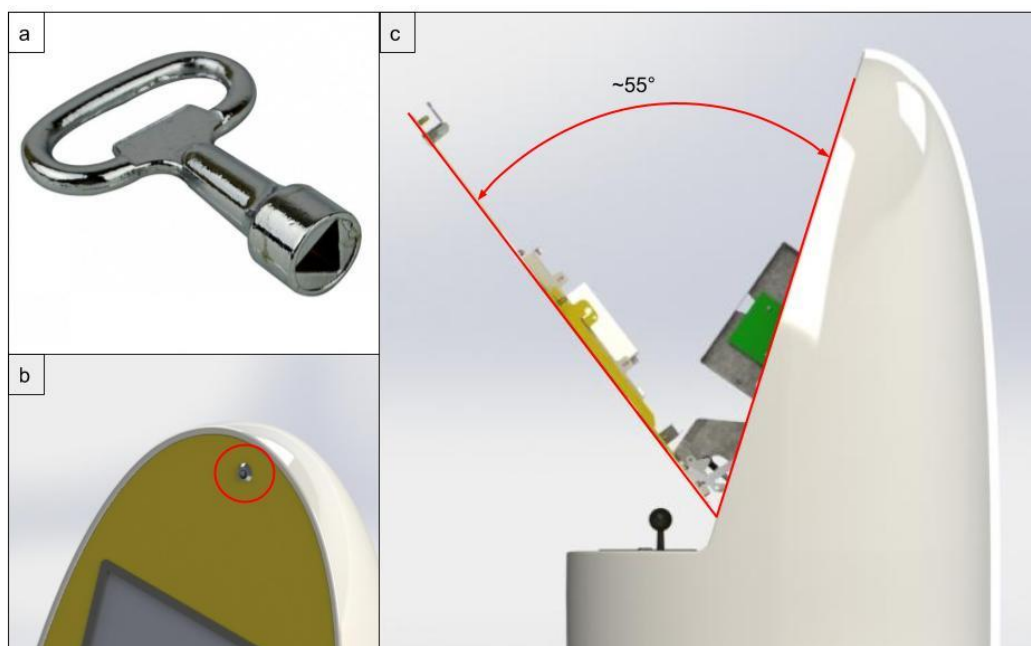
O item a ser desenvolvido foi solicitado por clientes e refere-se à inserção de amortecedores para reduzir o impacto da estrutura frontal superior (EFS) do equipamento no momento de sua abertura.

O destravamento do equipamento se dá com a utilização de uma chave triangular proporcionando uma abertura de aproximadamente 55 graus facilitando assim a manutenção interna do CataMoeda.

De modo a ilustrar a abertura da EFS, tem-se que, inicialmente, o operador deve utilizar a chave para destravar o equipamento. No entanto, é necessário puxar a EFS com o auxílio da própria chave para que ela se desloque (fato este que acaba se tornando complicado pois há casos em que deve-se puxar pelos vãos da EFS com a carenagem para realizar a abertura, de modo que, na maioria dos casos, a abertura não é suave independentemente se for realizada com ou sem o auxílio da chave). A

Figura 19 demonstra a chave utilizada assim como o local de sua utilização e a abertura máxima da estrutura.

Figura 19 - EFS: a) Chave triangular; b) Local da abertura da estrutura frontal superior; c) Abertura máxima da estrutura



Fonte: Próprio autor.

Com o intuito de tornar o movimento de abertura mais suave optou-se por utilizar pistões a gás fixados a estrutura interna do equipamento e na EFS. Com a inserção dos pistões, no momento do destravamento do equipamento, a EFS já se projeta para frente devido a força dos pistões aplicada a estrutura sem a necessidade de nenhuma intervenção do operador.

Para amortecer o movimento no momento da abertura da estrutura utilizou-se 2 pistões a gás de 80N em ambos os lados da estrutura. Com isso viabilizou-se a abertura sem o intermédio do operador além de um movimento mais suave proporcionando maior rigidez e sustentação a estrutura. A Tabela 7 descreve as características dos pistões utilizados.

Tabela 7 - Características do pistão utilizado no amortecimento da estrutura frontal superior

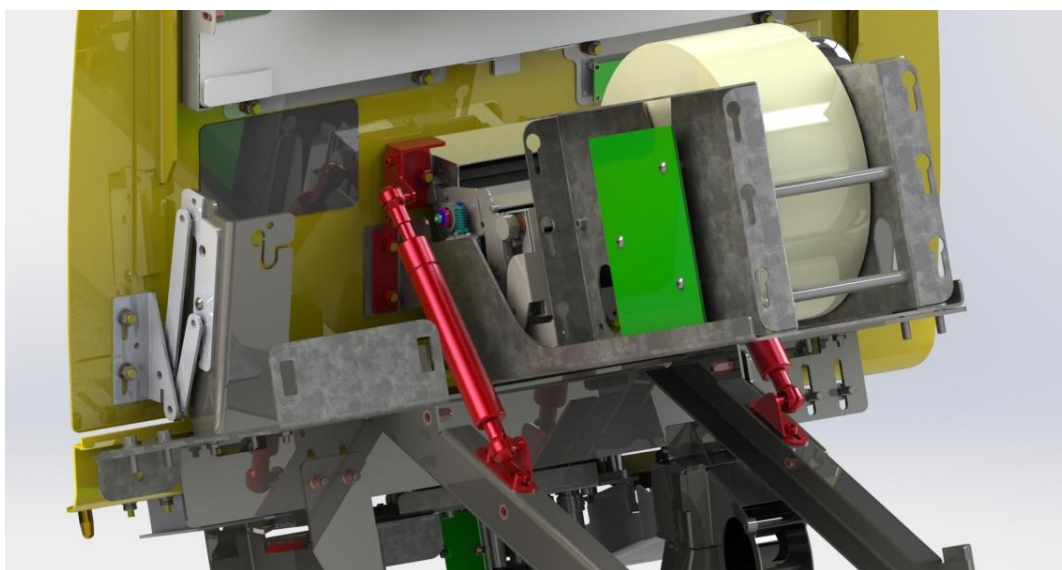
Modelo	Força	Comprimento máximo	Material	Acabamento
Pistão a gás	80N	110 mm	Aço	Haste cromada e corpo pintado

Fonte: FGTV Ferragens para móveis.

Tal modelo de pistão foi selecionado por já ser utilizado em outros equipamentos e também por sua disponibilidade na empresa. A Figura 20 ilustra o

projeto CAD da primeira versão desenvolvida onde os itens inseridos estão destacados em vermelho. Para esta melhoria foi necessário realizar furos na estrutura além de utilizar fixadores já presentes.

Figura 20 - CAD da primeira versão (Item 1)

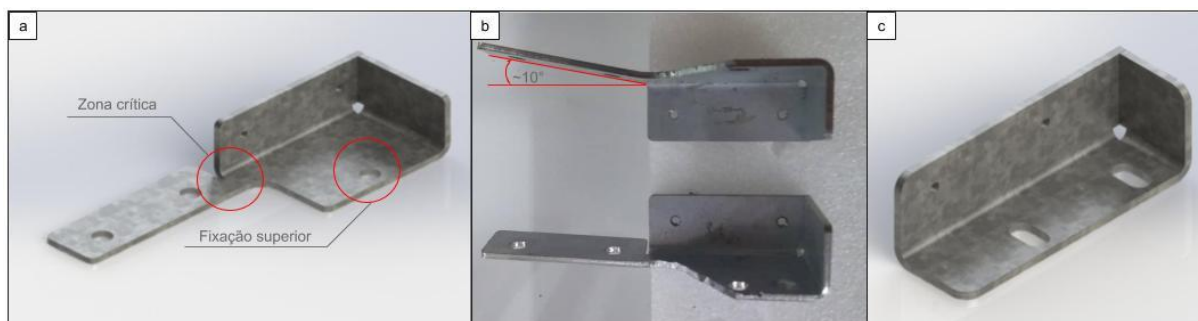


Fonte: Próprio autor.

Durante os testes do protótipo não foi realizada a fixação superior do apoio (Figura 21.a) pelo fato de que há equipamentos em campo que não possuem o parafuso para fixação pois utilizam um modelo diferente de impressora. Por conta disso, optou-se por não utilizar a fixação durante os testes para verificar e analisar o comportamento dos apoios desenvolvidos.

Nos testes notou-se que as peças de fixação não apresentaram a rigidez necessária para suportar o esforço gerado pela massa da EFS (aproximadamente 38 kg). Por conta disso foi necessário desenvolver uma nova versão para a fixação que se adaptasse em todos os equipamentos e que fosse rígida o suficiente. Nota-se que as peças possuem uma região crítica (Figura 21.a) que suportou todo o esforço gerado pela abertura. Neste caso as peças deformam devido à pouca área presente na zona crítica e também pelo fato da peça não estar fixa no parafuso superior. A Figura 21.b ilustra o estado final dos apoios após 15 minutos de testes aproximadamente (as peças deformam cerca de 10°). Além disso foi necessário realizar um corte nas peças devido a interferência mecânica (fato observado na Figura 21.b). Devido à falta de rigidez apresentada e a não flexibilidade de utilização em equipamento mais antigos, desenvolveu-se a nova fixação ilustrada pela Figura 21.c.

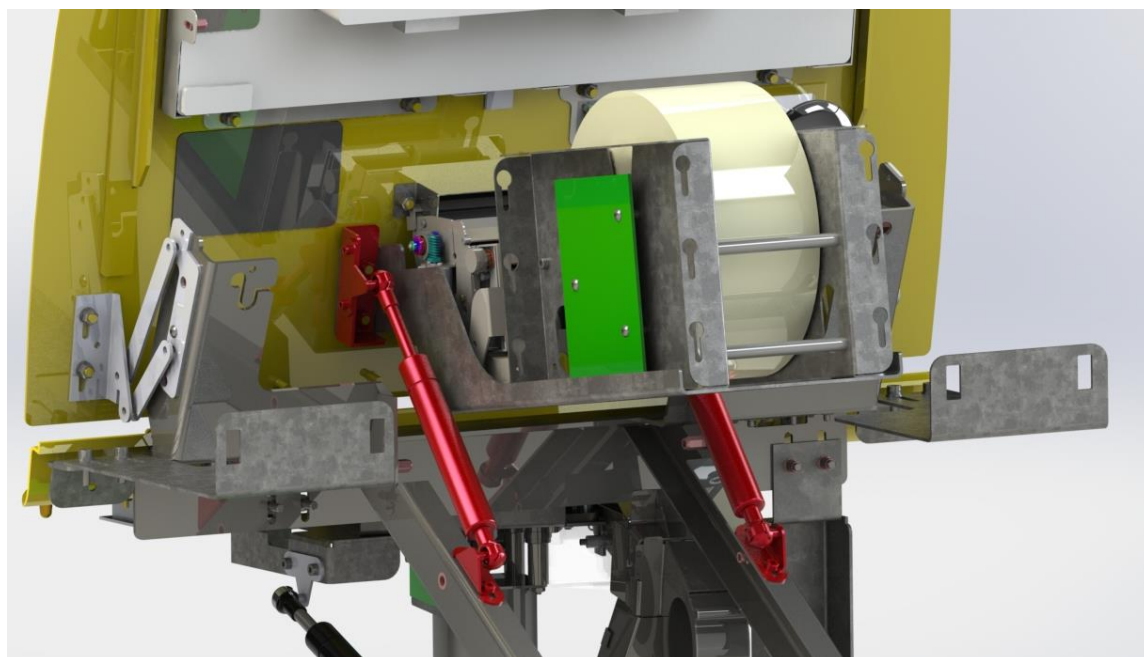
Figura 21 - Testes do protótipo do item 1 - a) Estado final dos apoios após os testes; b) Zona Crítica; c) Nova versão



Fonte: Próprio autor.

A segunda versão desenvolvida buscou tornar o sistema de fixação mais rígido alterando a região que suportava o esforço da abertura. Neste caso os parafusos que estão posicionados nos oblongos estão suportando o esforço (fato este que torna o sistema mais rígido impossibilitando que os apoios deformem, pois, o esforço não está sobre eles como no caso da primeira versão). Além disso, nesta versão, os equipamentos mais antigos que estão em campo e que possuem outro modelo de impressora poderão receber a melhoria proposta pois os testes foram realizados para viabilizar sua utilização. A Figura 22 ilustra o projeto CAD da nova versão que está destacada em vermelho.

