

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL MECÂNICA
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA**

LUAN FLORENCE DE MEDEIROS

REPROJETO DO MINI RACK DESMONTÁVEL MRD 1257

FLORIANÓPOLIS

2021

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

CÂMPUS FLORIANOPOLIS

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL MECÂNICA

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

LUAN FLORENCE DE MEDEIROS

REPROJETO DO MINI RACK DESMONTÁVEL MRD 1257

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: WIDOMAR
PEREIRA CARPES JÚNIOR, Dr. Eng.

FLORIANÓPOLIS

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Medeiros, Luan Florence de
REPROEJTO DE MINI RACK DESMONTÁVEL MRD 1257 / Luan
Florence de Medeiros ; orientação de Widomar Pereira Carpes
Júnior. - Florianópolis, SC, 2021.
73 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Mecatrônica. Departamento
Acadêmico de Metal Mecânica.
Inclui Referências.

1. PRODUTO. 2. REPROEJTO. 3. MINI-RACK. 4. REDUÇÃO.
I. Pereira Carpes Júnior, Widomar . II. Instituto Federal
de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Metal
Mecânica. III. Título.



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 estudante **LUAN FLORENCE DE MEDEIROS**, matrícula nº 1510042512, do Curso de Engenharia Mecatrônica, defendeu o trabalho intitulado **REPROJETO DO MINI RACK DESMONTÁVEL MRD 1257**, o qual está apto a fazer parte do banco de dados da Biblioteca Hercílio Luz do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis.

Florianópolis, 15 de Abril de 2021.

Prof. Orientador do TCC: Widomar Pereira Carpes Júnior

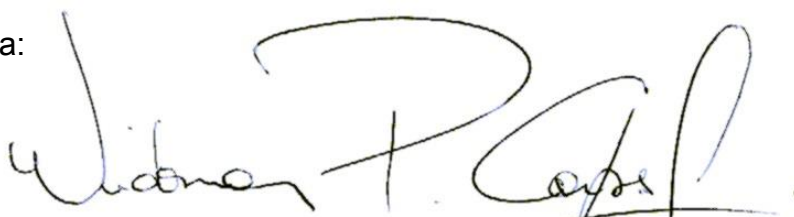
REPROJETO DO MINI RACK DESMONTÁVEL MRD 1257

LUAN FLORENCE DE MEDEIROS

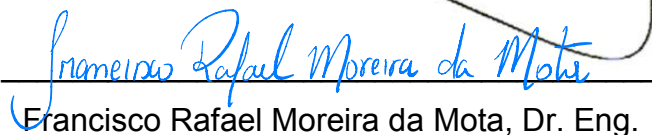
Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Mecatrônico em 2021 e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 15 de abril de 2021

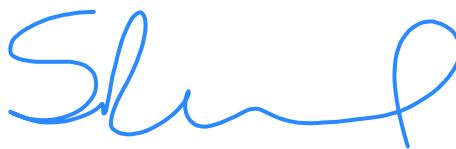
Banca examinadora:



Widomar Pereira Carpes Júnior, Dr.Eng.



Francisco Rafael Moreira da Mota, Dr. Eng.



Silvana Rosa Lisboa de Sá, M^a. Eng.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar todos dias com saúde, fé e resiliência.

Aos meus pais, Marcelo Alves de Medeiros e Luciane Florence de Medeiros que me ensinam desde minha gestação até os dias de hoje sobre amor, comprometimento e conduta. Também os agradeço por criarem filhos sem medo do mundo, justos e fiéis.

A meu irmão e primeiro amigo, Yuri Florence de Medeiros por sempre trazer alegria aos meus dias e confusão quando necessário.

Aos irmãos de jornada terrestre André Luiz, Gustavo Heck e Matheus Garcia, que me estenderam a mão quando mais precisei de ajuda nos últimos anos, oferecendo teto, boas conversas, amizade verdadeira e lealdade.

A Amanda Avelar por ser uma companheira amorosa, amiga conselheira, parceira de negócios, corretora de textos/e-mails e terapeuta pulso firme.

Ao restante da minha família que apoiou incondicionalmente em todos estes anos compreendendo minha ausência.

A todos os reais amigos que pude conquistar nestes anos de graduação, meus mais sinceros agradecimentos, por fazerem de suas presenças família para mim, por me apoiarem quando eu deixei de confiar no meu próprio potencial e por compartilharem dias incríveis que contarei (de coração alegre) a meus filhos.

Ao IFSC por fazer de suas estruturas minha casa por mais de cinco anos, onde cresci como ser humano e profissional.

Ao estimado Professor Widomar, primeiro por aceitar ser meu orientador deste trabalho de conclusão de curso, por sempre ser um enorme transmissor de conhecimento que contribuiu imensamente no crescimento massivo de todos que cruzam suas aulas e orientações.

A Intelbras S/A, Amilcar e Guilherme, por cederem conteúdo para confecção deste trabalho, e, também por auxiliarem na edificação do profissional que estou me tornando.

Aos veteranos do curso que desde o trote até hoje são referências e suporte profissional de alto desempenho.

Ao amigo e mestre Rafael Jadoski pela transmissão de conhecimento inigualável, carinho e cuidado por mim em anos que me testaram e muito. A caixa de ferramentas sempre estará em uso.

Ao amigo e treinador Alexandre Tremel que me apresentou o mundo da corrida, onde pude registrar momentos incríveis durante a graduação totalizando 6929 quilômetros percorridos. Esporte que me ensinou muito sobre superação e dedicação.

A todos aqueles me ensinaram que existe beleza e tranquilidade nas nuvens mais escuras e trovejantes da vida.

A Ernani e Jaime, os engenheiros que me inspiraram e hoje projetam obras no céu.

“Concedei-me, senhor, a serenidade necessária para aceitar as coisas que não posso modificar, coragem para modificar aquelas que posso e sabedoria para conhecer a diferença entre elas”

(Trecho da oração de serenidade de Reinhold Neibuhr)

RESUMO

Neste trabalho de conclusão de curso que será apresentado neste documento é relacionada ao reprojeto de um mini rack desmontável já inserido no mercado. O objetivo deste reprojeto foi, a partir de estudos sobre o mercado e concorrência, atualizar o produto com a finalidade de redução de custos e melhoramento do seu posicionamento no mercado para que, dessa forma, o mesmo possa continuar apresentando o retorno esperado à empresa. As práticas de reprojeto um produto são muito comuns em empresas, pois o mercado sofre constantes alterações, como surgimento de novas tecnologias e novos fornecedores de componentes e matérias-primas. Sendo assim, a empresa precisa estar preparada, tendo propostas de atualizações alinhadas à espera do momento correto para aplicá-las, uma estratégia que pode ser relacionada ao conceito de *time to market*. O método que foi utilizado para atingir os objetivos propostos neste trabalho foi a utilização da metodologia de desenvolvimento de produto de Pahl e Beitz. Ao fim pôde-se afirmar que houveram resultados positivos, o reprojeto criou uma nova variação do produto, mais barata, leve e com uma nova função. Com isso, estima-se que a proposta de nova versão de produto que esteja em consonância com o objetivo da empresa, que é a busca de redução de custos e melhorias no produto.

Palavras-chave: Projeto de Produto. Reprojeto. Mini-rack. Redução de custos

ABSTRACT

The current work will present the reengineering of a wall mount cabinet rack that is already available in the market. Based on studies of the market and of the competitors in this segment, the main objective of this reproject work is reducing costs and improving the product's positioning in the market in order for it to guarantee the expected sales results of the company. The practice of redesigning products is very common among companies, since the market experiences constant changes as the rising of new technologies, new players supplying components and new raw materials. Upon this scenario, a company should be prepared to these constant changes, being able to respond to them with new proposals for updates timely. This kind of strategy is related to the concept of time to market. In order to achieve the goals proposed by the present work, the methodology of product development of Pahl and Beitz will be applied. As a final result, this work aims to present the proposal of a new product version that is aligned with the redesign concept and that could bring costs reduction to the company and improvements in the product itself and in its usability.

Key words: Product design. Redesign. Wall rack. Cost reduction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mini Rack Desmontável Intelbras MRD 1257	16
Figura 2 - Fases do processo de projeto de Pahl e Beitz (1996)	20
Figura 3 - Modelo do produto a ser reprojetoado.	22
Figura 4 - Concentração do Mercado de Racks	24
Figura 5 - Vista frontal do concorrente Hepso.	26
Figura 6 - Vista em perspectiva do concorrente Hepso.	27
Figura 7 - Vista frontal do concorrente Gforce.	28
Figura 8 - Vista lateral do concorrente Gforce.	29
Figura 9 - Vista em perspectiva do concorrente Fibracem.	30
Figura 10 - Quadro comparativo	31
Figura 11 - Casa da qualidade.	33
Figura 12 - Medidas referentes as normas de unidades de rack.	36
Figura 13 - Síntese funcional do produto.	36
Figura 14 - Painel do produto	46
Figura 15 - Esboço do produto.	47
Figura 16 - Peças Compartilhadas.	48
Figura 17 - Vista explodida.	50
Figura 18 - Aspectos de segurança.	53
Figura 19 - Teste salt spray.	55
Figura 20 - Processo de tratamento superficial.	56
Figura 21 - Vista lateral.	57
Figura 22 - Esboço nova coluna.	58
Figura 23 - Ensaio mecânico.	58

Figura 24 - Esboço do novo fechamento lateral.	59
Figura 25 - Lateral do produto antigo.	61
Figura 26 - Coluna da versão antiga.	61
Figura 28 - Conceito atual do fechamento lateral	63
Figura 29 - Novo fechamento lateral	64
Figura 30 - Fecho plástico anterior	65
Figura 31 - Fecho plástico Intelbras	66
Figura 32 - Dobradiça pino atual	67
Figura 33 - Novo conceito de dobradiça	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações do produto.	34
Tabela 2 - Matriz morfológica	37
Tabela 3 - Solução para montar o gabinete	39
Tabela 4 - Solução para aceitar fixação em paredes	39
Tabela 5 - Solução para promover acesso rápido as laterais	40
Tabela 6 - Solução para visualizar unidades de racks disponíveis	40
Tabela 7 - Solução fixar a porta frontal no gabinete	41
Tabela 8 - Solução para permitir o travamento da porta	42
Tabela 9 - Solução para providenciar a visualização de área interna	42
Tabela 10 - Matriz morfológica com alternativas selecionadas destacadas	43
Tabela 11 - Lista de componentes fabricados	50
Tabela 12 - Lista de componentes comerciais	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1.	Justificativa e Relevância	14
1.2.	Objetivos	16
1.2.1.	Objetivo Geral	16
1.2.2.	Objetivo Específico	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3	METODOLOGIA	21
3.1.	Projeto informacional	21
3.1.1.	Definição do problema	21
3.1.2.	Definição do produto	22
3.1.3.	Mercado	23
3.1.4.	Concorrentes	25
3.1.5.	Requisitos e restrições de projeto	31
3.1.6.	Especificações do produto	32
3.2.	Projeto conceitual	35
3.2.1.	Função do produto	35
3.2.2.	Matriz Morfológica	37
3.2.3.	Avaliação das alternativas	39
3.3.	Projeto preliminar	45
3.3.1.	Painel do produto	45
3.3.2.	Esboço do produto	47
3.3.3.	Configuração do produto	48
3.3.4.	Seleção de materiais e processos de fabricação	49
3.3.5.	Integração de qualidades	52
3.3.6.	Otimização do projeto preliminar	57
4	ANÁLISE DE RESULTADOS OBTIDOS	60
5	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	69
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste no reprojeto do Mini rack desmontável modelo MRD 1257 comercializado pela empresa Intelbras S.A., com a finalidade principal de redução de custos e atualização tecnológica do produto. Estas alterações se fazem necessárias para que o produto se adapte às mudanças do mercado consumidor, bem como às constantes mudanças na cadeia de fornecimento de componentes e materiais que são utilizados na produção. Além destes aspectos, também são analisados os impactos que as alterações poderão trazer ao processo produtivo.