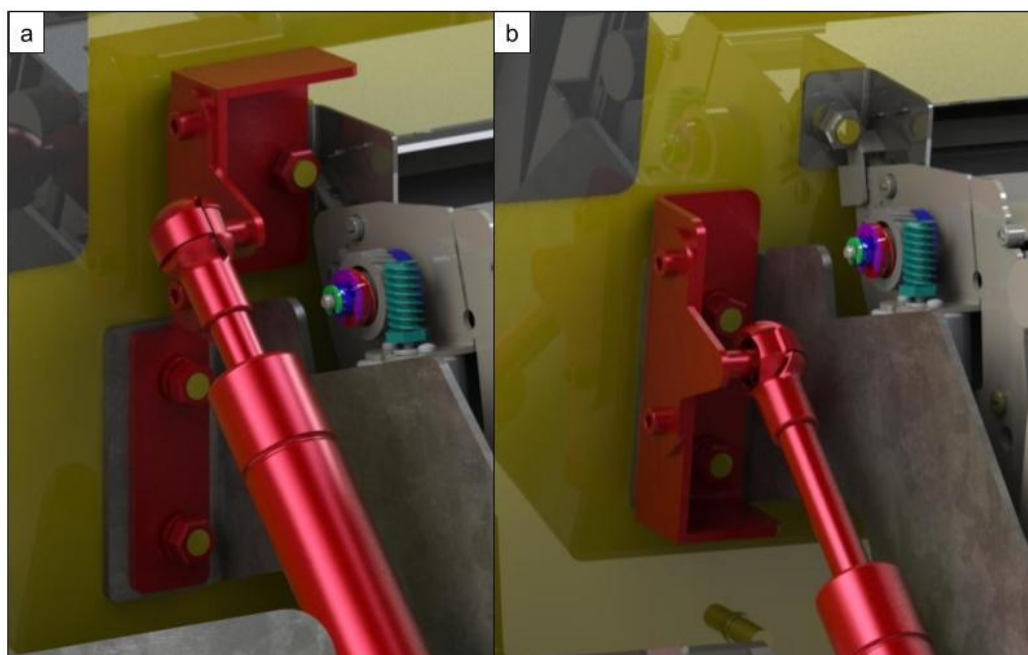
Figura 22 - CAD da segunda versão (Item 1)



Fonte: Próprio autor.

A Figura 23 ilustra a comparação das fixações utilizadas nas duas versões desenvolvidas.

Figura 23 - Fixação do pistão - a) Primeira versão; b) Segunda versão



Fonte: Próprio autor.

A partir da figura acima nota-se que em (a) a zona crítica da peça de fixação está suportando o esforço gerado pela abertura da EFS (fato este que fez com que o apoio entortasse devida a não utilização do fixador superior). Já em (b) os dois parafusos que estão fixos a estrutura que são responsáveis pelo apoio do pistão, deste modo o sistema como um todo possui maior rigidez pois não há como os apoios entortarem.

Fica evidente que a não fixação superior do apoio influenciou nos resultados obtidos. Caso o mesmo tivesse sido fixado o protótipo não estaria válido para ser inserido nos equipamentos com outros modelos de impressora pois a situação ocorrida durante os testes só seria verificada em campo e a melhoria teria que ser substituída. Por conta disso, tem-se que a segunda versão poderá ser utilizada em todos os equipamentos que já estão em uso.

A abertura atingida com o uso dos pistões foi a mesma que a obtida sem o uso deles (55°) pois existem dobradiças presentes nas extremidades que limitam o movimento da EFS.

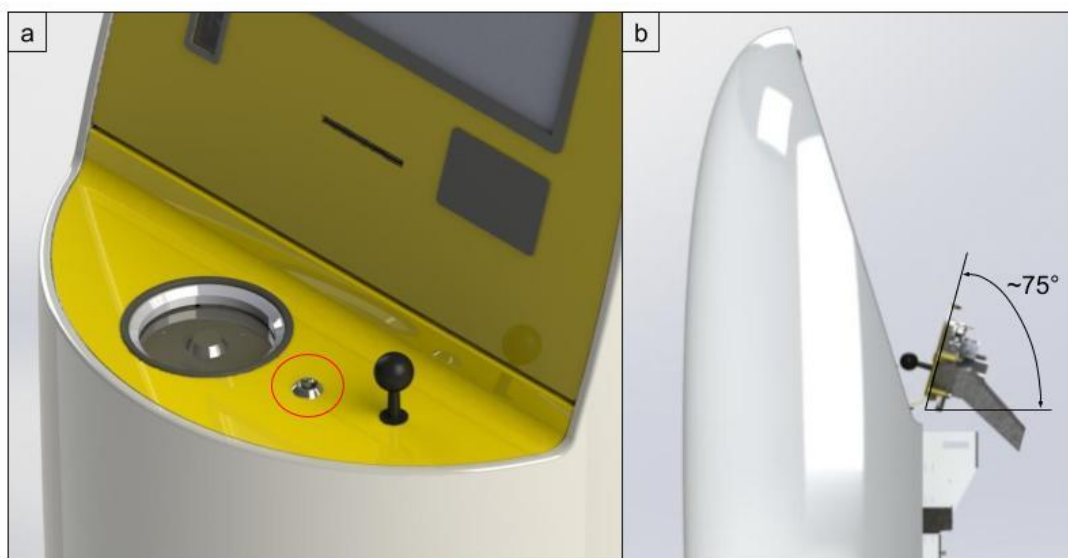
Espera-se com as alterações realizadas na segunda versão que o sistema funcione corretamente pois até o presente momento o protótipo não foi testado para que se tenha resultados práticos das alterações. Por fim, não há dados referente ao seu funcionamento pois o protótipo está em fase de fabricação.

4.2 AMORTECEDOR DA EFI E RETIRADA DA CARENAGEM FRONTAL

Nesta sessão são descritas as alterações realizadas nos itens 2 (amortecedor da EFI) e 3 (carenagem frontal) das melhorias propostas. Os itens serão discutidos na mesma sessão pois são alterações que estão diretamente relacionadas e que foram desenvolvidas ao mesmo tempo. Assim como no item anterior, o desenvolvimento dos itens 2 e 3 foram solicitados por clientes e têm como objetivo amortecer o movimento da estrutura frontal inferior (EFI) e facilitar a retirada da carenagem frontal respectivamente.

Para que seja possível realizar a abertura da estrutura é necessário utilizar, novamente, uma chave triangular para assim liberar a retirada da carenagem frontal e permitir a abertura da EFI. O ângulo alcançado é de aproximadamente 75 graus e é limitado pelo fato de que o joystick colidir com a EFS. A Figura 24 ilustra o local de utilização da chave e o ângulo máximo de abertura.

Figura 24 - EFI: a) Local de utilização da chave para a abertura da EFI; b) Abertura máxima

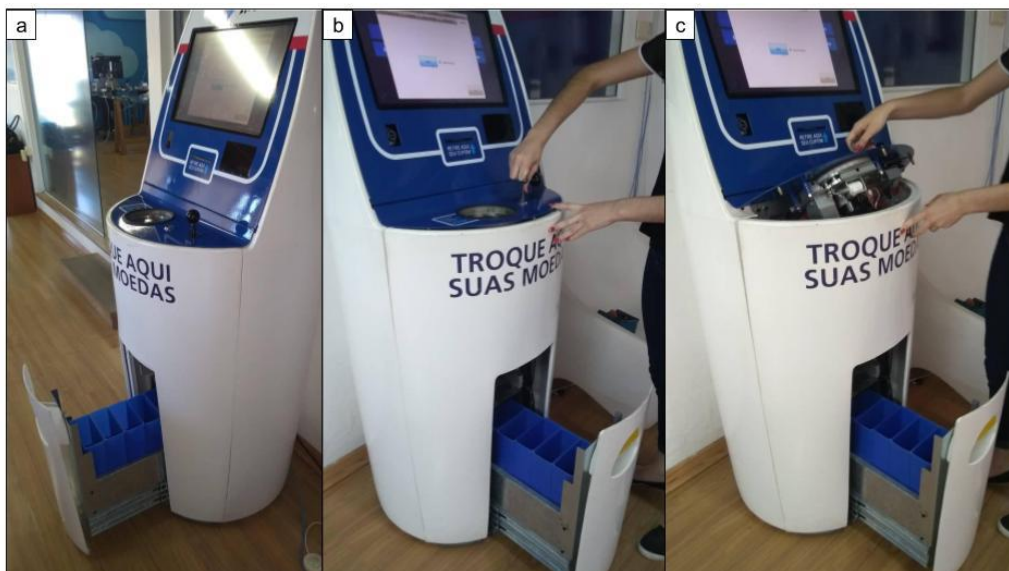


Fonte: Próprio autor.

Atualmente, a abertura do equipamento é realizada da seguinte maneira: inicialmente o operador deve abrir a gaveta (Figura 25.a) e em seguida deve utilizar a chave triangular para destravar o equipamento (Figura 25.b). Com isso deve-se puxar a EFI para cima com o auxílio do joystick (Figura 25.c) para que a retirada da carenagem frontal seja realizada. Com a estrutura levantada pelo joystick o operador deve retirar a carenagem frontal puxando-a para cima aproximadamente 200

milímetros (Figura 26.a). Por fim, a carenagem frontal pode ser retirada (Figura 26.b). As Figuras Figura 25 e Figura 26 ilustram os passos descritos acima que são necessários para abrir a estrutura.

Figura 25 - Passos para a abertura da EFI: a) Abrir a gaveta; b) Destravar o equipamento; c) Descolar a EFI com o auxílio do joystick



Fonte: Próprio autor.

A Figura 26 é ilustrada na sequência e contém os passos finais para a abertura da EFI.

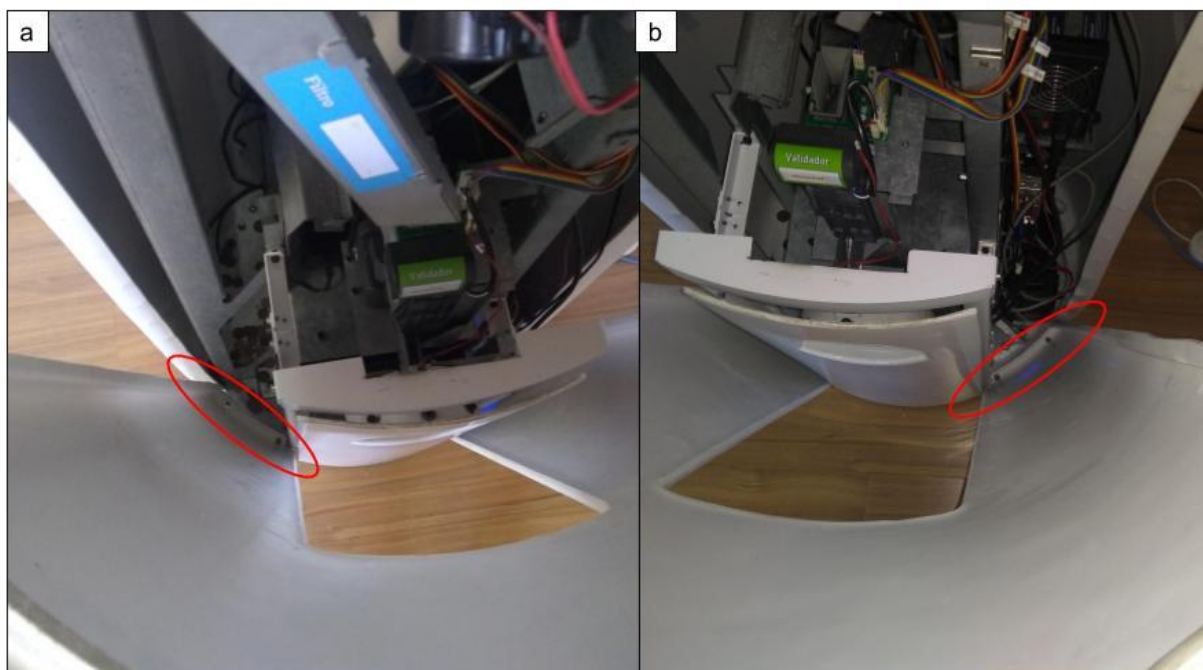
Figura 26 - Passos para a abertura da EFI: a) Deslocamento da carenagem frontal; b) Retirada total da carenagem frontal.



Fonte: Próprio autor.

Já para o fechamento o operador deve abrir a gaveta e puxar novamente a EFI para cima com o auxílio do joystick. Em seguida deve inserir a carenagem frontal nos pinos guias localizados na base do equipamento (Figura 27.a e Figura 27.b) e retornar a EFI para a posição de repouso. Por fim deve realizar o travamento da EFI com a chave triângulo e fechar a gaveta. A Figura 27 ilustra os pinos guias utilizados como referência para o posicionamento da carenagem frontal.

Figura 27 - Pinos guias para posicionamento da carenagem frontal: a) Lado esquerdo; b) Lado direito



Fonte: Próprio autor.

Nota-se que a retirada e a inserção da carenagem frontal apresentam certa dificuldade (fato discutido no item 3). Neste caso o desenvolvimento dos itens 2 e 3 estão relacionados pelo fato de que, no momento da abertura do EFI seria ideal que a carenagem frontal fosse retirada facilmente.

Com o intuito de facilitar a abertura e o fechamento da EFI optou-se novamente por utilizar um pistão a gás fixado no filtro de entrada e na estrutura interna próximo ao serializador. Seu funcionamento será simples e permitirá que a abertura e o fechamento seja rápido e em poucas etapas (diferentemente do modo que é realizado atualmente). O pistão utilizado é o mesmo do item 1 e suas características estão disponíveis na Tabela 7.