Para este reprojeto será utilizada a metodologia de projeto de Pahl & Beitz, de forma simplificada, metodologia já consolidada no meio acadêmico e corporativo e, provavelmente, a mais utilizada no mundo.

A fundamentação teórica irá expor informações técnicas relevantes e palpáveis de bons resultados a serem aplicadas nesta pesquisa. Nesta fundamentação são exploradas as publicações relacionadas ao desenvolvimento de produtos e otimização de processos de manufatura utilizados como apoio para a pesquisa e execução de atividades relacionadas ao trabalho.

Seguindo, dentro da metodologia, o reprojeto do produto foi desenvolvido, partindo de todas as condições e realidades que serão expostas. Também, houve a modelagem da problemática trazida pela necessidade da reengenharia do produto, ajudando a determinar vertentes do trabalho e desenvolvimentos envolvidos. Na sequência, são apresentados os dados e análises que embasaram a equipe da Intelbras a criar este produto, visando atingir determinada parcela do mercado e poder competir com concorrentes identificados.

No decorrer desta parte do trabalho serão realizadas as etapas necessárias para o desenvolvimento do reprojeto do produto. Onde após o recolhimento informações relevantes sobre o comportamento do mercado e concorrentes, é iniciado o detalhamento do Projeto Informacional, momento no qual são definidas principais características do produto como requisitos, especificações e identificação comercial.

Transcorrendo o desenvolvimento, no Projeto Conceitual são analisadas e descritas as funções do produto por meio da síntese funcional, além de prospectar

novas funções para o mesmo. Após isto, são exploradas as soluções técnicas alternativas para estas funções do produto.

Ao fim, o Projeto Preliminar trata do relacionamento das idealizações e conceitos para a reengenharia em execução, para esboçar o produto em conjunto com o corpo de projetistas, possuindo as novas características, respeitando requisitos e definindo a sua arquitetura. Também dentro do Projeto preliminar, são trabalhados aspectos positivos englobados a segurança, estética, produtividade, ergonomia, sustentabilidade, funcionalidade e operacionalidade. A etapa seguinte seria o projeto detalhado, porém como o produto ainda continuará em desenvolvimento por um período maior que a duração deste trabalho, não será realizada esta etapa de detalhamento.

Os módulos são descritos, a fim de expor melhor a ideia sobre o produto e, a partir desta análise, criar relação entre partes do produto que compõem o conjunto completo. O levantamento de possíveis melhorias dentro das alterações recém sugeridas, devem ser aplicadas aqui, da mesma forma que os materiais e processos produtivos.

Durante a análise de resultados obtidos, os protótipos e conceitos gerados dentro deste trabalho são comparados com o que a versão antiga do produto poderia oferecer. Aqui também são apresentados ganhos após aplicação do reprojeto e também a sustentação de alterações não prototipadas.

Ao final do trabalho, na seção de conclusão e sugestões para trabalhos futuros, é analisado se o presente trabalho atingiu seus objetivos e, também são abordadas as possibilidades de melhorias que poderão ser utilizadas em trabalhos seguintes envolvendo o mesmo produto.

1.1. Justificativa e Relevância

A Intelbras S/A - Indústria de Telecomunicação Brasileira atua no mercado de tecnologia brasileiro há mais de 40 anos e possui um variado portfólio de produtos, transitando em negócios de Redes, Segurança Eletrônica, Comunicação, Controle de Acesso, Energia e Energia Solar. Cada uma destas áreas são, internamente, chamadas de unidades de negócio e para uma delas é composta por um ou mais

segmentos de produtos. Em cada segmento de negócios, como são chamados, o objetivo é sempre buscar por novas categorias de produtos, respeitando o *core*¹ da empresa, e buscando, desta forma, manter uma evolução sustentável do negócio.

A Unidade de Redes verificou a oportunidade de desenvolver uma linha de produtos que poderia agregar uma significativa parcela do mercado e acompanhar vários produtos que a empresa já produz. Assim nasceu o segmento de Racks e Acessórios. Este, como todo segmento possui um produto de entrada que promove a capilaridade entre os clientes, à um produto de preço acessível, para favorecer a primeira compra. Este produto é a porta de entrada para poder captar a atenção e confiança de porção desejada do mercado. Partindo desta estratégia, surgiu a categoria de Mini Racks, que introduziu uma linha de produtos desmontáveis.

Todavia, para manter os produtos fiéis à estratégia mercadológica, foi necessário se adaptar a inúmeros fatores que implicam diretamente na concorrência acirrada deste nicho de mercado. Um fator de importância neste mercado é que a composição do preço do produto é baseada numa commodity, o aço. Por isso, estes produtos são dependentes do cenário político e econômico internacional que irá definir o preço das commodities e, portanto, da chapa de aço. Para buscar redução de custos sem alterar as funções realizadas pelo produto, o foco foi direcionado para uma análise mais detalhada das funções e características do mesmo. Para isso, abordou-se o processo produtivo e também o desenvolvimento de novos fornecedores de matérias-primas, sem abrir mão da qualidade do produto.

A linha MRD possui 4 produtos de tamanhos diferentes, 3U, 5U, 8U e 12U. Porém, este reprojeto irá focar no modelo MRD 1257 (12U's), pois é o maior produto da linha, maior consumidor de aço e o que mais necessita de robustez em sua estrutura (Figura1).

¹ Núcleo de negócio.

Figura 1 - Mini Rack Desmontável Intelbras MRD 1257



Fonte: Autor

Como o reprojeto é importante para a sustentação do modelo de negócio da empresa, optou-se por utilizar uma metodologia de desenvolvimento de produto, a fim de atender as demandas. A partir da metodologia escolhida para ser utilizada neste trabalho, será possível ter clareza sobre as oportunidades de melhorias, com a finalidade de manter o produto consistente no mercado e trazendo o retorno esperado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Reprojetar o produto Mini Rack Desmontável MRD 1257 da Intelbras S.A., visando ampliar a participação do produto no mercado. Este Mini Rack é utilizado para armazenar equipamentos de comunicação de dados de redes, segurança eletrônica e telecomunicações.

1.2.2. Objetivo Específico

- Revalidar as funções realizadas pelo produto: explorar requisitos funcionais por meio de análises detalhadas de pesquisas sobre concorrentes e versão antiga do

produto;

- Reduzir custos: manter a adequação no cenário de consumo de commodities para garantir preço competitivo com o mercado;
- Facilitar a instalação: proporcionar aos instaladores maior facilidade na montagem do produto, reduzindo tempo necessário, sem alterar sua sustentação estrutural;
- Atualização de portfólio: manter competitividade na linha de entrada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Partindo dos objetivos propostos para a realização deste trabalho, foi definido que a melhor maneira de atingir bons resultados é utilizar a metodologia de projeto de Pahl & Beitz (Pahl et al., 1996). Segundo esta metodologia, o (re)projeto é dividido em quatro partes: o projeto informacional, o projeto conceitual, o projeto preliminar e o projeto detalhado. Vale ressaltar, que o termo “projeto informacional” ou outro utilizado neste trabalho para a metodologia de projeto, são correntemente utilizados e consolidados em língua portuguesa, por isso, ao utilizar estes termos evita-se imprecisões resultantes de tradução.

Assim, as etapas da metodologia de projeto apresentadas por Pahl & Beitz (Pahl et al., 1996) podem ser relacionadas com as expressões correntes da língua portuguesa de maneira mais objetiva:

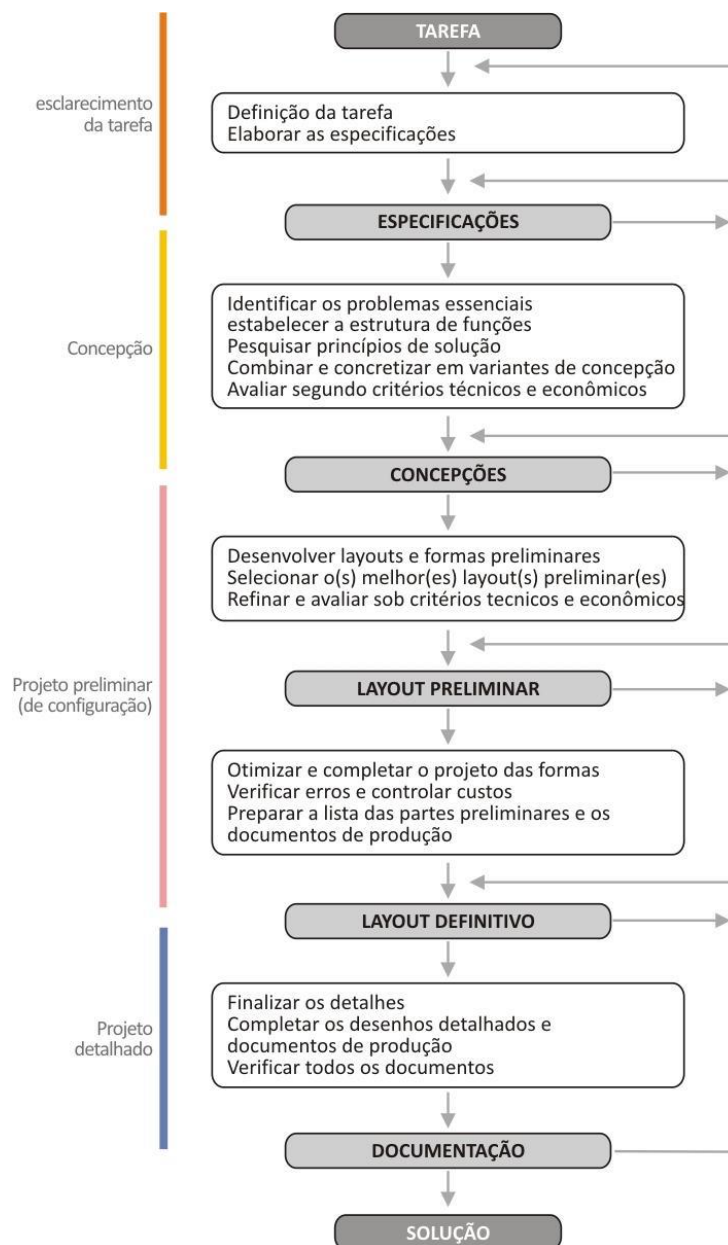
- Projeto Informacional (Planning and Clarifying/Planen und Klären der Aufgaben): Planejamento e esclarecimento da tarefa, elaboração das especificações técnicas, a partir de informações obtidas no mercado, com concorrentes e consumidores entre outros;
- Projeto Conceitual (Conceptual Design/Konzipieren): especificação das alternativas de soluções para as subfunções do produto, formando o conceito do produto;
- Projeto Preliminar (Embodiment Design/Entwerfen): especificação do layout (construção) ou da configuração do produto;
- Projeto Detalhado (Detail Design/Ausarbeiten): documentação e especificação para a produção.