O funcionamento de abertura utilizando o sistema proposto se dá do seguinte modo: o operador destrava a EFI com a chave triângulo e a força do pistão

impulsiona a EFI para cima. No mesmo momento a carenagem frontal é projetada para frente e a abertura do equipamento é realizada. Para o fechamento o operador deve posicionar a carenagem frontal nos pinos guias localizados na base, abaixar a EFI e utilizar a chave para travar o equipamento.

No sistema proposto, tem-se que a carenagem frontal é retirada e inserida facilmente, ou seja, somente travando e destravando a chave a carenagem pode ser retirada (diferentemente do modo como era realizado anteriormente). Deste modo o movimento da EFI é realizado a partir do pistão e não há a necessidade do operador ficar segurando a EFI para cima com o joystick.

Para que o sistema funcione corretamente e a carenagem frontal “caia” no momento da abertura foi necessário retirar o batente da gaveta presente na carenagem frontal. O batente nada mais era do que uma flange que estava ao redor da carenagem frontal na abertura da gaveta que impedia que a gaveta fosse para o interior do equipamento. Além disso ela servia também para fechar o vão presente entre a carenagem frontal e a carenagem da gaveta.

A Figura 28 ilustra o projeto CAD da primeira versão projetada para o pistão da EFI que está destacada em vermelho. Assim como no item 1, foi necessário realizar dois furos na estrutura além de também utilizar fixadores já presentes no filtro de entrada.

Figura 28 - CAD da primeira versão (Item 2)



Fonte: Próprio autor.

A Figura 29 ilustra os passos de abertura da EFI e, conseqüentemente, a retirada da carenagem frontal utilizando a primeira versão do protótipo descrito acima.

Figura 29 - Passos para a abertura da EFI: a) Destravar a máquina com a chave triângulo; b) abertura final e retirada da carenagem frontal



Fonte: Próprio autor.

Para o fechamento deve-se posicionar a carenagem nos pinos guias (ilustrados na Figura 27), abaixar a EFI e travar o equipamento.

Durante os testes da primeira versão o sistema obteve um bom desempenho e atendeu as expectativas desejadas, no entanto, notou-se que era necessário realizar algumas alterações para que o sistema obtivesse um melhor desempenho durante seu funcionamento. Tais alterações são furos e cortes que são necessários para, por exemplo, evitar que a trava da chave triângulo intercepte o apoio do pistão (apesar de haver uma distância de aproximadamente 3 mm entre ambos, por precaução foi realizado o corte). Além disso cortou-se também as dobras do apoio para facilitar a inserção das porcas de fixação. Por fim, a última alteração realizada foi um corte para que os cabos tenham maior liberdade e também para facilitar a manutenção. Diferentemente das alterações do item 1, as alterações do item 2 não estão relacionados a problemas estruturais e sim relacionados a facilidade de montagem e também para evitar futuros problemas de interferência que possam ocorrer de equipamento para equipamento.

A Figura 30 ilustra o CAD da segunda versão desenvolvida (até o presente momento o protótipo está em fase de fabricação).

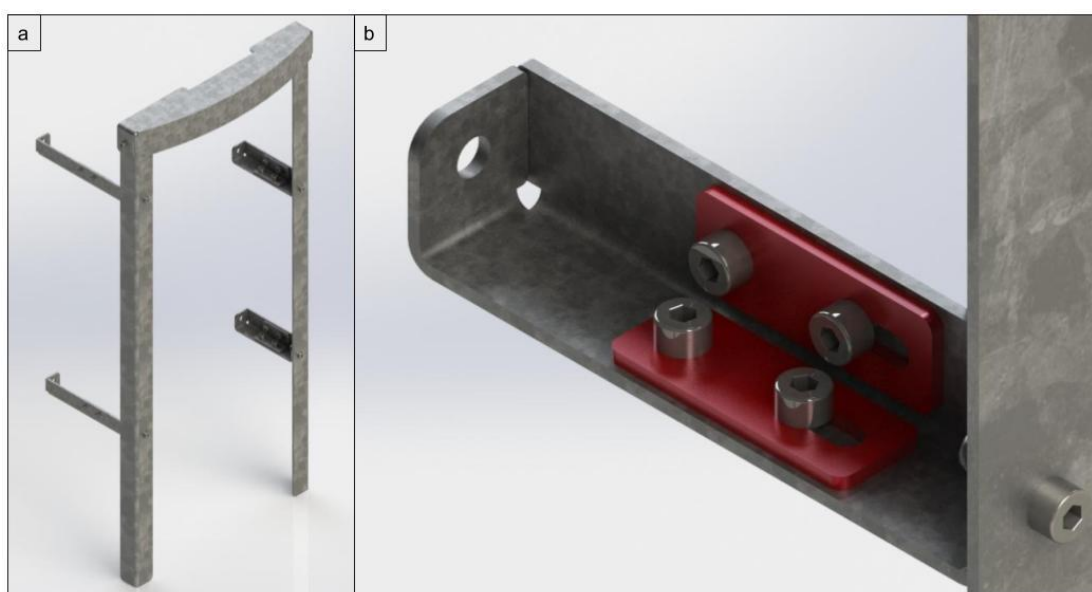
Figura 30 - CAD da segunda versão (Item 2)



Fonte: Próprio autor.

Como foi necessário realizar a remoção do batente da carenagem da gaveta para que o sistema acima funcionasse corretamente foi indispensável projetar uma estrutura para substituí-lo. Esta estrutura deve ser independente da carenagem externa do equipamento, deve servir como batente para a gaveta e fechar o vão existente entre a carenagem frontal e a carenagem da gaveta que ficaria visível ao usuário (antes o vão era tampado pela flange). Para isso foi projetado um apoio para a gaveta que suprisse os itens citados acima. O CAD da primeira versão é ilustrado pela Figura 31.

Figura 31 - Primeira versão do apoio da gaveta: a) CAD; b) Oblongo para ajuste individual



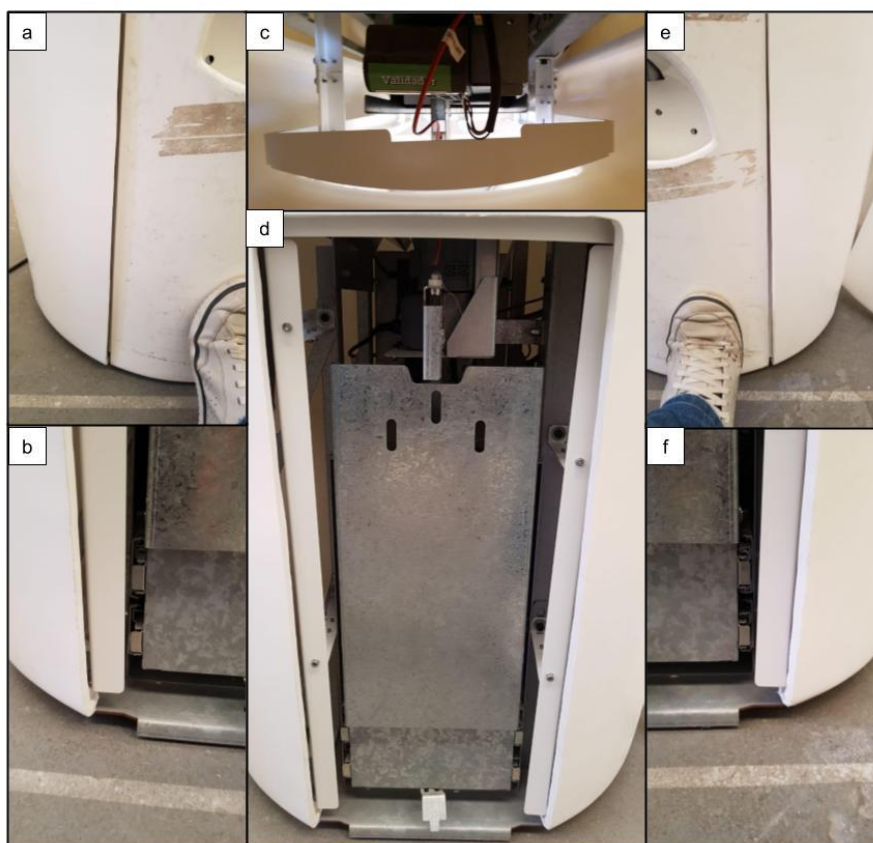
Fonte: Próprio autor.

O apoio da gaveta ilustrado acima (Figura 31.a) pode ser visto inserido no equipamento a partir da Figura 29.b.

Para que o projeto se adeque a todos os equipamentos em campo e nos próximos que serão fabricados optou-se por utilizar furos com oblongos para que o apoio fosse ajustado o mais próximo possível da carenagem da gaveta (visto que a mesma não é vertical). Com isso o apoio pode ser utilizado como batente devido ao fato de que cada equipamento possui folgas e interferências distintas provenientes do processo de fabricação da carenagem.

Com o protótipo da primeira versão montado em um equipamento iniciou-se o processo de testes e averiguações. A Figura 32 ilustra algumas análises importantes que foram realizadas durante os testes.

Figura 32 - Protótipo da primeira versão do apoio da gaveta: a) Lado esquerdo com a gaveta fechada; b) Lateral esquerda interna; c) Vista superior; d) Vista frontal; e) Lado direito com a gaveta fechada; f) Lateral direita interna



Fonte: Próprio autor.

A partir da Figura 32 acima tem-se em (d) a vista frontal do apoio já inserido no CataMoeda. Nota-se que do lado esquerdo o apoio não cobriu totalmente a abertura, fato que é possível notar com mais detalhes em (b) e com a gaveta já fechada em (a), com isso o usuário consegue visualizar o interior do equipamento mesmo com a gaveta fechada. O lado direito do apoio não obteve problemas: como pode-se observar em (f) ele cobriu totalmente a abertura e, com a gaveta já fechada

não há como o usuário visualizar o interior do equipamento, fato que pode ser analisado em (e). Por fim em (c) tem-se a vista superior do apoio sem o ajuste dos oblongos por isso o apoio não está rente a carenagem.

Com o intuito de averiguar o porquê de o apoio da gaveta ter ficado deslocado para a direita, revisou-se o projeto CAD e realizou-se o mesmo teste com o protótipo em outro equipamento. A partir da análise do projeto CAD notou-se que a estrutura de apoio da gaveta desenvolvida estava deslocada cerca de 3mm para a direita devido a posicionamentos realizados anteriormente no software.

Apesar do erro já ter sido encontrado, o apoio foi inserido em outro equipamento para verificar se o problema iria se repetir. Neste novo teste o apoio da gaveta não apresentou o problema informado anteriormente, com isso, tem-se que, neste caso, a carenagem influenciou na presença ou não da abertura. Outro fato que ilustra que a carenagem apresenta diferenças de equipamento para equipamento é que, em alguns casos, a parte inferior do apoio colidiu com a carenagem e em outros casos não colidiu, fato este que é um problema pois não deve haver colisão. A partir das análises realizadas buscou-se aprimorar o projeto corrigindo os erros no projeto e realizando as alterações necessárias para facilitar a montagem e evitar futuros problemas que possam ocorrer devido a carenagem do CataMoeda. Tais alterações são:

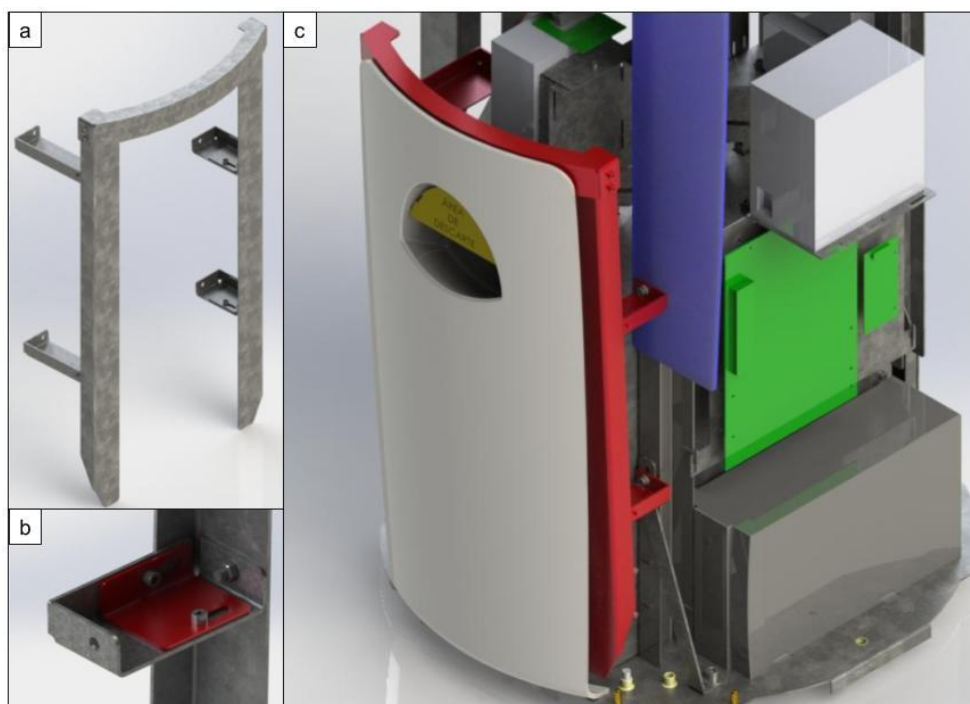
- a) Aumentar o corte para a saída do validador, com isso sua retirada será facilitada;
- b) Realizar cortes na parte inferior do apoio da gaveta para evitar que ele colida com a carenagem;
- c) Substituir os parafusos do tipo Allen que estavam fixando os 4 apoios laterais (o mesmo pode ser visto a partir da Figura 31.b) por parafusos ponteados. A substituição se deu pelo fato de que os parafusos Allen ficaram visíveis pelo vão presente entre a carenagem frontal e a carenagem da gaveta.
- d) Alterar as peças utilizadas com oblongos (de 8 para 4 unidades) construindo-as em formato de “L”, com isso reduziu-se pela metade a quantidade de peças para serem usadas como oblongos. Retirou-se também metade dos parafusos para que fosse realizado pontos de solda

entre o oblongo e uma das peças. Desta maneira, esta alteração facilitará a montagem pela redução de itens utilizados.

- e) Aumentar a largura do apoio para que não haja casos de que o apoio não cobriu a abertura presente entre a carenagem frontal e da gaveta (como foi o caso ilustrado na Figura 32.a).
- f) Corrigir o posicionamento do apoio no software para que ele fique centralizado e não deslocado cerca de 3 mm para a direita como ocorreu anteriormente.

Todas as alterações citadas acima estão presentes na segunda versão do apoio da gaveta ilustrada a partir da Figura 33.

Figura 33 - Segunda versão do apoio da gaveta: a) Apoio da gaveta; b) Oblongo para ajuste individual; c) Apoio da gaveta inserido no CataMoeda



Fonte: Próprio autor.

Por fim, a segunda versão de ambos os projetos desenvolvidos neste capítulo (pistão da EFI e apoio da gaveta) ainda estão em fase de fabricação, por conta disso ainda não foram testadas. No entanto, pelo fato da primeira versão ter funcionado como o desejado e as alterações terem sido apenas para facilitar a montagem e manutenção tem-se que o projeto do item 2 e 3 foram aprovadas e serão inseridos em equipamentos ainda neste ano de 2018.

4.3 ACOPLAMENTO DO MOTOR DO FILTRO DE ENTRADA

O item implementado foi solicitado pelos montadores do equipamento e também por parte do setor de operações e refere-se à substituição do acoplamento do motor do filtro de entrada (item 4 da lista de melhorias).

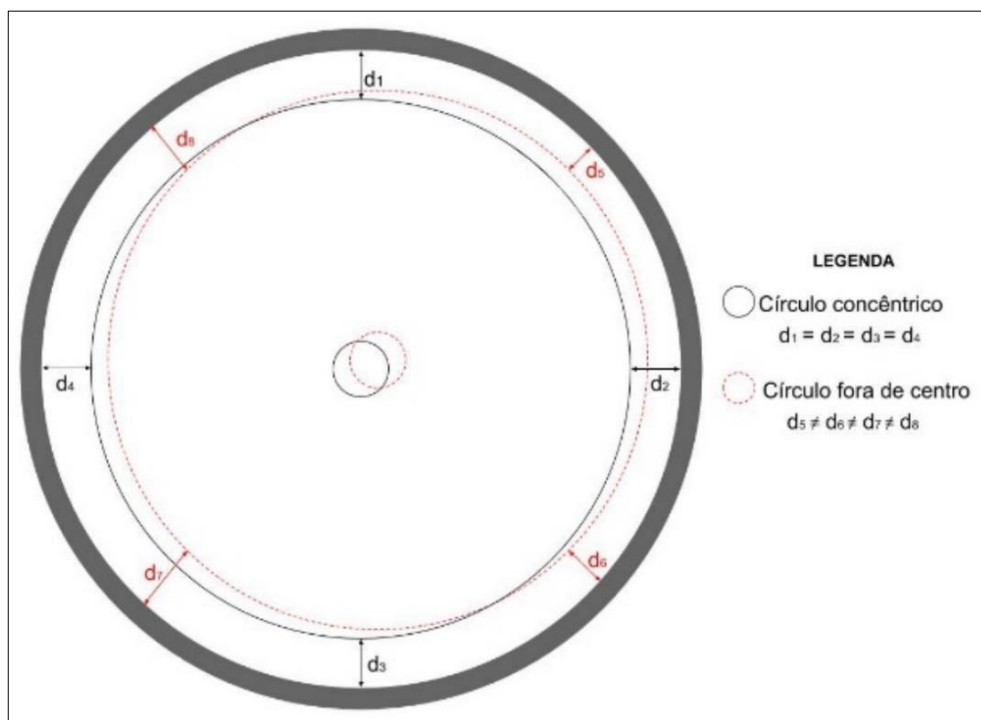
O filtro de entrada, como explicado anteriormente, é responsável por realizar uma pré-filtragem das moedas que são inseridas no equipamento. Esta pré-filtragem ocorre através do movimento circular do disco do filtro de entrada que é realizado por meio de um motor. Em intervalos de tempos já definidos, uma alavanca é liberada e as moedas saem do disco e vão para a calha do serializador devido a força centrífuga gerada pelo movimento circular do disco. Em resumo, o usuário introduz as moedas sob o disco, o disco inicia seu movimento circular e, de tempos em tempos, a alavanca é liberada e as moedas vão para a calha.

Neste caso, o motor utilizado possui um eixo com um diâmetro nominal de 8 milímetros e, atualmente, nenhum acoplamento é utilizado, apenas um rolamento de esferas é acoplado no eixo (os outros dados do rolamento não possuem autorização para serem divulgados). O movimento do eixo do motor é transmitido para o eixo do filtro de entrada através de um parafuso que está fixando ambos. Neste caso, tem-se que o sistema pode apresentar desalinhamentos devido a fixação dos eixos ou folgas e interferências devido às tolerâncias geométricas do eixo e do rolamento.

O desalinhamento é verificado devido ao fato dos eixos serem fixados a partir de um parafuso, com isso o sentido de aperto do mesmo faz com que o disco do filtro de entrada fique fora de centro em relação ao eixo do motor (fato este que ocasiona um movimento irregular). A Figura 34 ilustra o problema aqui descrito.

A Figura 34 acima ilustra um movimento circular concêntrico ao eixo do motor (expresso em preto) e ilustra também o desalinhamento devido ao aperto do parafuso de fixação dos eixos (ilustrado em vermelho)

Figura 34 - Desalinhamento do filtro de entrada



Fonte: Próprio autor.

Em relação às folgas e interferências tem-se que as mesmas ocorrem devido as tolerâncias do eixo do motor e do diâmetro interno do rolamento. Neste caso, tem-se que a faixa de valores para o diâmetro do eixo é superior a faixa de valores do diâmetro interno do rolamento. Com isso, durante a montagem do filtro de entrada muitos motores não são utilizados pois apresentam ajustes não desejáveis que interferem no funcionamento do filtro.

De maneira a minimizar a quantidade de motores que são rejeitados pelos montadores e também minimizar o problema de desalinhamento, desenvolveu-se um acoplamento que possa ser utilizado dentro da faixa de diâmetros que os motores apresentam além de minimizar o desalinhamento apresentado.

Durante o desenvolvimento do protótipo pesquisou-se vários tipos de acoplamentos e também como sua utilização poderia interferir no funcionamento do equipamento. De acordo com o funcionamento e com as características do sistema, tem-se que o acoplamento não deve permitir desalinhamento, deve ser capaz de absorver os choques de inversão de direção de movimento do motor e, por fim, adequar-se aos motores que já estão disponíveis para uso. Desta maneira realizou-se um estudo preliminar para selecionar o acoplamento ideal para o caso. Como

resultado tem-se que os acoplamentos rígidos da linha ADS atendem as necessidades do sistema. A Figura 35 ilustra o modelo de acoplamento citado.

Figura 35 - Acoplamento rígido da linha ADS



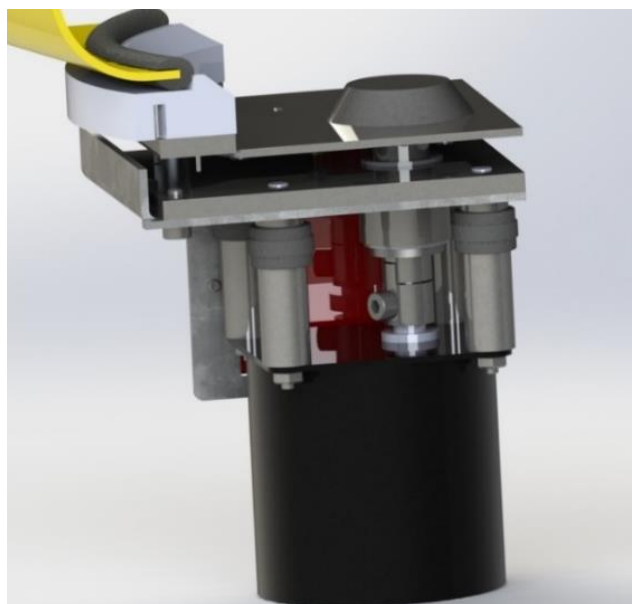
Fonte: KALATEC Automação.

“A linha de acoplamentos ADS são construídos em duas partes de alumínio e o centro com elastômero” (Kalatec automação, 2018). São resistentes, absorvem o desalinhamento e também protegem o motor contra sobre carga.

Por experimentos já realizados anteriormente na empresa, tem-se que os acoplamentos comerciais semelhantes ao da Figura 35 não possuem um bom desempenho e acabam se rompendo durante o uso além de apresentarem um alto custo (cerca de R\$160,00 o acoplamento semelhante ao da figura acima em sites de compra pela internet). Desta maneira optou-se por projetar um acoplamento rígido semelhante ao da Figura 35 com as características desejáveis tendo um custo inferior e desempenho superior ao comercial. Devido a isso, foi necessário alterar também o modo de fixação do motor no filtro. A Figura 36 ilustra o acoplamento proposto.

O acoplamento foi projetado para se adequar a faixa de diâmetros que o eixo do motor possa apresentar além de minimizar ao máximo os desalinhamentos que possam ocorrer entre o eixo do motor e o eixo do filtro. Além disso o rolamento de esferas foi substituído por buchas de deslizamentos que são mais baratas e apresentam o mesmo desempenho para a sistema.

Figura 36 - Novo acoplamento do filtro de entrada

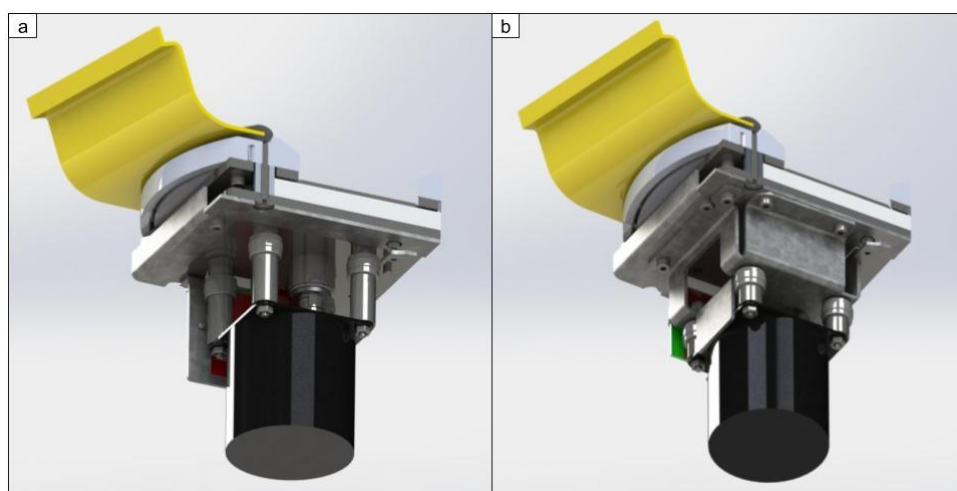


Fonte: Próprio autor.

É importante ressaltar que há uma pequena folga entre os dentes do acoplamento para que, durante a inversão de movimento do motor, não haja um impacto tão brusco que seja transmitido para as peças. Com isso, o motor inverte o sentido de giro e somente depois inicia a transmissão de movimento por meio do acoplamento.

A partir das análises realizadas no acoplamento proposto chegou-se a dois modelos distintos de fixações que são ilustrados a partir da Figura 37.

Figura 37 - Fixação do motor no filtro de entrada: a) Fixação “A”; b) Fixação “B”



Fonte: Próprio autor.

Em ambos os modelos de fixação do motor utilizou-se coxins para absorver o impacto do movimento, no entanto, a diferença entre os modelos acima se dá pela

rigidez mecânica resultante. No modelo “A” a fixação se dá através de coxins e espaçadores de aço carbono 1020 e no modelo “B” a fixação ocorre por meio de uma chapa dobrada e coxins.

As características do modelo “A” são: possui peças usinadas que são mais caras que chapas dobradas e permite que o motor tenha liberdade de giro pelo fato de haver apenas os espaçadores entre o motor e o filtro de entrada. As características do modelo “B” são: montagem simples, mais rígido pois não permite que o motor tenha liberdade de giro devido a utilização da chapa dobrada. Por fim, tem-se que o modelo “B” se mostra mais adequado para o projeto devido a maior rigidez. Além disso há um sistema de fixação semelhante ao modelo “B” que já é utilizado no equipamento e que possui um bom desempenho sem travamento e desalinhamentos.