A realização deste trabalho remete a necessidade de procedimentos sistemáticos para o projeto de produto, dividindo o trabalho proposto em etapas que facilitam o fluxo das tarefas envolvidas. Dentro de cada etapa da metodologia existe um passo a passo, onde o resultado das tarefas anteriores resultam em base para as

atividades posteriores. Este passo a passo dentro das etapas principais resultam em coletas de informações, busca por soluções, cálculos de resistência das estruturas, desenhos, validações e outros (Pahl et al., 1996).

Seguir desta forma, evidenciando as tarefas e as tomadas de decisões garante que a realização do trabalho siga por rumo com domínio técnico da problemática (Pahl, 1996). A Figura 2 apresenta a metodologia de Pahl e Beitz.

Figura 2 - Fases do processo de projeto de Pahl e Beitz (1996)



Fonte: Back, 2008

3 METODOLOGIA

3.1. Projeto informacional

Nesta seção será abordado a problemática que motivou o desenvolvimento do produto, apresentação de um apanhado técnico sobre o produto, a visualização do mercado e seus concorrentes, e, por fim, o levantamento dos requisitos e especificações.

3.1.1. Definição do problema

A problemática de reprojeter o Mini Rack Desmontável MRD 1257 Intelbras busca ampliar sua presença no mercado. A partir da análise desta problemática, foi possível destacar objetivos mais específicos que clareiam atividades importantes a serem executadas.

A revalidação das funções realizadas pelo produto, redução de custos, facilidade de instalação e atualização de portfólio foram os horizontes especificados para poder atingir o objetivo de reprojeter um produto para manter sua participação em expansão sólida no mercado.

Num mercado competitivo formado por grandes empresas, pequenas vantagens sobre os concorrentes contribuem para o aumento de vendas. Por isso, as principais melhorias deste reprojeto, visando a ampliação no mercado consumidor são a redução de custos e a atualização de suas características.

A redução dos custos deste produto parte da reação direta do mercado ao reajuste de preços de algumas matérias primas e do aço, uma commodity. Além disso, após *feedback* do mercado em relação ao produto, pôde-se observar requisitos que devem ser melhorados, para gerar uma maior satisfação ao consumidor final do produto.

3.1.2. Definição do produto

O produto em estudo neste trabalho, que será reprojeto, é um gabinete metálico desmontável de 12 unidades úteis para fixação de produtos ou 12 U's. destinado a alojar equipamentos de comunicação de dados e seus respectivos periféricos. Este gabinete é composto por uma tampa e base, quatro colunas, dois fechamentos laterais, um fechamento traseiro e uma porta com acrílico e fechadura. Também conhecido como Rack, nomenclatura esta que provém de uma identificação comercial comumente utilizada. Atualmente, são comercializadas inúmeras variações deste produto como por exemplo: rack de parede, rack de piso, rack aberto e rack outdoor. O produto (Figura 3) estudado neste trabalho é um rack de parede.

Figura 3 - Modelo do produto a ser reprojeto.



Fonte: Autor

A partir de suas dimensões, estratégias e análises mercadológicas foi definido que o produto irá ser chamado de *MRD 1257*. Onde *MRD* é a abreviação de *Mini Rack Desmontável*, e *1257* é a referência a duas de suas características dimensionais. O produto possui 12U's, unidades úteis para fixação de produtos, e possui 570mm de profundidade.

Assim é esperado que o produto esteja enquadrado dentro das características descritas abaixo:

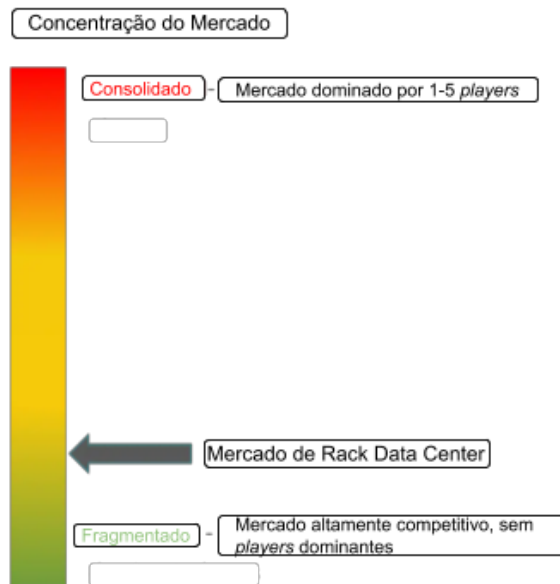
- 570mm de profundidade;
- Peças produzidas em aço de baixo carbono;
- 12 unidades úteis para equipamentos e acessórios;
- Permita fixação em paredes;
- Cor preta.

Este produto busca atender demandas e necessidades de profissionais e hobbistas da área de tecnologia de informação e comunicação de dados.

3.1.3.Mercado

Pelo mercado do produto em análise ser derivado dos grandes Data Centers, apresenta característica expansiva que decorre dos avanços tecnológicos oriundos da necessidade por armazenamento de dados em nuvem e digitalização massiva de processos. Além disso, ele é considerado um mercado fragmentado (Figura 4) por não apresentar concentração em pouco fabricantes, devido principalmente às poucas imposições regulamentares para desenvolvimento deste produto.

Figura 4 - Concentração do Mercado de Racks



Fonte: Mordor Intelligence.

Este produto é utilizado como suporte para armazenar servidores, equipamentos de rede, cabeamento estruturado, telecomunicações e segurança eletrônica. Logo, existe uma certa dependência no aumento de volume de vendas de outros mercados para que haja o crescimento do mercado de racks.

A barreira de entrada é baixa, pois para a produção destes produtos não são exigidos grandes avanços tecnológicos da indústria metalúrgica. Como por exemplo, a conformação, a usinagem de metais, os tratamentos superficiais e a pintura, são processos dominados há muito tempo pela indústria da metalurgia. A não presença de eletrônica embarcada em suas estruturas também é um facilitador para sua replicação em múltiplas fábricas. A não necessidade de regulamentação de órgãos como a ANATEL facilita também tanto a produção como a comercialização dos mesmos. No entanto, o fato deste produto depender exclusivamente de uma *commodity*, o aço, dificulta a possibilidade de negociação e redução de custos para produção.

As exigências e requisitos trazidos pelo mercado de Data Centers concentram-se muito em gabinetes que possam prover instalações resistentes, com características modulares, boas opções de resfriamento e que assim possam gerar boa eficiência energética. Por outro lado, as instalações de cabeamento estruturado que não utilizam

produtos como Racks tendem a perder em segurança e organização de seus equipamentos colocando de lado excelência em suas infraestruturas.

O mercado de rack de menores capacidades, como é o caso do modelo analisado neste trabalho, um Rack de Parede de 12U, segue uma linha derivativa de gabinetes metálicos com estruturas maiores, Data Centers, e, assim dependente do mercado analisado acima, pois o *driver* de avanços se dá por inovações provindas do avanço do uso de Data Centers.

Estima-se que o crescimento no mercado destes produtos seja de aproximadamente 7% até 2025. Assim, por se tratar de um mercado pulverizado com muitos concorrentes regionais e um impulsionamento tecnológico de mercado derivado dos *Data Centers*, desenvolver gabinetes metálicos que consigam trazer características inovadoras de produtos de mais alto nível, tendem a ser uma vantagem e um diferencial competitivos. Esse é um exemplo de estratégia que pode fazer a empresa assumir a liderança regional do mercado e consolidar a marca.

3.1.4. Concorrentes

Partindo de uma análise do conjunto de funções e padrões que o produto necessita apresentar para cumprir as exigências do mercado, vale citar que ele possui poucos concorrentes indiretos. Ou seja, poucos ou quase nenhum produto são capazes de executar as mesmas funções de um rack para produtos de tecnologia.

Em virtude das baixas barreiras de entrada nesse mercado, como por exemplo, as tecnologias de fabricação, ressalta-se que existe uma grande quantidade de concorrentes diretos ao produto. Tendo em vista aqueles concorrentes com fatias consideráveis do mercado em análise, a seguir, busca-se descrevê-los apresentando seus principais diferenciais. São analisados os concorrentes Hepso, Gforce e Fibracem.

- Hepso

Este gabinete (Figura 5) apresenta sua estrutura desmontável em aço SAE 1010/1020, área destinada para instalação de sistema auxiliar de ventilação no teto, passagem de cabo destacável na tampa e em sua base. Sua montagem é dada por dois tipos diferentes de componentes de fixação, quatro furações na parte traseira para

fixação na parede e aberturas laterais com fecho lingueta plástica com miolo fenda. Sua porta frontal possui uma chapa de acrílico em poliestireno cristal e fechadura com chave.

Figura 5 - Vista frontal do concorrente Hepso.



Fonte: site Hepso

A marca em análise, a Hepso, possui um modelo com especificações de espaços úteis para inserção de equipamentos eletrônicos, 12 unidades padronizadas (12U's), largura interna de 19" e profundidade externa de 570mm.

O produto não apresenta rigidez estrutural elevada, seu sistema de montagem da principal é formado por tampa, moldura frontal, fechamento traseiro e base. Sua porta frontal de acrílico pode ser instalada com sua abertura para o lado esquerdo ou direito. Em documentações do fabricante não foi informado o tipo de processo de pintura, porém estima-se que seja um processo que utiliza tinta líquida comum. Em quesitos de segurança, este gabinete não apresenta uma solução onde o produto possua uma configuração totalmente intransponível, pois seus fechos plásticos (Figura

6) presente nas laterais permitem fácil abertura, que apesar de facilitar a instalação e manuseio de equipamentos deixa o produto mais vulnerável.

Figura 6 - Vista em perspectiva do concorrente Hepso.



Fonte: site Hepso

- GFORCE

Este concorrente direto apresenta uma estrutura comercializada totalmente montada pois suas componentes estruturais são soldadas (Figura 7). Em sua tampa também apresenta portabilidade para instalação de dispositivos de ventilação e duas áreas para passagem de cabos. Suas laterais possuem espaços para facilitar a circulação de ar e são fixadas por um parafuso *Phillips*. Na parte frontal existe uma porta composta por uma chapa de acrílico e uma fechadura com chave.