Em relação a inserção da nova fixação, para o modelo “A” não há necessidade de alteração dos componentes já presentes no filtro de entrada. Já para o modelo “B” há a necessidade de alteração de uma chapa do filtro de entrada, no entanto, como a mesma chapa já foi alterada devido ao sistema desenvolvido para a retirada de sujeira (que será discutido na sequência) as alterações realizadas não apresentam um empecilho para os testes do protótipo.

Por fim, ambos os projetos foram aprovados pelo setor de engenharia, no entanto, ainda não se tem resultados práticos de seu desempenho pois o protótipo ainda não foi fabricado. Deste modo, o projeto *CAD* do acoplamento e de ambos os modelos de fixação possuem grande possibilidade de funcionarem precisando apenas de pequenos ajustes que podem ocorrer durante a fase de testes e validações. Por fim, a seleção do modelo que será utilizado será realizada após a validação dos protótipos.

4.4 REMOÇÃO DE SUJEIRA E CALHA DO SERIALIZADOR

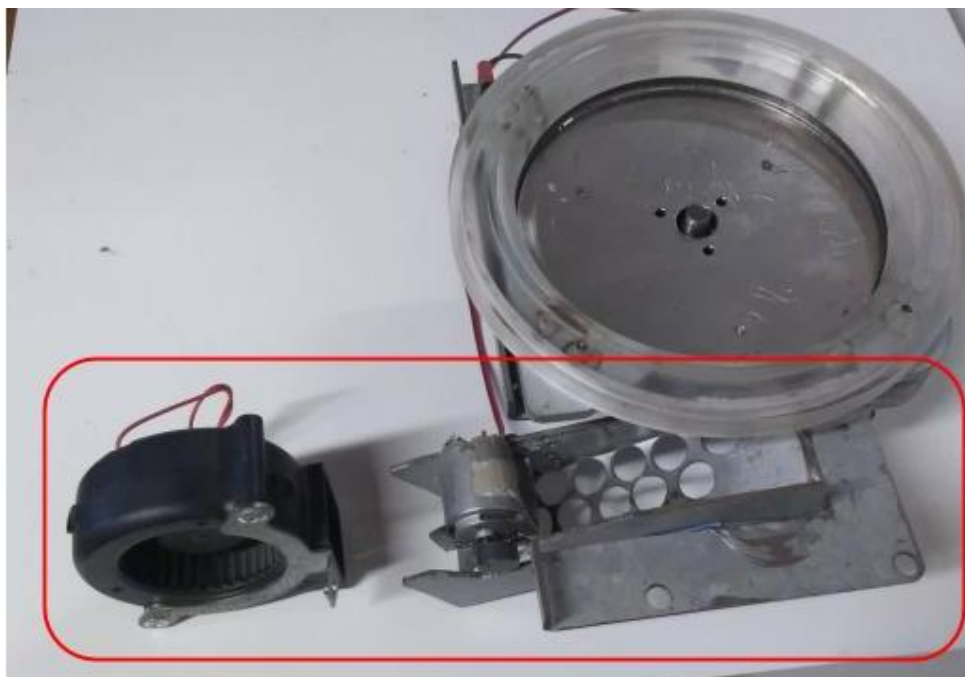
Retirar a sujeira e os objetos estranhos que são inseridos por engano (ou não) junto com as moedas antes que eles cheguem em pontos críticos do funcionamento do equipamento é um dos itens propostos que solucionam, ou minimizam, muitos dos problemas de travamento em campo que foram relatados na seção de Justificativa e Relevância. É evidente que, retirar toda a sujeira e todos os

tipos de objetos que podem ser inseridos resulta em um projeto complexo, de alto custo e que demande várias horas de desenvolvimento. Por conta disso, a solução proposta busca solucionar o problema de forma simples, com um baixo custo e que se adapte facilmente a estrutura interna do CataMoeda.

Realizou-se um benchmarking onde muitas soluções foram discutidas em equipe para que o sistema proposto seja eficiente, minimizando assim a frequência com que o equipamento fique inoperante devido a sujeira e objetos estranhos. Com isso, chegou-se a um sistema de calha vibratória com ventilação interna que será acoplado ao filtro de entrada. Neste caso, a calha do serializador também será reprojetada para se adequar ao sistema vibratório, com isso, o problema que muitos operadores relatam de se cortarem na calha será avaliado e corrigido (item discutido para ser implementado no item 6). Desta maneira, na presente seção serão discutidas o desenvolvimento do item 5 (que aborda um sistema para retirar a sujeira) e do item 6 (que refere-se a correção da calha do serializador).

Com a solução já discutida em equipe, desenvolveu-se um protótipo experimental para analisar a ideia inicial proposta. O protótipo foi construído na própria empresa com os materiais que estavam disponíveis. Ele é ilustrado a partir da Figura 38 destacado em vermelho.

Figura 38 - Protótipo do sistema de calha vibratória com ventilação interna acoplado ao filtro de entrada



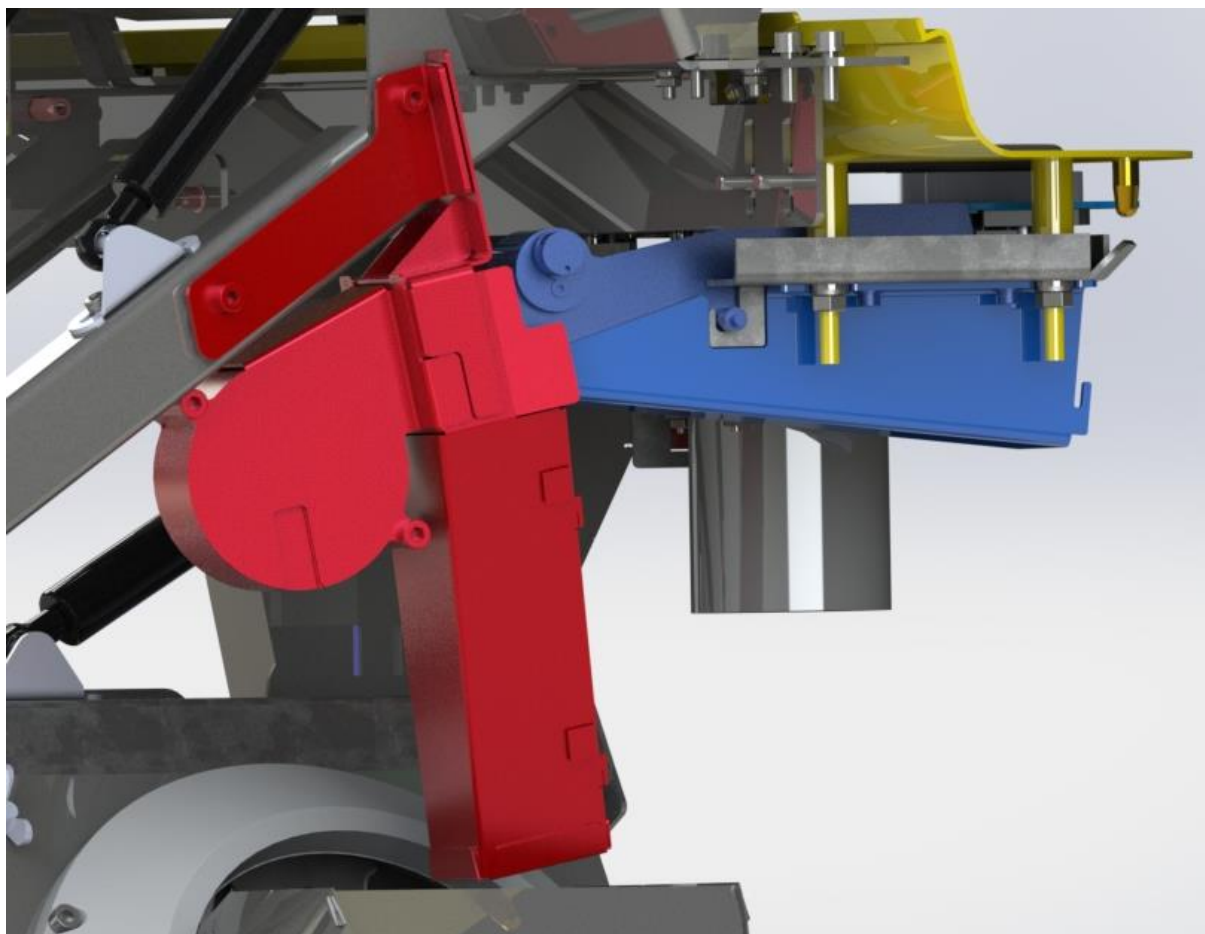
Fonte: Próprio autor.

Como ele foi fabricado apenas para testar seu funcionamento, tem-se que ele funcionou bem e obteve bons resultados para serem analisados durante a fase de desenvolvimento do projeto no software de modelagem 3D.

O Protótipo acima obteve um bom funcionamento e os resultados de como a ventilação, a fixação e a vibração se comportaram foram analisados durante a fase de desenvolvimento do projeto no software de modelagem 3D.

A Figura 39 ilustra a construção geral do sistema desenvolvido para retirar sujeiras contendo a calha vibratória e da nova calha do serializador.

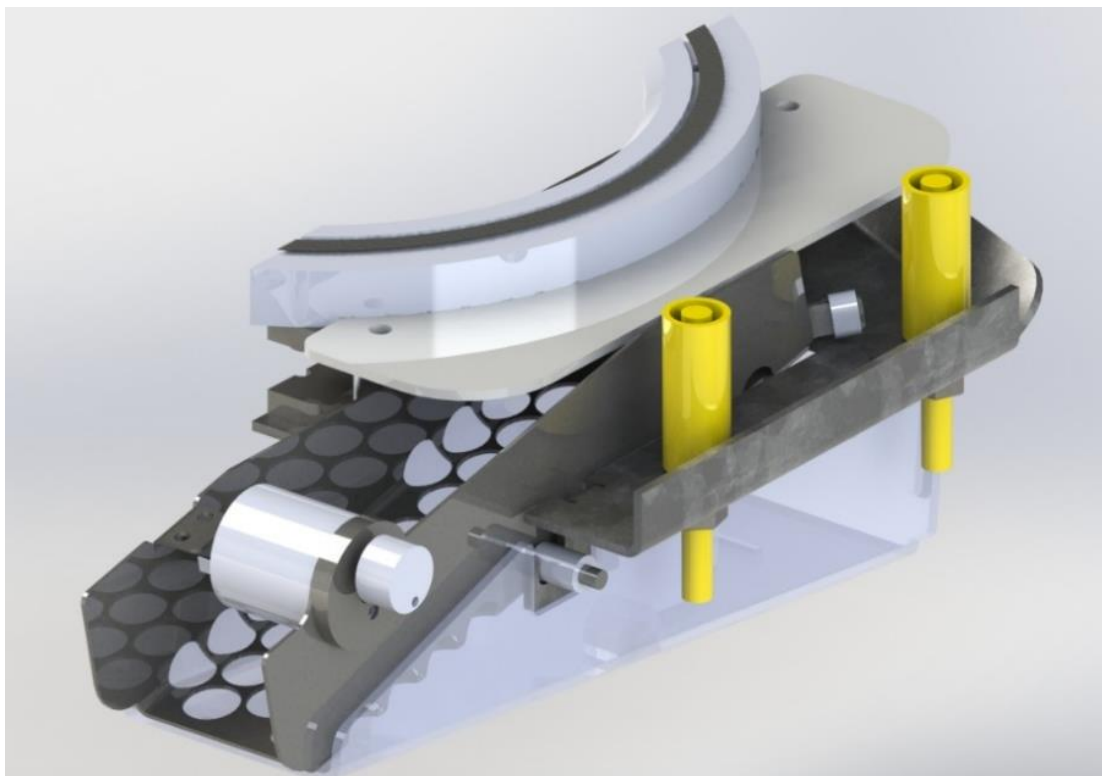
Figura 39 - Sistema para remover sujeiras contendo a calha vibratória (azul) e a calha do serializador (vermelho)



Fonte: Próprio autor.

De forma simplificada, a Figura 40 ilustra somente a calha vibratória fixada ao filtro de entrada.