Figura 7 - Vista frontal do concorrente Gforce.



Fonte: site Gforce

Analisando suas medidas, o gabinete desta marca possui 570mm de profundidade externa, segue o padrão de largura interna de 19" e por fim 12 unidades úteis (12U's) para inserção de equipamentos padrão de racks.

Segundo o fabricante, este produto possui chapas metálicas devidamente tratadas e pintadas com tinta pó a partir de processo eletrostático. Apesar de transparecer maior rigidez por vir montado, sua estrutura não é vista como completa vantagem analisando aspectos comerciais, logísticos e também visando manutenções ou alterações futuras na estrutura metálica do gabinete. E suas aberturas laterais (Figura 8) também não possuem características que agregam em segurança, pois elas podem ser facilmente destacadas após a retirada de um parafuso em sua lateral.

Figura 8 - Vista lateral do concorrente Gforce.



Fonte: site Gforce

- Fibracem

O produto concorrente desta marca (Figura 9) é um bom comparativo para este estudo. Este produto possui sua estrutura totalmente desmontável, em chapas de aço SAE 1010 de 1,2mm de espessura. Diferente dos outros concorrentes analisados, este não possui áreas com furações para instalação de sistema de ventilação em sua tampa, apenas uma área vazada que permite a passagem de ar.

Para realizar a montagem deste produto utiliza-se quatro tipos de parafusos e sua estrutura assemelha-se muito ao idealizado pelo produto em estudo, formado por tampa, base, quatro colunas, dois fechamentos laterais, um traseiro e quatro perfis de fixação de equipamentos.

O modelo analisado pode ser encontrado nas mesmas especificações que o desejado pela *Intelbras*, onde este segue o padrão de largura útil interna de 19",

profundidade externa de 570mm e 12 unidades úteis (12U's) para fixação de equipamentos para racks.

Este concorrente apresenta pintura em pó eletroestática, com duas opções de cores: preto e bege. Apesar de possuir uma opção diferente e mais prática em relação aos anteriores apresentados, seus fechos plásticos laterais trazem agilidade para a retirada de seus fechamentos laterais, porém também não podem apresentar uma configuração totalmente segura.

Figura 9 - Vista em perspectiva do concorrente Fibracem, com a tampa lateral removida.



Fonte: site Fibracem

Por fim, na Figura 10 é exposto um quadro comparativo entre os produtos, comparando características entre si.

Figura 10 - Quadro comparativo

Comparativo concorrentes	intelbras	HEPSO	GFORCE	FIBRACEM
Peças e Parafusos Padronizados	✓	✗	✗	✗
Desmontado	✓	✓	✗	✓
Porta	Acrílico	Acrílico	Acrílico	Vidro
Passagem de cabos	2 teto 2 base	1 base	2 teto	1 teto 1 base
Fechamento Lateral	Fecho rápido e abertura para tambor de chave	Fecho Plástico tipo fenda	Parafuso Philips	Fecho rápido

Fonte: Autor

3.1.5. Requisitos e restrições de projeto

Os requisitos para um reprojeto tem como objetivo suprir exigências de várias áreas relacionadas ao produto. O consumidor, fatores de mercado, necessidades de uso, operacionalidade, normas técnicas e restrições econômicas da empresa regem as condições para modelagem dos requisitos de um produto

A empresa (Intelbras S.A.) busca sempre a satisfação extrema de seus clientes/usuários, assim buscando evitar atendimentos em campo, custos excessivos e desnecessários sob o produto são objetivos que moldam e justificam os requisitos. Seguindo padrões da metodologia escolhida, o *benchmarking* pode ser relacionado ao comparativo com os concorrentes diretos supracitados. Por estar tratando de um reprojeto de produto, características e funções da primeira versão do produto serviram como base para o desenvolvimento dos requisitos citados abaixo.

- Seguro
- Esteticamente funcional
- Medidas padronizadas, conforme normas.
- Robusto

- Leve
- Competitivo
- Instalação Simplificada
- Fácil transporte e armazenamento

3.1.6. Especificações do produto

Para o desenvolvimento deste produto, as equipes de inteligência competitiva e de vendas de todo o território brasileiro da Intelbras realizaram pesquisas de campo, a fim de definir a ponderação adequada para características do produto desejado a partir de requisitos também definidos por pesquisas preliminares sobre este nicho. Segundo Carpes (2001), a limitação presente no desenvolvimento do produto deve ser a lista de requisitos, diminuindo a abstração trazida no início do projeto.

Para fugir da subjetividade e falta de precisão que pode ser gerada a partir dos requisitos, é importante transformar estas características em valores quantitativos e mensuráveis, chegando assim nas especificações do produto (CARPES JÚNIOR, 2001). Neste trabalho foi utilizado a Casa da Qualidade do *Quality Function Deployment* (QFD, ou Desdobramento da Função Qualidade).

Segundo Pahl & Beitz (Pahl et al., 2007) a casa da qualidade (Figura 11) é considerada uma metodologia que planeja e assegura a qualidade, atuando na transformação de requisitos de mercado e de clientes em especificações técnicas. Em uma abordagem mais sistemática da Casa da Qualidade (QFD) podemos destacar etapas do uso, como:

- Uma visão aperfeiçoada de requisitos dos consumidores;
- Funções críticas do produto;
- Identificação de componentes e especificações técnicas críticas;
- Identificar desenvolvimentos futuros que impactam a experiência do usuário e redução de custos;

Figura 11 - Casa da qualidade.

Especificações	Requisitos										Importância para o Consumidor	1	2	3	4	5	Valor alvo	Taxa de melhoramento	Peso absoluto	Peso (%)		
	Sequência	9	9	9	9	9	9	9	9	9												
Especificações	Cubagem																					
	Passagem p/ Cabos																					
	Saída p/ sist.Ventilação																					
	Elementos de fixação																					
	Tempo de montagem																					
	Fechos de Engate rápido																					
	Tipos de elementos de fixação																					
	Peças Simétricas																					
	Preço																					
	Epessura chapa de aço																					
	Peso suportado																					
	Profundidade																					
	Altura útil do U's																					
	Largura útil do U's																					
	Superfície preto fosco																					
Configuração inacessível																						
Ponto de aterramento																						
Superfícies em Preto Fosco																						
Sinalização de U's																						
Configuração inacessível																						
Ponto de aterramento																						
Estética funcional	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Medidas padronizadas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Robusto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Leve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Competivo (\$)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Instalação Simplificada	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Transporte e armazenamento	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Prioridade Absoluta	154,5	214,6	126,8	251,2	140,2	140,2	234,1	254,9	287,8	324,1	401,6	197,6	236,6	67,9	67,9	236,6	134,1	340,2	175,6	3696,7	100,00%	
Unidade de medida	un	un	%	%	pol	pol	mm	kg	kg	mm	RS	un	un	un	un	un	un	un	un	un	un	
Nosso produto	1	1	100	50	19	1,25	570	80	15,9	0,9	440	3,0	1	4	6	30	2	4	0,039			
Concorrente A (Hepul)	0	0	0	0	19	1,25	570/2	17,8	0,75	480	1,0	5	0	2	26	2	2	0,178				
Concorrente B (Gefel)	0	0	0	0	19	1,25	570/2	18,4	1	580,5	1,0	5	0	2	16	2	2	0,184				
Concorrente C (Ebram)	0	0	100	0	19	1,25	570/2	19,3	1,2	380	1,0	5	2	15	44	2	2	0,039				
Produto competitivo	1	1	100	50	19	1,25	570	80	15	0,9	389	3,0	1	4	6	35	2	4	0,039			
Valor alvo	1	2	100	100	19	1,25	570	100	14,09	375	4,0	1	4	5	30	2	4	0,025				

Fonte: Autor

Especificações técnicas:

A Tabela 1 abaixo apresenta as especificações do produto.

Tabela 1 - Especificações do produto obtidas na Casa da Qualidade.

Especificações	Unidade	Valor alvo	Grau de importância
Preço	R\$	369.00	1º
Peso do Produto	kg	15	2º
Peso suportado	kg	100	3º
Espessura de chapa	mm	0,9	4º
Tipos de elementos de Fixação	Quantidade	1	5º
Quantidade de elementos de fixação	Quantidade	30	6º
Profundidade	mm	570	7º
Sinalização da Unidade do Rack	%	100	8º
Configuração inacessível	Quantidade	2	9º
Cubagem	m ³	0,025	10º
Peças Simétricas	Quantidade	3	11º
Passagem de cabos	Quantidade	4	12º
Largura útil de um U	pol	19	13º
Altura útil de um U	pol	1,25	14º
Ponto de aterramento	Quantidade	1	15º
Saída sistema de ventilação	Quantidade	2	16º
Fechos de engate rápido deslizante	Quantidade	4	17º
Tempo de montagem	Minutos	5	18º

Fonte: Autor

3.2. Projeto conceitual

Na seção anterior foi exposto o problema que motivou a criação do produto e através dos requisitos foram definidas as especificações que o produto deveria cumprir. Este capítulo define a função principal exercida pelo produto, que está dividida em subfunções através da definição da síntese funcional. A partir destas subfunções, são relacionadas as alternativas possíveis para execução destas subfunções que o produto exerce. Após a escolha a partir de critérios definidos das melhores soluções ou alternativas possíveis, elas são apresentadas numa uma tabela.

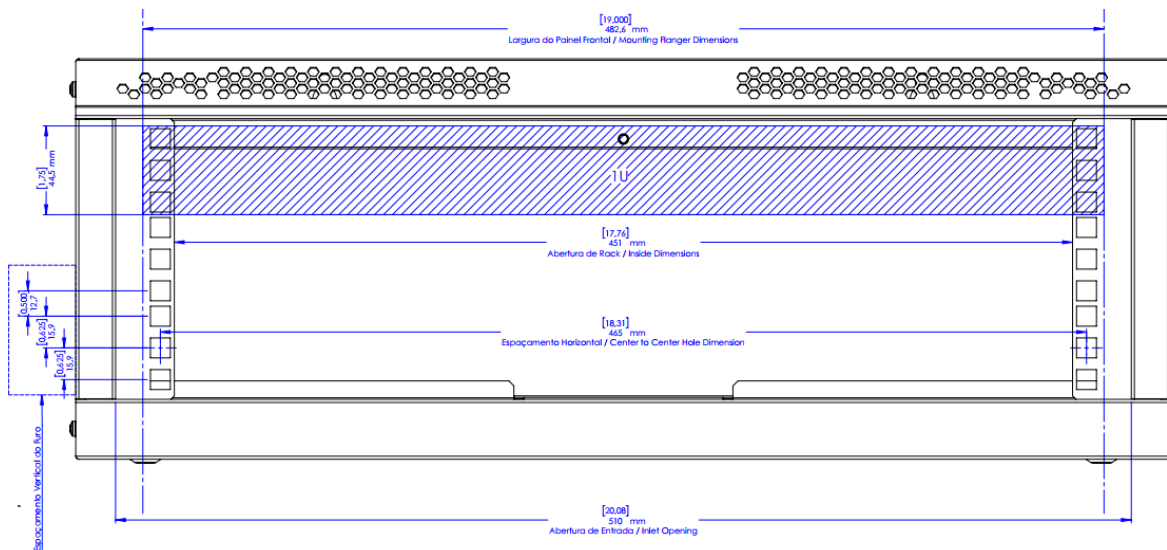
3.2.1. Função do produto

O avanço de estações que abrigam grandes instalações de demandas de TI é massivo e tende a exigir cada vez mais organização e otimização de volume ocupado. O produto reprojeto neste trabalho busca suprir demandas que surgem de serviços que utilizam transmissão e recepção de dados.

A função principal deste produto é **“armazenar produtos de comunicação de dados”** o que inclui seus periféricos. Para que o produto execute esta função, é necessário seguir uma série de características e padrões.

O produto além de ser considerado um gabinete metálico é imprescindível que possua medidas que se adequem a normas criadas mundialmente (EIA-310-D/CEA-310 e IEC 60297). Todas estas referem que gabinetes metálicos devem possuir a medida de 19 polegadas disponíveis entre seus perfis verticais de fixação, local que é destinado para abrigar os equipamentos que em sua maioria são padronizados dentro destas normas também (Figura 12).

Figura 12 - Medidas referentes as normas de unidades de rack.

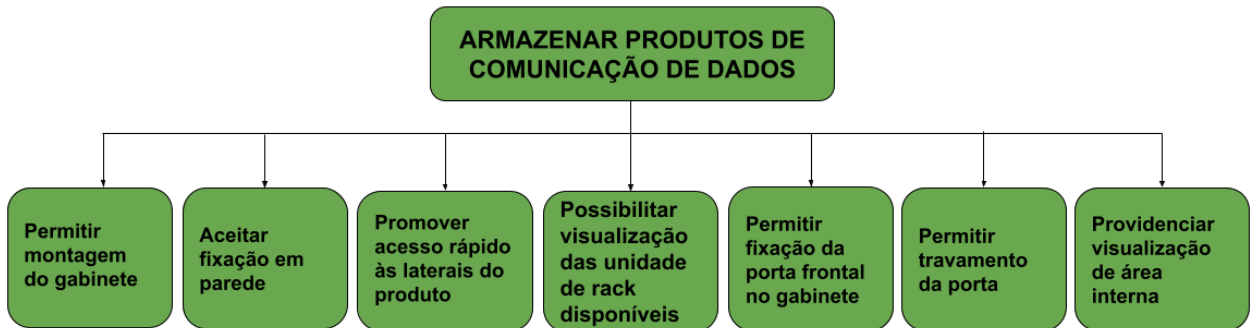


Fonte

: Autor

Abaixo a síntese funcional (Figura 13) do produto:

Figura 13 - Síntese funcional do produto.



Fonte: do autor


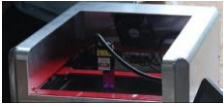




3.2.2. Matriz Morfológica

A matriz morfológica é uma ferramenta que equivale a uma pesquisa sistemática que combina as possibilidades, que foram levantadas para que assim seja construído um conjunto de soluções para as subfunções (BACK, 1983).

Ela consiste, basicamente, em uma tabela que lista cada subfunção e apresenta possíveis alternativas tecnológicas para executar determinada atividade. Assim a matriz morfológica surge como mecanismo útil onde é possível montar uma estrutura que esquematiza comparações a fim de gerar seleções de conceitos que conectem-se com os requisitos do projeto. Na Tabela 2, são listadas quatro alternativas para cada subfunção do produto.

Tabela 2 - Matriz morfológica

Soluções para subfunções do Produto				
Subfunção	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Permitir montagem do gabinete	 Soldagem por resistência	 Fixação de encaixe	 Solda MIG	 Parafuso + repuxo roscados
Aceitar fixação em paredes	 Mão Francesa	 Furo "pêra" na estrutura	 Bracket	 "Instalação suspensa com perfis de alumínio
Promover acesso rápido aos fechamentos laterais			 Fechadura	

	Fecho plastico deslizante	Fechadura com lingueta	eletronica	Fecho magnético
Possibilitar visualização das unidades de racks disponíveis	 <p>Serigrafia nos perfis</p>	 <p>Sinalização por ferramental de estampa</p>	 <p>Serigrafia a laser nos perfis</p>	 <p>Sinalização com adesivos</p>
Permitir fixação da porta frontal no gabinete	 <p>Uso de conjunto dobradiça pino mola + pino pivotado</p>	 <p>Uso de conjunto dobradiça injetada + pino pivotado</p>	 <p>Por fixação de encaixe</p>	 <p>Dobradiça metálica comum</p>
Permitir travamento da porta	 <p>Fechadura com lingueta</p>	 <p>Fecho plástico deslizante</p>	 <p>Fecho magnético</p>	 <p>Fechadura eletrônica</p>
Permitir visualização de área interna	 <p>Porta com lâmina de vidro</p>	<p>Porta com lâmina de acrílico</p>	<p>Porta com lâmina de PS</p>	<p>Porta com furações</p>

Fonte: do autor

3.2.3. Avaliação das alternativas

Nesta seção são abordadas as escolhas das alternativas que mais promovem o cumprimento das subfunções. Para tomada de decisões nas tabelas abaixo, foi necessário definir os critérios de avaliação, geralmente os critérios estão associados com economia, segurança, fabricabilidade, confiabilidade, estética, etc. (CARPES JÚNIOR, 2001)

Assim, para poder reprojeter o produto de maneira otimizada, optou-se por analisar as alternativas pontuando-as de 0 a 10 dentro dos critérios, fabricabilidade, economia e confiabilidade.

Tabela 3 - Solução para montar o gabinete

Avaliação da subfunção - Permitir montagem do gabinete				
Alternativas	Fabricabilidade	Economia	Confiabilidade	Total
Soldagem por resistência	5	6	9	20
Fixação de encaixe	7	10	3	20
Soldagem MIG	4	5	9	18
Fixação de Parafuso philips +repuxo roscados	8	10	9	27

Fonte: do autor

Para suprir a subfunção da Tabela 3 que é montar o gabinete, foi escolhido a alternativa que utiliza parafusos philips em conjunto com repuxos roscados. A opção carrega uma confiabilidade tão grande quanto processos de soldagem em relação a resistência, é mais barato para a linha de produção e pode trazer a possibilidade de reparos rápidos na estrutura do gabinete.

Tabela 4 - Solução para aceitar fixação em paredes

Avaliação da subfunção - Aceitar fixação em paredes				
Alternativas	Fabricabilidade	Economia	Confiabilidade	Total

Mão francesa	5	5	9	19
Furo “pêra” na estrutura	10	10	9	29
Bracket	7	7	7	21
Instalação suspensa com perfis de alumínio	4	4	7	15

Fonte: do autor

Nesta subfunção descrita na Tabela 4, a alternativa que despontou foi a opção de inserir na estrutura do gabinete furações no estilo “pêra”. As demais soluções implicavam em inserir estruturas a mais na embalagem do produto, onde geraria uma alteração na disposição das peças do produto em seu acondicionamento.

Tabela 5 - Solução para promover acesso rápido as laterais

Avaliação da subfunção - Promover acesso rápido às laterais do produto				
Alternativas	Fabricabilidade	Economia	Confiabilidade	Total
Fecho plástico deslizante	10	9	10	29
Fechadura com lingueta	10	7	10	27
Fechadura eletrônica	10	3	10	23
Fecho magnético	8	8	7	23

Fonte: do autor

Para definir a melhor alternativa para suprir a subfunção analisada na Tabela 5, procurou-se promover um acesso ágil e prático aos acessos laterais do produto. A utilização de fechos plásticos deslizantes foi a escolhida. Esta é uma solução disponível no mercado e com um baixo custo que cumpre bem as funções.

Tabela 6 - Solução para visualizar unidades de racks disponíveis

Avaliação da subfunção - Possibilitar visualização das unidades de racks disponíveis				
Alternativas	Fabricabilidade	Economia	Confiabilidade	Total

Serigrafia nos perfis	7	8	10	25
Sinalização por ferramental de estampa	8	9	7	24
Serigrafia a laser	5	5	8	18
Sinalização com adesivos	4	8	5	17

Fonte: do autor

A Tabela 6 traz a análise das alternativas para subfunções de visualizar as unidades úteis de rack. A opção escolhida foi de utilizar serigrafia sobre a pintura dos perfis, pois é um processo barato e simples para linha de produção, além de promover um bom contraste da arte escolhida, destacando a sinalização necessária para facilitar a instalação de equipamentos dentro do gabinete.

Tabela 7 - Solução fixar a porta frontal no gabinete

Avaliação da subfunção - Permitir fixação da porta frontal no gabinete				
Alternativas	Fabricabilidade	Economia	Confiabilidade	Total
dobradiça pino mola + pino pivotado	10	7	8	25
dobradiça injetada + pino pivotado	10	9	8	27
Fixação de encaixe	8	8	4	20
Dobradiça metálica	10	5	9	24

Fonte: do autor

Para permitir a fixação da porta frontal no gabinete do produto Tabela 7, duas opções são muito semelhantes, promovendo a mesma função e apenas possuindo diferenças econômicas. Assim, optou-se trabalhar com um novo conceito de dobradiça pino injetada a partir de polímero (o que será definido por outras áreas de P&D da empresa) e um pino pivotado metálico de apoio.

Tabela 8 - Solução para permitir o travamento da porta

Avaliação da subfunção - Permitir travamento da porta				
Alternativas	Fabricabilidade	Economia	Confiabilidade	Total
Fechadura com lingueta	10	7	10	27
Fecho plástico deslizante	10	9	5	24
Fecho magnético	8	8	4	20
Fechadura eletrônica	10	4	10	24

Fonte: do autor

Já na Tabela 8 as alternativas analisadas são referentes a subfunção de permitir o travamento da porta no gabinete. Para construir um aspecto de gabinete seguro e trazer uma solução coerente com o mercado, os resultados apontaram que a melhor proposta é utilizar um item comercial de tambor de fechadura com uma lingueta metálica estampada.

Tabela 9 - Solução para providenciar a visualização de área interna







Avaliação da subfunção - Providenciar visualização de área interna				
Alternativas	Fabricabilidade	Economia	Confiabilidade	Total
Porta com lâmina de vidro	10	6	5	21
Porta com lâmina de acrílico	10	8	9	27
Porta com lâmina de PS	10	9	9	28
Porta com furações	6	9	8	23

Fonte: do autor

Por fim, na Tabela 9, as alternativas para promover a visualização da área interna do produto foram analisadas. Pôde-se observar que perante as análises, a utilização de lâminas de acrílico e poliestireno foram as melhores pontuadas. A diferença entre elas é observada em situações pontuais em que estas chapas são dobradas, onde o acrílico apresenta maior resistência. Como o local onde esta lâmina será inserida no produto não imprime necessidade de ter dobras, a melhor opção, devido ao fator econômico, é a utilização de lâmina de PS (poliestireno) para complementar as funcionalidades do gabinete. Abaixo na Tabela 10 são expostas as soluções escolhidas destacadas na matriz morfológica.