Figura 40 - Calha vibratória fixada ao filtro de entrada



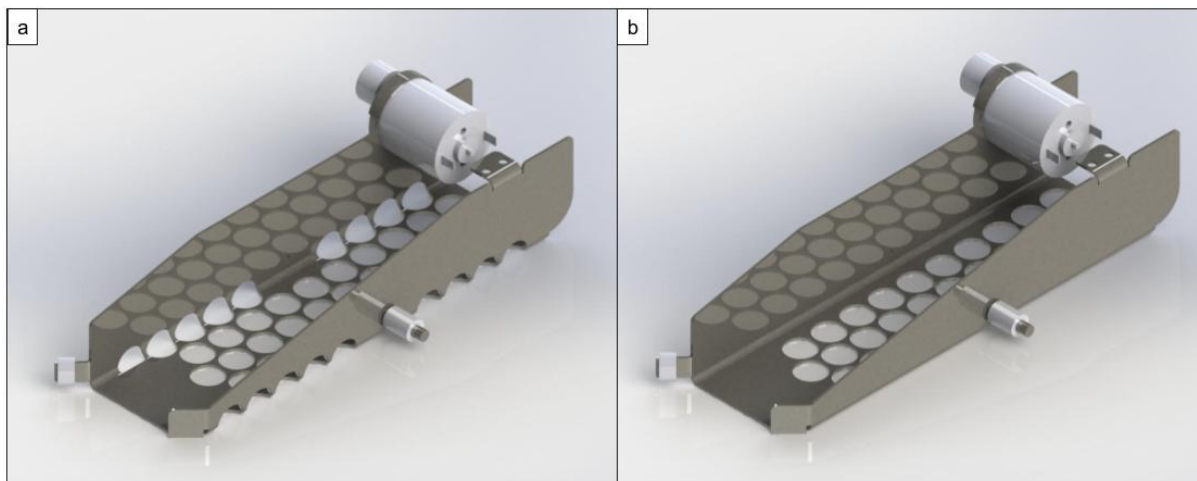
Fonte: Próprio autor.

Na solução desenvolvida para a calha vibratória é possível notar a presença de um motor com pêndulo fixado a uma calha com furos na base. Neste caso, o acionamento do motor faz com que a calha vibre retirando assim a sujeira e as depositando no coletor localizado abaixo da calha vibratória. Devido a vibração, a calha não está fixa ao filtro de entrada, ela está apoiada sobre ele, por conta disso, a região que está em contato com outras peças está isolada por borracha para minimizar a vibração e o barulho.

Nesta situação a vibração da calha faz com que as moedas se desloquem até calha do serializador e a sujeira passe pelos furos até o coletor (localizado abaixo da calha furada). É importante ressaltar que a calha está inclinada para facilitar a passagem das moedas e a retirada da sujeira. Caso algum usuário deposite líquidos no filtro de entrada (como já ocorreu anteriormente), os furos auxiliarão que o líquido não vá para outros lugares do equipamento e a inclinação fará com que ele não fique depositado em um lugar específico, mas sim que passe pela calha, vá para o coletor e fique retido na sacola. A sacola possui um fácil encaixe e desencaixe para que o operador consiga retirá-la de maneira simples sem a necessidade de desmontar nada (na Figura 40 a sacola não está inserida para facilitar a visão geral do sistema).

A partir dos testes com o protótipo chegou-se à conclusão que seria ideal testar dois modelos de calha vibratória. Os mesmos são ilustrados pela da Figura 41.

Figura 41 - Calha vibratória: a) Modelo “A”; b) Modelo “B”



Fonte: Próprio autor.

Os dois modelos de calha desenvolvidos se diferenciam devido a furação da calha. No primeiro modelo há furos nas dobras da calha e no segundo modelo não há. A intenção da construção dos dois modelos é analisar o comportamento do fluxo de ar e da sujeira no interior da calha, dados estes que serão levantados na fase de testes do protótipo. Ao final será avaliado e analisado o desempenho dos modelos frente a diferentes situações que podem ocorrer no dia a dia do equipamento.

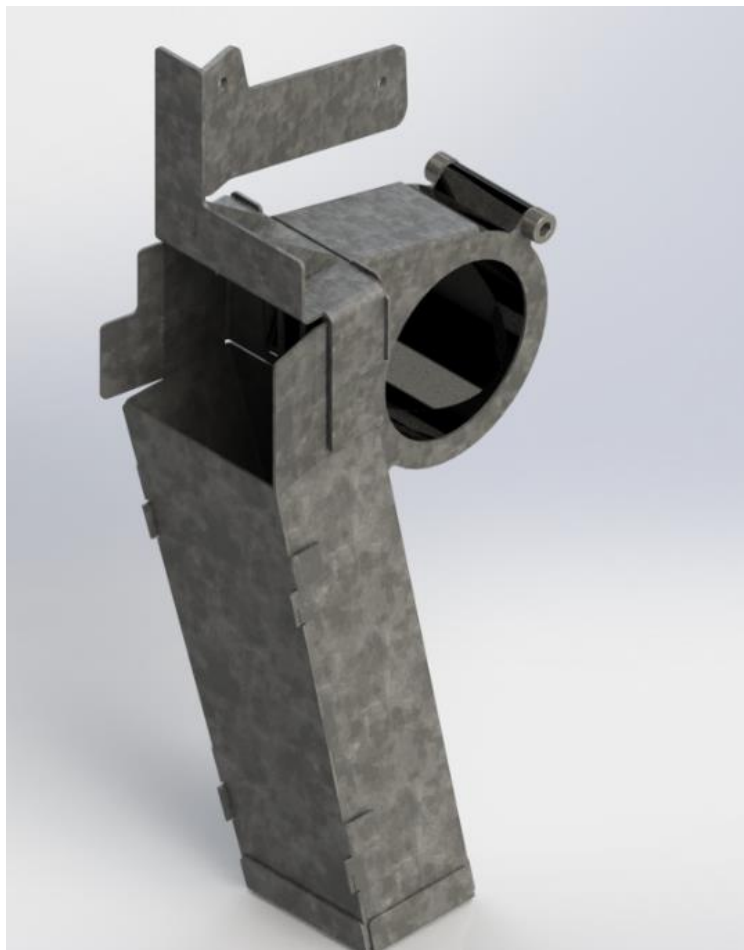
Por fim tem-se que a calha vibratória está fixada no filtro de entrada a partir de fixadores já presentes. Foi necessário realizar alterações em uma única peça do filtro de entrada (a mesma alterada para o modelo “B” da fixação do motor discutido anteriormente) para que a calha fosse posicionada no devido local (as alterações não podem ser divulgados pois mostrariam a construção interna do filtro de entrada).

Outro item a ser discutido nesta seção é a nova calha do serializador. Ela está ilustrada a partir da Figura 42.

A calha do serializador está fixada a estrutura interna do CataMoeda e o *cooler* está fixado na parte superior da calha do serializador a partir de encaixes e pontos de solda (a Figura 39 ilustra as fixações citadas). Desta maneira, os módulos do cooler e da calha do serializador possuem uma fácil instalação pois formam um único conjunto e são fixados a partir de dois furos já existentes na estrutura. É importante ressaltar que o cooler não foi fixado a partir de parafusos para não interferir na passagem de moedas pela calha do serializador. Além disso, o cooler utilizado

possui a potência suficiente para retirar as sujeiras que estão presentes na calha e enviá-las ao coletor não interferindo na passagem das moedas.

Figura 42 - Calha do serializador

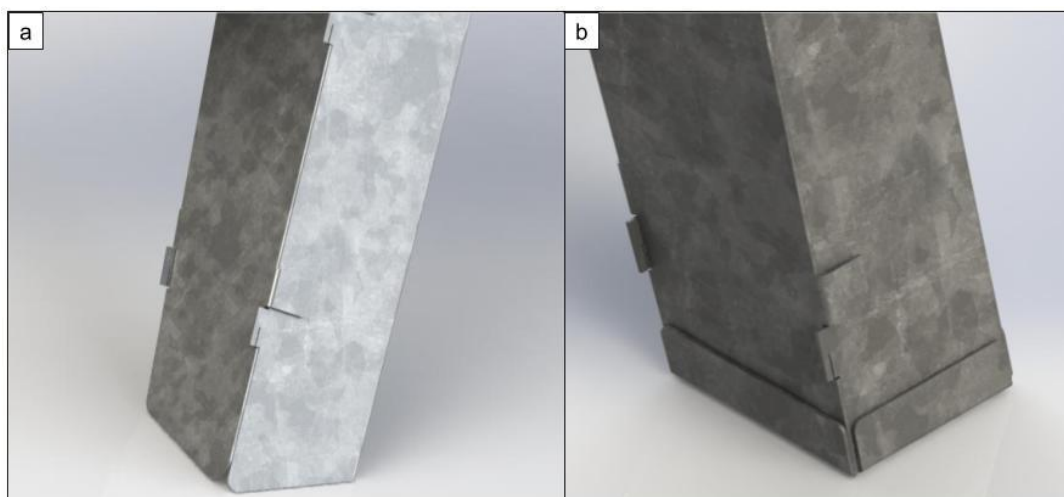


Fonte: Próprio autor.

Foi pensado também nos processos de fabricação necessários para a construção do conjunto, com isso as peças possuem encaixes para facilitar a montagem (além de garantir que as peças ficarão na posição desejada) e em seguida são dados pontos de solda para dar rigidez e sustentação ao conjunto.

Com a finalidade de proteger o operador no momento de manutenção da calha (e também quando houver a necessidade de retirar moedas presas no serializador) foi inserido bainhas na extremidade da calha. Com isso, as alterações solicitadas no item 6 são satisfeitas e podem ser analisadas na Figura 43, que apresenta o modelo antigo e o proposto. Outro ponto importante a ser analisado em relação a calha é o seu comprimento final pois no momento da abertura da EFI a calha não pode colidir no serializador.

Figura 43 - Implementação do item 6: a) Modelo antigo; b) Modelo proposto



Fonte: Próprio autor.

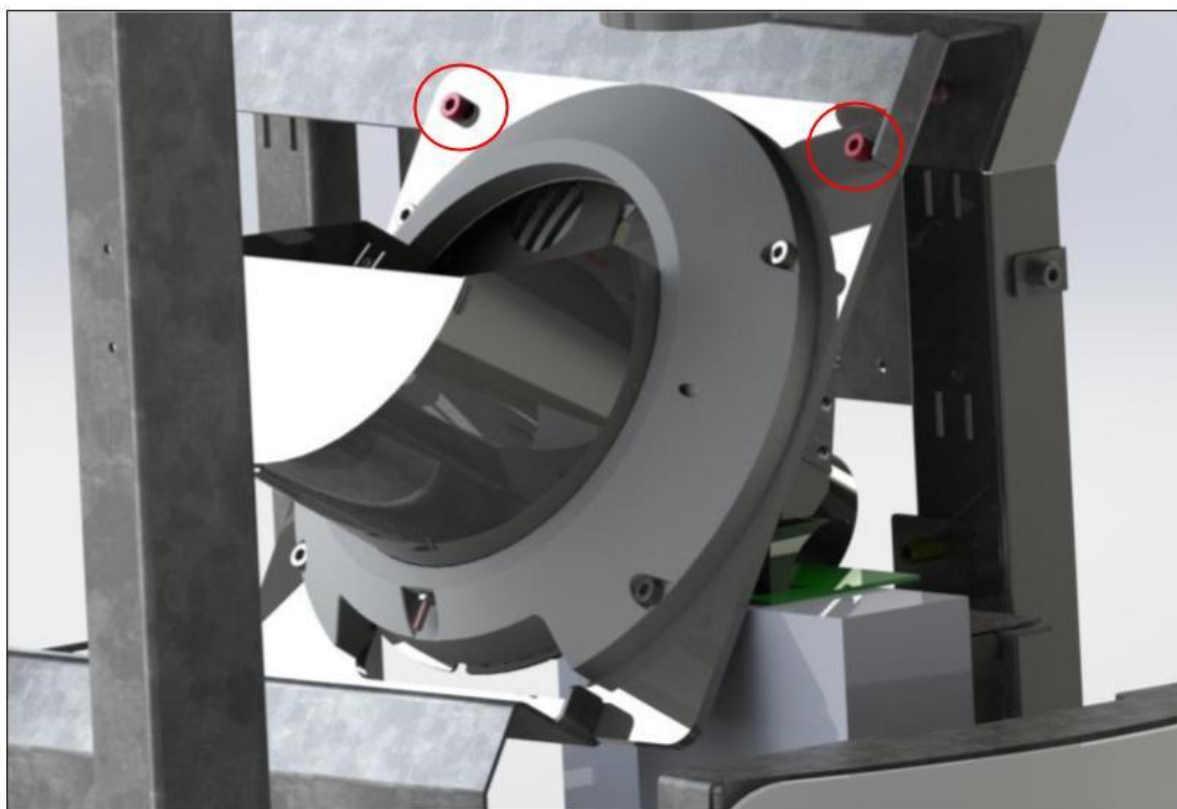
De forma resumida, o funcionamento de todo o sistema para remover sujeiras e objetos estranhos (que pode ser visto novamente a partir da Figura 39) ocorre da seguinte maneira: a partir do momento em que o usuário introduz moedas no filtro de entrada a calha vibra devido ao acionamento do motor. Com isso as moedas vão “caminhando” pela calha e o cooler elimina a sujeira que passa pelos furos e ficam depositadas no coletor e em seguida vão para a sacola. Quando houver a necessidade o operador esvazia sacola. Por fim as moedas saem da calha vibratória e vão para a calha do serializador sendo depositadas no serializador.