Tabela 10 - Matriz morfológica com alternativas selecionadas destacadas

Soluções para subfunções do Produto				
Subfunção	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Permitir montagem do gabinete	 Soldagem por resistência	 Fixação de encaixe	 Solda MIG	 Parafuso + repuxo roscados
Aceitar fixação em paredes	 Mão Francesa	 Furo "pêra" na estrutura	 Bracket	 "Instalação suspensa com perfis de alumínio"
Promover acesso rápido aos fechamentos laterais	 Fecho plástico deslizante	 Fechadura com lingueta	 Fechadura eletrônica	 Fecho magnético

<p>Possibilitar visualização das unidades de racks disponíveis</p>	 <p>Serigrafia nos perfis</p>	 <p>Sinalização por ferramental de estampa</p>	 <p>Serigrafia a laser nos perfis</p>	 <p>Sinalização com adesivos</p>
<p>Permitir fixação da porta frontal no gabinete</p>	 <p>Uso de conjunto dobradiça pino mola + pino pivotado</p>	 <p>Uso de conjunto dobradiça injetada + pino pivotado</p>	 <p>Por fixação de encaixe</p>	 <p>Dobradiça metálica comum</p>
<p>Permitir travamento da porta</p>	 <p>Fechadura com lingueta</p>	 <p>Fecho plástico deslizante</p>	 <p>Fecho magnético</p>	 <p>Fechadura eletrônica</p>
<p>Permitir visualização de área interna</p>	 <p>Porta com lâmina de vidro</p>	<p>Porta com lâmina de acrílico</p>	<p>Porta com lâmina de PS</p>	<p>Porta com furações</p>

Fonte: Autor

3.3. Projeto preliminar

O Projeto Preliminar iniciou com as informações resultantes da confecção de matriz morfológica, após a escolha, através de critérios das alternativas encontradas. A tarefa principal é gerar um esboço do produto dando forma às alternativas escolhidas na etapa anterior, considerando as condicionantes apontadas no painel do produto. Também, nesta etapa se busca o relacionamento ideal entre as especificações determinadas com o seu funcionamento e a sua produção. O que norteia este capítulo é a busca do cumprimento das especificações, sem fugir do desenvolvimento de um produto objetivo e descomplicado. (CARPES, 2014)

3.3.1. Painel do produto

Na sequência, está exposto o painel do produto, que nada mais é que um compilado de imagens e figuras que possuem relações diretas com o produto reprojeto neste trabalho.

Neste painel são apresentados materiais visuais que remetem às condicionantes estéticas do seu desenvolvimento, podendo ser imagens de concorrentes, ambientes de uso, ferramentas e serviços relacionados, etc. Após a elaboração do painel do produto é necessário esboçar o produto considerando as condicionantes e as especificações.

Na Figura 14 o painel do produto do corrente trabalho é apresentado, onde constam imagens de concorrentes, equipamentos mais utilizados em conjunto, tecnologias que motivaram o desenvolvimento e novas soluções.

Figura 14 - Painel do produto



Fonte: Autor

3.3.2. Esboço do produto

O esboço do produto reprojeto concebido neste trabalho tem como um dos objetivos de gerar um protótipo para fins de testes e comprovação das melhorias adicionadas ao produto de origem. Este esboço permitirá a alteração de características de maneira pontual permitindo a otimização do cumprimento dos requisitos, assim lançando uma nova versão que gere retorno econômico e inovações tecnológicas neste nicho.

Na Figura 15 é exibido o esboço ou concepção inicial do produto que caracteriza as ideias geradas durante a confecção deste trabalho que está acompanhando atividades de reengenharia dentro do segmento da empresa Intelbras.

Figura 15 - Esboço do produto.



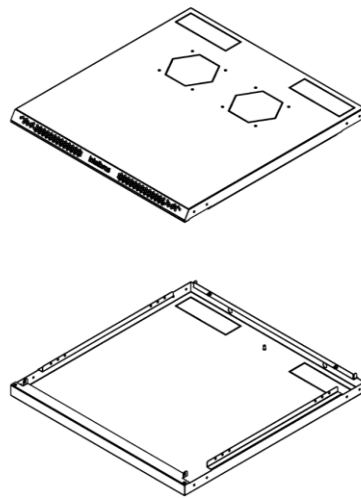
Fonte: Autor

3.3.3. Configuração do produto

Neste reprojeto, o produto em pauta possui a configuração modular. A titulação de configuração modular é dada quando o produto possui módulos com funções bem definidas e onde há distribuição de funções entre os módulos. Este tipo de configuração é empregada a uma criação quando se busca produzir uma família de produtos, um número maior de variações ou até mesmo produtos diferentes que compartilham componentes. Por meio de módulos compartilhados por produtos se apresenta redução do custo de produção. (CARPES, 2014)

O que caracteriza a configuração modular neste produto é o fato de que duas de suas peças metálicas são compartilhadas com outros três modelos de gabinetes metálicos da marca Intelbras. As peças compartilhadas são - a tampa e a base Figura 16, que compõem o principal módulo estrutural não só do modelo de 12U (reprojetado) como também nos demais (3U, 5U e 8U).

Figura 16 - Peças Compartilhadas.



Fonte: Autor

É destacado por Carpes (2014) vantagens e desvantagens que a modularização traz ao projeto de um produto, principais a serem ressaltadas são:

Vantagens

- Aumento da possibilidade de modificações no produto ou em seus componentes;
- Redução do tempo de preparação das máquinas de manufatura;
- Facilidade na manutenção, atualização e descarte;
- Divisão da função do produto, o que resulta em funções de menor complexidade;

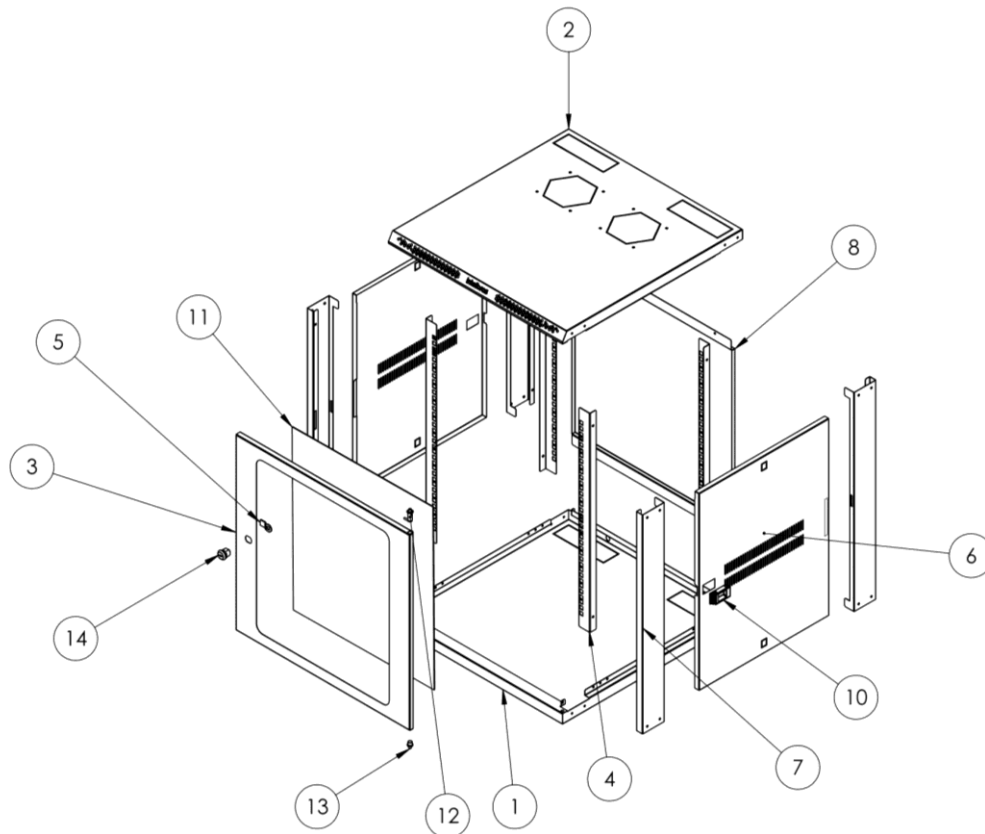
Desvantagens

- Aumento de custos devido à redundância física;
- Superdimensionamento para que o produto atenda às condições extremas;
- Similaridade excessiva entre produtos;

3.3.4. Seleção de materiais e processos de fabricação

Esta seção relaciona os processos de fabricação envolvidos e os materiais escolhidos para a fabricação dos componentes do produto, conforme apresentado na Figura 17.

Figura 17 - Vista explodida.



Fonte: Autor

- **Componentes fabricados:**

Abaixo a Tabela 11 exibe lista de componentes fabricados:

Tabela 11 - Lista de componentes fabricados

Nº	Quantidade	Componentes	Materiais	Processo de Fabricação
1	1	Base	Aço SAE 1006/1008	<ul style="list-style-type: none"> • Corte e dobra; • Estampagem por punção; • Pintura eletrostática; • Solda ponto;
2	1	Tampa	Aço SAE 1006/1008	<ul style="list-style-type: none"> • Corte e dobra; • Estampagem por punção; • Pintura eletrostática;

				<ul style="list-style-type: none"> • Serigrafia;
3	1	Porta frontal	Aço SAE 1006/1008	<ul style="list-style-type: none"> • Corte e dobra; • Estampagem por punção; • Pintura eletrostática; • Corte a laser;
4	4	Perfil Vertical	Aço SAE 1006/1008	<ul style="list-style-type: none"> • Corte e dobra; • Estampagem por punção; • Pintura eletrostática; • Rosqueamento;
5	1	Lingueta da fechadura	Aço SAE 1006/1008	<ul style="list-style-type: none"> • Corte e dobra; • Estampagem por punção;
6	2	Fechamento Lateral	Aço SAE 1006/1008	<ul style="list-style-type: none"> • Corte e dobra; • Estampagem por punção; • Pintura eletrostática; • Inserção de peça injetada;
7	4	Coluna	Aço SAE 1006/1008	<ul style="list-style-type: none"> • Corte e dobra; • Estampagem por punção; • Pintura eletrostática;
8	1	Fechamento Posterior	Aço SAE 1006/1008	<ul style="list-style-type: none"> • Corte e dobra; • Estampagem por punção; • Pintura eletrostática;

Fonte: Autor

- Componentes comerciais:

Abaixo a Tabela 12 exibe lista de componentes comerciais que serão utilizados:

Tabela 12 - Lista de componentes comerciais

Nº	Quantidade	Componentes	Observações
	30	Parafusos Máquina Philips Cabeça panela M4x 8mm	Zincado Preto
10	2	Fecho Plásticos	ABS injetado + mola
11	1	Lâmina de poliestireno	com fita dupla face para fixação
12	1	Dobradiça pino	ABS injetado

13	1	Pino pivotado	Corpo de aço torneado
14	1	Tambor de fechadura	Aço com acabamento cromado

Fonte: Autor

3.3.5. Integração de qualidades

Esta etapa é responsável por garantir que os esboços e as segmentações do produto estejam de acordo com as especificações de projeto, tendo peças e partes de produto em cumprimento direto das funções desejadas. O produto precisa estar agregado a aspectos como segurança, estética, economia, operacionalidade e sustentabilidade.(CARPES, 2014)

- Segurança

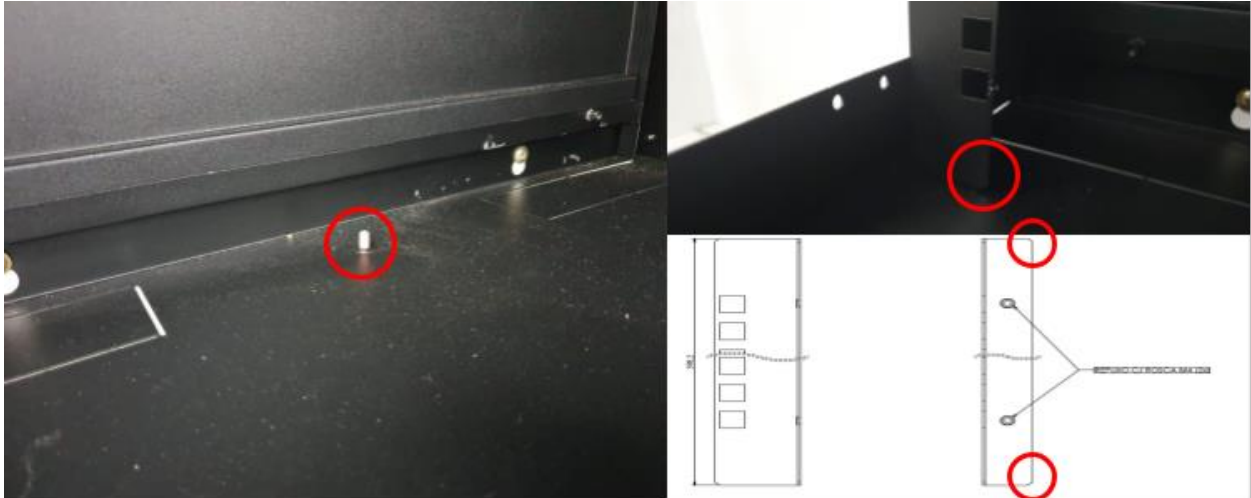
Por se tratar de um aspecto relacionado à segurança do consumidor, é importante evidenciar que o produto obrigatoriamente precisa isentar o seu usuário de perigos, alertando sobre riscos durante o uso e de cuidados a serem tomados durante a instalação.

Aqui, neste reprojeto, podemos destacar alguns pontos que amplificam características que agregam em segurança:

- Todas as suas partes metálicas usinadas pelo chão de fábrica da empresa tiveram seus cantos vivos removidos ainda mesmo em etapa de projeto;
- O produto possui um parafuso de cobre pontado em sua base para servir como ponto de aterramento para as instalações elétricas presentes no produto;
- Em seu material visual que auxilia na montagem e instalação do produto, foram inseridas informações que alertam o usuário, notificando quais elementos de fixação utilizar caso o produto seja instalado em parede e também é informado o peso do produto e a carga que o gabinete suporta após montado.

Na Figura 18 é exposto um quadro com imagens que expõem pontos referentes à segurança supracitados.

Figura 18 - Aspectos de segurança. Fonte: Autor



Cuidados e segurança

- » Para evitar acidentes, manuseie e utilize com cuidado as ferramentas e as partes do produto e seus acessórios.
- » Este produto é destinado somente para uso interno.

Para informações sobre o seu produto em específico, favor identificar o código na embalagem individual e localizá-lo neste guia de instalação.

3.1. Itens sugeridos para instalação

Segue abaixo algumas ferramentas necessárias para a instalação do rack de parede:

- » Chave Philips (1/4);
- » Parafuso e bucha M10;
- » Alicates de corte rente (utilizado para remover microjuntas possibilitando utilizar passagem de cabos e/ou fixar coolers).

Obs.: esses itens não acompanham o produto.

Fonte: Autor

- Economia

Para que um produto que possua economia como qualidade, é esperado que ele gere retorno direto aos investimentos realizados. O retorno não é referido somente ao capital, também às suas qualidades, deixando claro aos consumidores (distribuição e instaladores) que o produto possui viabilidade monetária. (CARPES, 2014)

Por sua vez, o produto descrito neste trabalho foi projetado para que se enquadre nas rotinas de produção no chão de fábrica disponíveis para a empresa utilizar, para que não seja exigido aquisição de novas máquinas, e, que caso aconteça o surgimento de demanda de novos equipamentos, que estes gerem *payback* rápido e que possa ser diluído na precificação. Também busca-se sempre captar melhores fornecedores de matéria prima, atuando em negociações pontuais e de qualidade também com o território chinês. O produto foi projetado:

- Para ser montado com um único tipo de elemento de fixação;
 - Possuindo módulos estruturais independentes, facilitando manutenção;
 - Para ter ordens de produção com poucas alterações em relação a produtos familiares;
 - Com acabamento de pintura de tinta pó, onde gera melhor aproveitamento e evita retoques;
-
- Operacionalidade

Característica que engloba muito a experiência do usuário em relação ao uso do produto, desde o processo de embalagem até eventuais manutenções. O produto reprojeto apresenta:

- Instalação intuitiva e com apenas um elemento de fixação necessário para a estrutura principal. As instruções de montagem estão na própria embalagem que acompanha o produto.
- Perspectiva de redução em seu tempo de montagem, após alterações realizadas no reprojeto;
- Boa modularidade para instalação de acessórios e produtos dentro da área útil do gabinete, pois possui fácil acesso e retirada rápida de acessos, promovendo uma ação muito mais ágil em relação a concorrentes em momentos de ajustes na instalação;

- Capacidade de suportar carga estática de até 80kg em sua estrutura, tornando o produto uma boa opção para receber equipamentos de grande porte;

Sustentabilidade

Um produto que possui sustentabilidade agregada como característica, é um projeto que possibilita reutilização de componentes, manutenção facilitada e vida útil prolongada.

O produto em pauta, por ser produzido em sua maioria a partir de chapas metálicas, a empresa Intelbras, exige que o produto seja testado por 24 horas em máquina de *salt spray* (Figura 19), para garantir que ele irá suportar as ações externas que geram oxidação.

Figura 19 - Teste salt spray.



Fonte: Autor

Outro fator que contribui para que se alongue a vida útil dos componentes metálicos produzidos contra oxidação, é a preparação destas peças por meio de tratamento superficiais (Figura 20). Antes de receber a pintura eletrostática em pó, as partes metálicas passam por etapas de tratamento por submersão em reagentes químicos. As etapas podem ser resumidas em:

- Decapante - remove a oxidação caso haja corrosão nas peças;
- Desengraxante - remover qualquer resíduo oleoso da superfície;
- Passivador - protege contra a corrosão;
- Fosfato - gera aderência do pó da tinta;
- Refinador - acelera o fosfato a atuar de maneira amplificada

Figura 20 - Processo de tratamento superficial.



Fonte: Autor

Além disso, a empresa possui equipe de pós vendas dedicada a atender problemas que surgem em campo, atuando de maneira pontual quando exigido. No caso do gabinete MRD 1257, seu atendimento é facilitado e evita descarte desnecessário de muitas peças, pois o produto é beneficiado pela modularização.

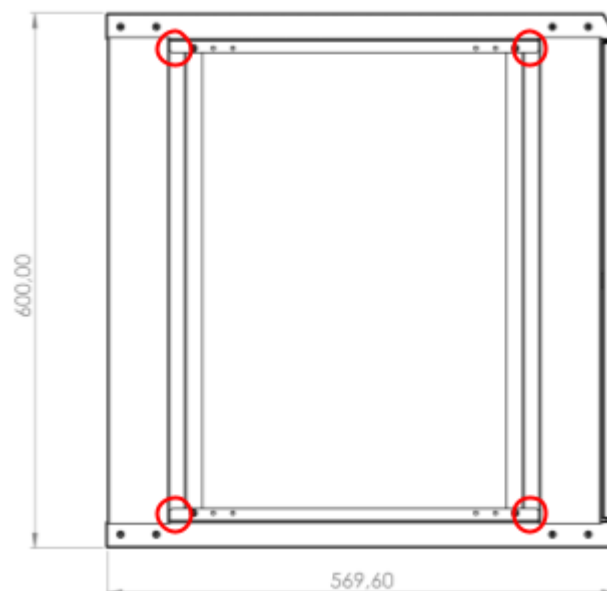
3.3.6. Otimização do projeto preliminar

Por fim, esta parte do projeto preliminar busca corrigir problemas e erros, como também construir protótipos, caso seja necessário. Existem inúmeras maneiras de otimizar um produto, um dos casos é testes com amostras que representem o produto totalmente ou de maneira parcial. (CARPES, 2014)

Como este produto é puramente baseado em módulos mecânicos, a melhor maneira de otimizar este reprojeto é buscar a experimentação, que é basicamente sequências de modelagem e ensaios que focam em analisar fenômenos físicos e químicos resultantes implicados nos protótipos criados.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, a nova versão do produto concebeu um conceito diferente de acoplamento entre três módulos estruturais. Desta maneira o produto teve a sua nova estrutura (Figura 21) submetida a uma sequência de testes. Buscando não apenas o cumprimento de orientações de otimização do reprojeto, como também as diretrizes da empresa, que obriga que produtos sejam validados perante critérios definidos por diferentes áreas.

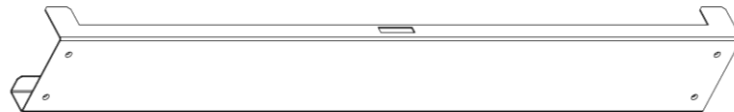
Figura 21 - Vista lateral.



Fonte: do autor

A alteração que consistiu em remover quatro parafusos de cada lateral nos locais indicados na imagem acima (Figura 21), desta maneira foram excluídos 8 parafusos no total. Assim pôde-se excluir uma flange na coluna do produto (quatro no total), gerando uma nova peça ao produto, conforme Figura 22 abaixo.

Figura 22 - Esboço nova coluna.



Fonte: do autor

O produto passou por um ensaio mecânico representado pela Figura 23, onde foi submetido a suportar cargas estáticas superiores a 80kg, onde os pesos foram distribuídos entre equipamentos reais e pesos padrões utilizados por outras áreas de teste da empresa. O produto suportou por mais de 96 horas as cargas, não apresentou nenhuma deformação plástica em sua estrutura e em seus elementos de fixação sendo assim aprovado pelos analistas do laboratório de ensaios mecânicos, validando a nova estrutura do produto.