Assim como o item anterior, o protótipo final ainda não foi fabricado e a fase de testes e validações não foram realizadas até o momento. Tem-se apenas os resultados obtidos com o protótipo (ilustrado a partir da Figura 38) que foram implementados no desenvolvimento do protótipo final. É importante ressaltar que o protótipo inicial foi realizado de forma experimental e que a versão final foi desenvolvida levando em consideração a melhor maneira da montagem se adequar a estrutura já presente além de se tornar também um módulo de fácil manutenção e alocação. Por fim, a fabricação das peças também foi analisada visto que há pouco espaço disponível e os erros provenientes dos processos de fabricação poderiam prejudicar a posição final do módulo, por conta disso há encaixes que são cortados a *laser* e independem de dobras e que, ao final, são fixados com pontos de solda.

4.5 POSICIONADOR DO SERIALIZADOR

O item 7 refere-se a implementação de um sensor de posição para o serializador. Atualmente, já há um posicionador mecânico formado por furos, oblongos e parafusos do tipo Allen, no entanto na prática ela é pouco utilizada. Isso ocorre devido ao fato de que muitos operadores informam que há a necessidade de haver uma ferramenta para apertar o parafuso e com isso eles apenas posicionam o serializador no lugar correto. O fato do serializador não estar fixo na posição não inviabiliza o funcionamento do equipamento, no entanto, caso ele esteja fora da posição as moedas podem travar na entrada do validador. A Figura 44 ilustra como é realizado o posicionamento do serializador atualmente.

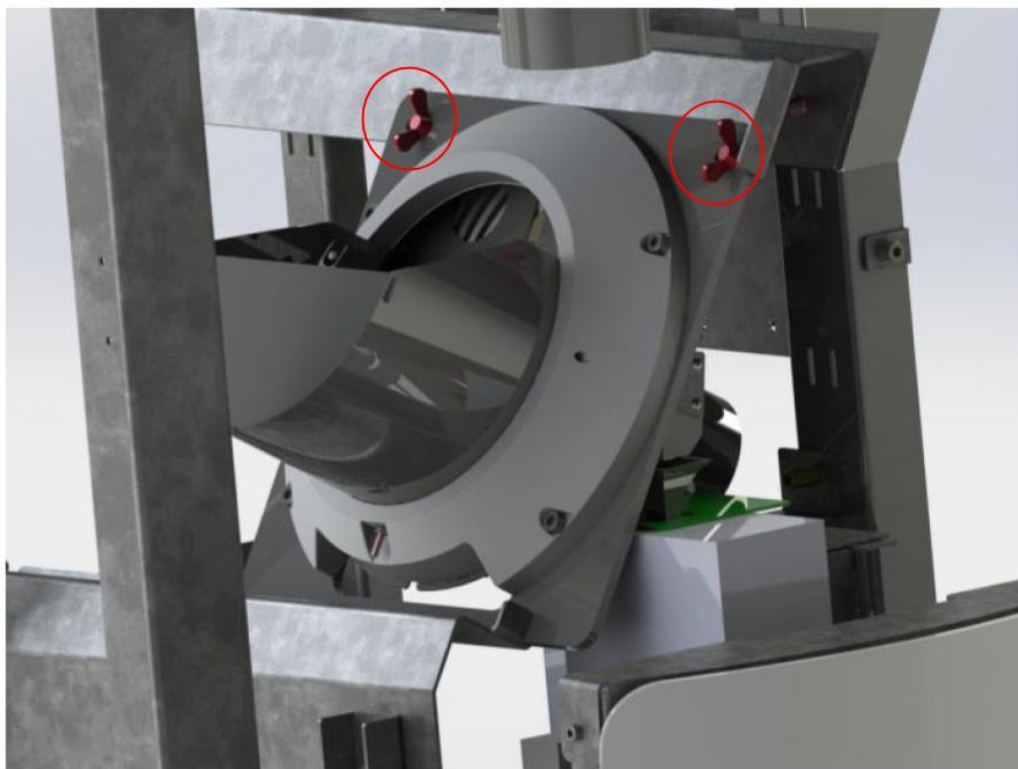
Figura 44 - Posicionador do serializador (atual)



Fonte: Próprio autor.

A solução proposta foi alterar o tipo de fixador utilizado por um que seu aperto possa ser realizado de forma manual sem a necessidade de uma ferramenta. Com isso chegou-se à conclusão de que parafusos do tipo borboleta são ideais para a situação. A Figura 45 ilustra o posicionador proposto.

Figura 45 - Posicionador do serializador (Proposto)



Fonte: Próprio autor.

Optou-se por utilizar a mesma estrutura de posicionamento pois assim não há a necessidade de alteração do projeto mecânico, apenas a alteração do fixador utilizado já é o suficiente para atender o item proposto.

4.6 CALHA DE DISTRIBUIÇÃO DO VALIDADOR

A presente seção apresenta o desenvolvimento da solução proposta para retirar as moedas que ficam presas na calha de distribuição do validador (item 8). Este item foi solicitado por parte do setor de operações que atendem as ocorrências de travamento do CataMoeda.

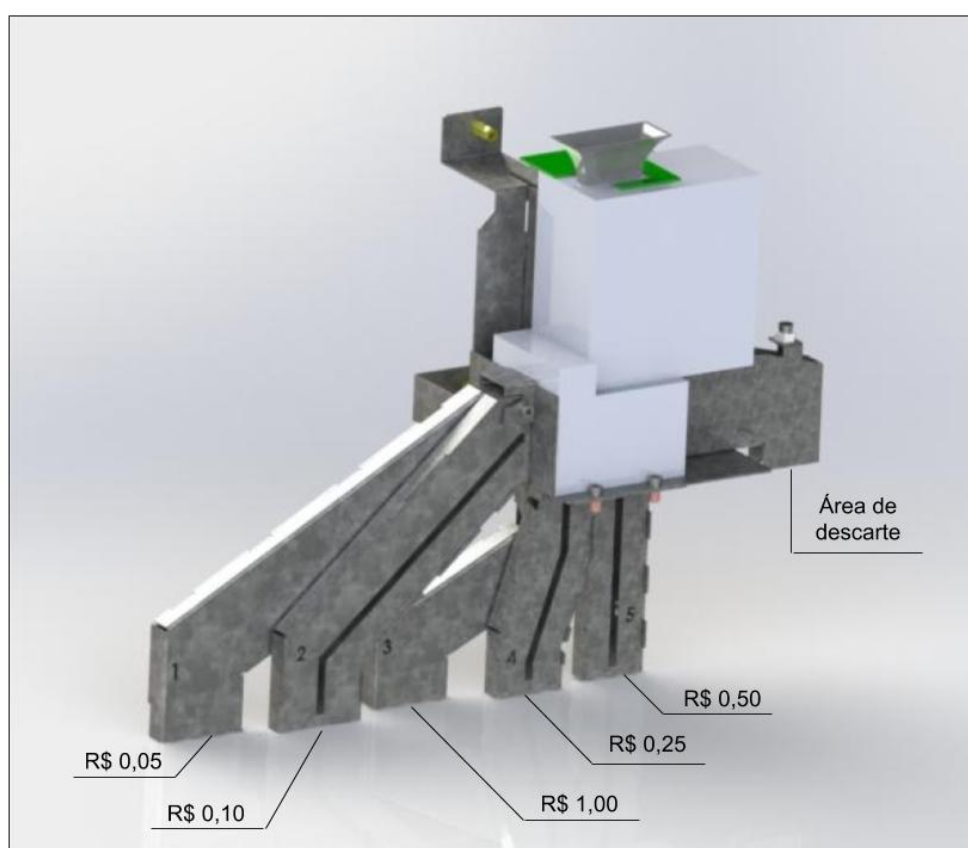
O problema informado é que, há casos em que as moedas ficam presas entre a saída do validador e a entrada da calha de distribuição, devido a isso, o validador trava e todas as moedas que chegam na sua entrada não são validadas sendo enviadas diretamente para a área de descarte. Na seção de Justificativa e Relevância há dados referente ao travamento do validador e a quantidade de

ocorrências em que o equipamento descarta todas as moedas devido ao travamento das moedas descrito acima.

Para minimizar o problema de travamento relatado acima e o próprio operador do estabelecimento consiga destravar o equipamento, já há aberturas presentes em toda a lateral das calhas de distribuição justamente para retirar as moedas que possam ficar presas, no entanto há casos em que o operador não consegue retirar as moedas e é necessário enviar um técnico ao local.

A Figura 46 ilustra a identificação da calha de distribuição do validador indicando qual o tipo de moeda para cada calha e a área de descarte.

Figura 46 - Calhas de distribuição do validador



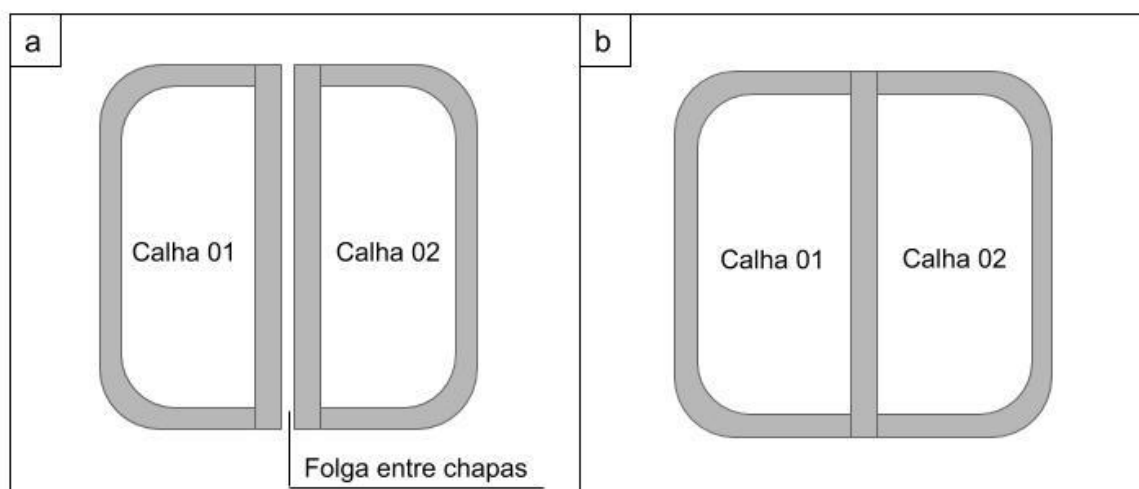
Fonte: Próprio autor.

O problema identificado para o travamento das moedas é que, há casos em que as calhas não estão centralizadas com a saída do validador ocasionando em folgas e desalinhamentos nas saídas das moedas. Isso ocorre devido a fabricação das calhas de distribuição e da base do validador e o modo em que elas estão fixadas. A solução proposta é alterar a montagem do conjunto e o modo de fixação das calhas

para minimizar os erros de fabricação, fazendo com que eles não influenciem no desempenho do equipamento.

Inicialmente foi remodelado a base do validador: antes ela era fabricada a partir de uma única chapa dobrada e a solução proposta foi minimizar os erros provenientes das dobras fabricando a base a partir de várias chapas encaixadas e depois soldadas. Em relação às calhas de distribuição elas também foram remodeladas visando minimizar as folgas existente entre as calhas e também aperfeiçoando o modo de fixação para evitar desalinhamento, para isso foi desenvolvido um “sanduíche” de chapas. Outras soluções foram analisadas, no entanto, a selecionada não apresenta a folga entre as chapas otimizando assim o espaço. A Figura 47 ilustra a solução proposta para as calhas.

Figura 47 - Calhas de distribuição: a) Projeto atual; b) Projeto proposto

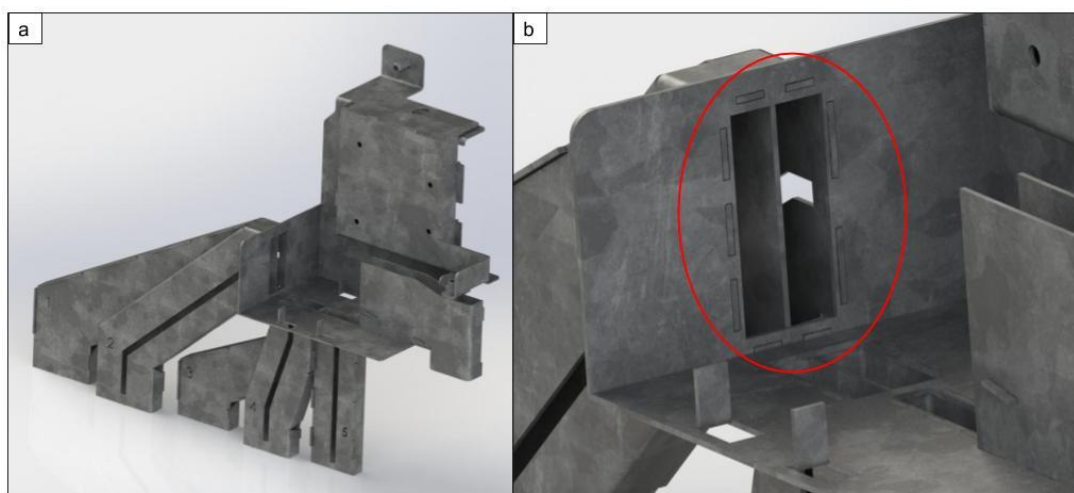


Fonte: Próprio autor.

Analisando a Figura 47 tem-se que o uso de uma única chapa retira a folga antes presente. No entanto, somente a alteração das calhas não foi o suficiente para minimizar o problema, foi necessário alterar também seu modo de fixação. Para isso foram realizados encaixes para as calhas na base do validador para que elas sejam posicionadas em relação a saídas das moedas do validador e que não dependem da fixação realizada a partir de dobras e parafusos como era realizado anteriormente. Posteriormente serão inseridos pontos de soldas nos encaixes para dar rigidez e sustentação as calhas. A

Figura 48 ilustra a primeira versão da solução proposta.

Figura 48 - Primeira versão das calhas de distribuição do validador: – a) Visão geral; b) Encaixes da calha



Fonte: Próprio autor.

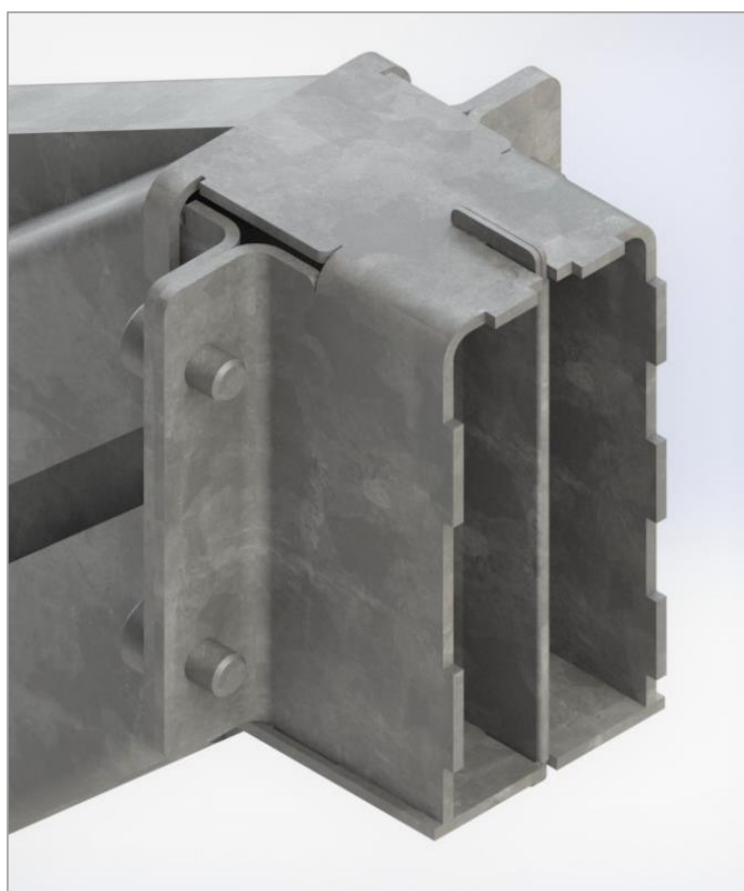
Após a conclusão da primeira versão discutiu-se em equipe a montagem e manutenção do conjunto, com isso verificou-se que a montagem possuía muitas peças e muito pontos de solda. Além disso a manutenção poderia ser prejudicada pelo fato de que as calhas estão fixas a base do validador e não podem ser retiradas devido aos pontos de solda (anteriormente as calhas eram fixadas na base a partir de fixadores e poderiam ser retiradas para manutenção caso houvesse necessidade). O ponto positivo levantado é que a calha da área de descarte está fixa a base e antes ela estava fixa ao validador e era retirada junto a ele.

Com o intuito de aprimorar a primeira versão realizou-se novamente uma análise na base do validador para verificar quais as dobras realmente estavam influenciando na posição do validador, a partir disso desenvolveu-se a nova versão para a base do validador. A diferença entre a primeira e a segunda versão é a quantidade de peças e pontos de solda e também a utilização de chapas dobradas. Outra alteração realizada é para que as calhas possam ser retiradas da base do validador, para isso desenvolveu-se um modo de fixação em que há uma pequena calha fixada a base do validador posicionadas em referência a saída do validador (semelhante ao apresentado na primeira versão). Por fim, fixado a essa pequena calha há o restante da calha, com isso há como o operador retirar as calhas sem

perder o posicionamento de referência das saídas das moedas pois as pequenas calhas não podem ser removidas.

É importante ressaltar que o encaixe entre as duas calhas foi realizado de maneira a impedir que as moedas fiquem presas entre elas. Para isso, há uma chapa dobrada em formato de bainha em que as extremidades apresentam um pequeno ângulo para que chapa central da calha maior possa se encaixar impedindo que as moedas tenham alguma região que possam ficar presas. Além disso, ambas as calhas são fixadas por parafusos para facilitar a remoção e manutenção. A Figura 49 ilustra a nova versão descrita acima.

Figura 49 - Segunda Versão das calhas de distribuição do validador



Fonte: Próprio autor.

Comparando as duas versões desenvolvidas, tem-se que a segunda possui uma quantidade de peças e pontos de solda menores em relação a primeira e também que há a possibilidade de retirada das calhas que foi solicitado. Desta maneira, a segunda versão é um aprimoramento da primeira possuindo uma montagem, fabricação e manutenção aprimorada em relação a primeira. Por conta disso somente

ela será liberada para a fabricação do protótipo visto que a primeira versão apresenta problemas já discutidos anteriormente.

De forma geral, visivelmente não há muita diferença do projeto em uso atualmente em relação às duas soluções propostas. Quando se refere a construção e fabricação mecânica há uma grande diferença devido ao fato da substituição das chapas dobradas na base do validador e também ao novo encaixe e modelagem das calhas.

O desenvolvimento do item proposto demandou várias horas de trabalho por ser um projeto com muitos detalhes e restrições. Isso se deu devido a construção das calhas e do conjunto completo. Por fim, se manteve as mesmas fixações utilizadas anteriormente.

5. CONCLUSÕES

O CataMoeda é um equipamento presente em muitas redes varejistas e, por conta disso, possui um alto fluxo de usuários todos os dias. Desta maneira desenvolveu-se soluções que tornem o equipamento mais robusto atendendo as necessidades dos clientes e da própria empresa desenvolvedora.

As soluções propostas para as melhorias solicitadas se mostraram satisfatórias e atenderam às expectativas durante os testes dos protótipos sendo necessárias somente algumas alterações.

A abertura da estrutura frontal superior e inferior do equipamento foram modificadas buscando tornar o movimento mais suave a partir da colocação de pistões a gás.

A retirada e colocação da carenagem frontal também foi modificada a partir da inserção do pistão a gás na EFI. Desenvolveu-se também um apoio para a gaveta visto que o que havia antes tornava a retirada e a colocação da gaveta uma tarefa difícil.

No filtro de entrada alterou-se o acoplamento do motor e seu modo de fixação (para este último item foram propostas duas soluções diferentes). Tais alterações buscam solucionar o problema relacionado ao desalinhamento do disco do filtro de entrada e também as tolerâncias dimensionais do motor com o rolamento.

Ainda em relação ao filtro de entrada, foi desenvolvido um sistema de calha vibratório que foi acoplado ao mesmo para auxiliar na remoção de sujeiras e objetos estranhos. Para auxiliar na remoção de sujeiras, a calha do serializador foi alterada para que fosse possível inserir um cooler na parte superior alinhado com a calha vibratória. A calha do serializador também sofreu alterações em sua extremidade para evitar cortes nos operadores.

O Serializador não sofreu alterações estruturais como o filtro de entrada, somente alterou-se seu posicionador para um que não há a necessidade de utilização de ferramentas.

As calhas de distribuição do validador foram modificadas para que os problemas relacionados a fabricação e montagem do conjunto fossem minimizados visto que há muitas incidências de travamento do validador.

Os protótipos desenvolvidos até o momento que foram dos pistões da EFS e EFI e do apoio da gaveta foram testados e validados e serão implementados em equipamentos que serão instalados em clientes ainda no ano de 2018. As demais melhorias foram aprovadas e serão liberadas para a fabricação dos protótipos no início do ano de 2019. Futuramente, espera-se testar os protótipos desenvolvidos para que os mesmos possam ser implementados nos equipamentos.

A partir das alterações realizadas nota-se que a trajetória percorrida pelas moedas foram avaliadas e melhoradas visando diminuir os atendimentos e atender o usuário final da melhor maneira possível.

As dificuldades encontradas estão relacionadas com o fato de que não poderiam haver alterações significativas na estrutura interna do equipamento, com isso o desenvolvimento de novos itens e o melhoramento de itens já utilizados deveriam se limitar a estrutura já presente e ao espaço disponível.

Por fim, tem-se que o trabalho aqui desenvolvido está relacionado com as alterações mecânicas do equipamento abordando principalmente o desenvolvimento de novos itens ou o melhoramento de itens já utilizados.

REFERÊNCIAS

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **1ª família – aço inox.** Disponível em: < <https://www.bcb.gov.br/htms/mecir/mcomum/macomum.asp>>. Acesso em 22 ago. 2018.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **2ª família.** Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/htms/mecir/mcomum/mecomum.asp>>. Acesso em 22 ago. 2018.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **FAQ – Custo de produção de cédulas e moedas e vida útil teórica de cédulas.** Disponível em: < https://www.bcb.gov.br/pre/bc_atende/port/MeioCirc_CustoProd.asp?idpai=FAQCIDADAO>. Acesso em 26 ago. 2018.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Museu de Valores do Banco Central.** Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/htms/origevol.asp>>. Acesso em 20 ago. 2018.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Programa Anual de Produção – 2018 – Moedas.** Disponível em: < https://www.bcb.gov.br/htms/mecir/real_pap_moedas.asp?idpai=MOEDA>. Acesso em 26 ago. 2018.

BANCO DE CABO VERDE. **O que é dinheiro.** Cabo Verde: Banco de Cabo Verde, 2011. 2 v.

CASA DA MOEDA DO BRASIL. **A Casa da Moeda em números.** Disponível em: < <http://www.casadamoeda.gov.br/relatorio-de-sustentabilidade/2015-2016/pt/a-casa-da-moeda-em-numeros.html>>. Acesso em 26 ago. 2018.

CASA DA MOEDA DO BRASIL. **Desempenho operacional e financeiro.** Disponível em: < <http://www.casadamoeda.gov.br/relatorio-de-sustentabilidade/2015-2016/pt/desempenho-operacional-e-financeiro.html>>. Acesso em 26 ago. 2018.

CASA DA MOEDA DO BRASIL. **História da CMB.** Disponível em: <<http://www.casadamoeda.gov.br/portal/socioambiental/cultural/historia-da-cmb.html>>. Acesso em 20 ago. 2018.

CASA DA MOEDA DO BRASIL. **Produtos e serviços.** Disponível em: < <http://www.casadamoeda.gov.br/portal/negocios/produtos-e-servicos.html>>. Acesso em 25 ago. 2018.

CASA DA MOEDA DO BRASIL. **Relatório de sustentabilidade 2016.** Disponível em: < http://www.casadamoeda.gov.br/relatorio-de-sustentabilidade/2015-2016/pdf/CasadaMoeda_RS2015.pdf>. Acesso em 26 ago. 2018.

CATAMOEDA. **CATAMOEDA.** Disponível em: < <http://catamoeda.com.br/>>. Acesso em 15 set. 2018.

CATAMOEDA. **Como funciona.** Disponível em: < <http://catamoeda.com.br/como-funciona/>>. Acesso em 15 set. 2018.

CATAMOEDA. **O que é o CataMoeda?** Disponível em: <
<http://catamoeda.com.br/sobre/>>. Acesso em 15 set. 2018.

CATA COMPANY. **CATA COMPANY.** Disponível em: <
<https://catacompany.com.br/>>. Acesso em 15 set. 2018.

CATA COMPANY. **CataMoeda.** Disponível em: <
<https://catacompany.com.br/catamoeda/>>. Acesso em 15 set. 2018.

CATA COMPANY. **CataMoeda SLIM – Datasheet, REV.03SL.** Florianópolis, 2018.

CATA COMPANY. **Manual do CataMoeda.** Florianópolis, 2018.

ESTUDO PRÁTICO. **Cunhagem.** Disponível em: <
<https://www.estudopratico.com.br/cunhagem/>>. Acesso em 25 ago. 2018.

EXAME. Veja como é fabricada uma moeda no Brasil. Disponível em: <
<https://exame.abril.com.br/economia/veja-como-e-fabricada-uma-moeda-no-brasil/>>. Acesso em 25 ago. 2018.

FGTN BRASIL. Sistemas de abertura e amortecimento. Disponível em: <
<https://www.fgvtn.com.br/produto/pistao-a-gas-fgvtn>>. Acesso em 10 set. 2018

KALATEC AUTMAÇÃO. **Acoplamento ADS.** Disponível em: <
<http://www.kalatec.com.br/acoplamento-ads/>>. Acesso em 02 out. 2018

OKAY PESSOAL!!!. **Otávio Mesquita mostra como as moedas são feitas.** 2017. Disponível em: <
<https://www.youtube.com/watch?v=5V-o800h-uA>>. Acesso em 20 ago. 2018.

PAUL SINGER. **Aprender economia.** 9. ed. São Paulo: Editora Brasileira, 1998.