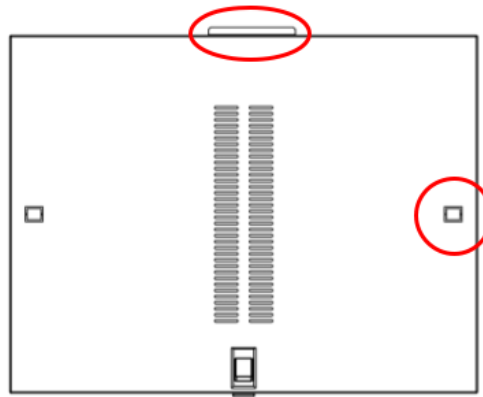
Figura 23 - Ensaio mecânico.



Fonte: autor

Outra parte do produto que necessitou ter sua estrutura alterada, foi o fechamento lateral, um dos componentes simétricos deste produto. A alteração foi necessária, pois foi esboçado um novo conceito para este componente onde utiliza apenas um fecho plástico deslizante. Como um dos pilares do desenvolvimento deste produto é manter sua flexibilidade na instalação e montagem, foi necessário alterar o local de uma flange e replicar uma geometria que permite destaque para uso de acessórios (conforme destacado em vermelho na Figura 24).

Figura 24 - Esboço do novo fechamento lateral.



Fonte: do autor

4 ANÁLISE DE RESULTADOS OBTIDOS

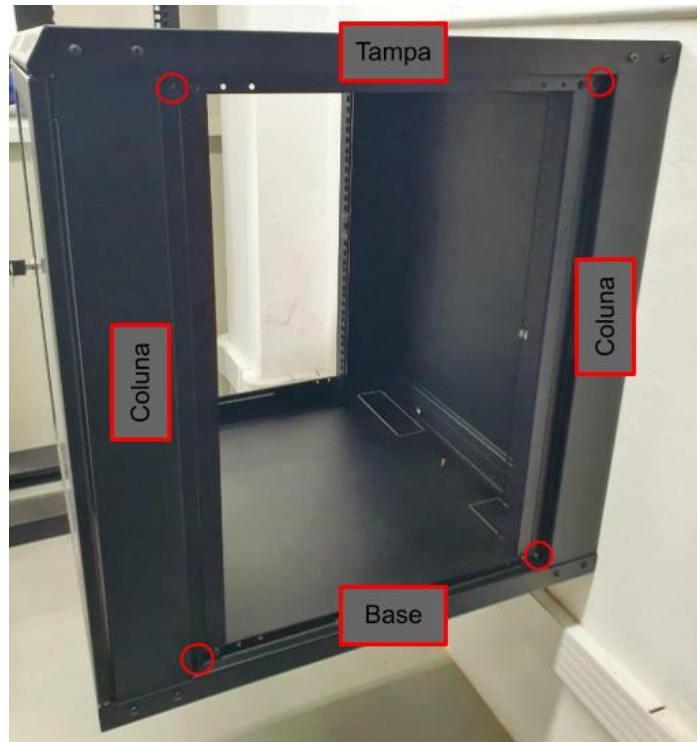
Neste capítulo são expostos os resultados obtidos durante o reprojeto. As análises são expostas por meio de quadros comparativos entre componentes da versão antiga do produto com a nova versão gerada por este trabalho. Também são apontados os impactos econômicos e funcionais do novo conceito que poderá ser produzido a partir das conclusões da pesquisa. Contudo, algumas comparações tiveram de ser realizadas por geração de peças por simuladores 3D e comparação de cotações de componentes comerciais.

Comparativo entre componentes fabricados

Aqui são listadas comparações entre componentes que sofreram alterações em seus desenhos mecânicos:

- Base, tampa e coluna - A realização desta alteração no reprojeto do produto surgiu após analisar o processo de montagem do produto, que seria realizado pelo instalador após adquirir o gabinete. Notou-se que as extremidades das laterais do produto apresentavam um superdimensionamento com muitos elementos de fixação (Figura 25).

Figura 25 - Lateral do produto antigo.



Fonte: Autor

Conforme exposto, foi proposto a possibilidade de remover estes elementos de fixação, que no total seriam oito unidades a serem retiradas. Além da remoção dos parafusos, foi possível eliminar uma flange (Figura 26) que fazia parte da antiga geometria da coluna, onde passou a ser inutilizada após a atualização da peça.

Figura 26 - Coluna da versão antiga.



Fonte: Autor

Como esta alteração do reprojeto surgiu em uma janela de tempo hábil a produção de amostras, foi possível confeccionar um número limitado de amostras que foram submetidas a testes, e, após validação da equipe de P&D do segmento, foram

distribuídas para que outras áreas da empresa pudessem avaliar o produto (Figura 27). Houve retorno, o produto cumpriu com suas funções, teve montagem realizada sem dificuldade e instalação facilitada.

Figura 27 - Nova versão em uso



Fonte: Autor

- Fechamento lateral - Outra parte do produto que também teve sua configuração alterada foi o fechamento lateral. Aqui buscou-se atribuir um novo conceito para este componente, onde pudesse contar com apenas uma fecho plástico deslizando e que também fosse mantida sua característica de simetria, que é servir como fechamento lateral esquerdo ou direito para o produto.

O fechamento lateral atual do produto contava com dois fechos plásticos deslizando para permanecer fio ao gabinete e também uma pequena flange na parte inferior para servir como guia e apoio durante a fixação (Figura 28).

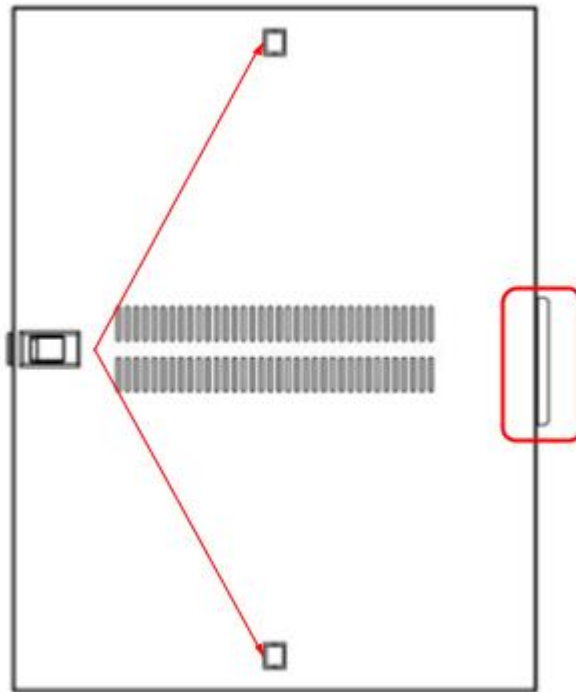
Figura 28 - Conceito atual do fechamento lateral



Fonte: Autor

Seguindo a orientação de reduzir custos e preservar as características originais, que fornecem cumprimento de requisitos de reprojeto, foi idealizado um novo conceito com apenas uma peça plástica que preserva a característica de peça simétrica. Para que este novo modelo pudesse contemplar os requisitos, foi replicada de maneira espelhada a geometria na superfície da peça responsável por oferecer a portabilidade de uso de fechaduras após destaque de microjuntas. E também teve sua flange retirada da parte inferior da peça e foi idealizada na lateral da peça (sinalizado na Figura 29). Este novo conceito, não pôde ser apresentado por meio de protótipos devido ao cenário atual de alta procura de aço, onde o preço sofreu altas consecutivas, tornando a prototipagem ainda mais cara. Porém, por tratar de alteração simples sem carga ou interface com o usuário muito complexa, é válido afirmar que para esta alteração simulações por geração de modelos gráficos 3D podem ser suficientes no momento, onde já foi possível levantar ganhos.

Figura 29 - Novo fechamento lateral



Fonte: Autor

Por fim, após estas atualizações de conjuntos de componentes do produto reprojeto, foi possível contabilizar uma série de impactos positivos que puderam agregar ainda mais características positivas ao produto, tanto quanto economicamente como funcionalmente.

Impactos:

- A alteração no conjunto Base+Colunas+Tampa pôde proporcionar a validação de novos conceitos que introduzem peças com redução de 7 segundos no seu tempo de usinagem e uma menor complexidade de geometria, além disso o produto agora pode contar com a exclusão de oito componentes de fixação para sua montagem completa. Impactando diretamente de maneira positiva o tempo de montagem realizado pelo usuário final reduzindo em 32 segundos em relação aos antigos passos de montagem.

- Com a mudança realizada no fechamento lateral é estimado que a maior parte do ganho esteja relacionado a exclusão de um componente plástico, que além de valor comercial possui valor de mão de obra incluso em relação a inserção dele na chapa metálica.

Comparativo entre componentes comerciais

Nesta parte final deste capítulo o intuito é expor mudanças importantes, que surgiram durante o reprojeto em relação a componentes comerciais presentes no produto. Vale ressaltar que alguma destas alterações não tiveram amostras produzidas para validação final, porém é possível afirmar ganhos a partir de comparação de custos de produções antigas

- Fecho plástico - Dentre as alterações possíveis que este trabalho pôde analisar em relação a componentes obtidos por meio de compra, esta é a mais significativa. Atualmente este componente (Figura 30) é comprado de uma distribuição de território nacional, que por sua vez recebe este componente injetado de outro país.

Figura 30 - Fecho plástico anterior



Fonte: Autor

E após a produção de inúmeros lotes deste produto por meses, este componente apresentou queda na sua qualidade, refletindo em avarias em campo durante o uso nas mãos do usuário final. A equipe comercial e de P&D do segmento de Racks e Acessórios, avaliou que a melhor maneira de erradicar este problema era acionar outra equipe de P&D dentro da empresa, responsável por receber demandas de peças injetadas e viabilizar a produção dentro do próprio maquinário de injeção da Intelbras.

Assim foi desenvolvido um novo conceito (Figura 21) de fecho plástico deslizante, que agora será injetado sob os cuidados de uma estrutura de ponta responsável pela injeção de milhares de componentes plásticos presentes em inúmeros produtos.

Este novo conceito pode ser testado por meio de prototipagem e teve sua estrutura validada após realizar com maestria sua função e apresentar mais robustez em sua estrutura

Figura 31 - Fecho plástico Intelbras



Fonte: Autor

- Dobradiça pino mola - Este componente responsável por fixar e permitir a rotação da porta no gabinete atualmente efetua suas ações com alguns pontos a serem melhorados.

Isto se dá, pois o injetado principal da peça não possui uma geometria que exerça com precisão o travamento de sua fixação no rasgo da porta do gabinete, deixando em alguns casos a sensação de que a porta do gabinete estivesse “frouxa” (circulado em vermelho na Figura 32).

Figura 32 - Dobradiça pino atual

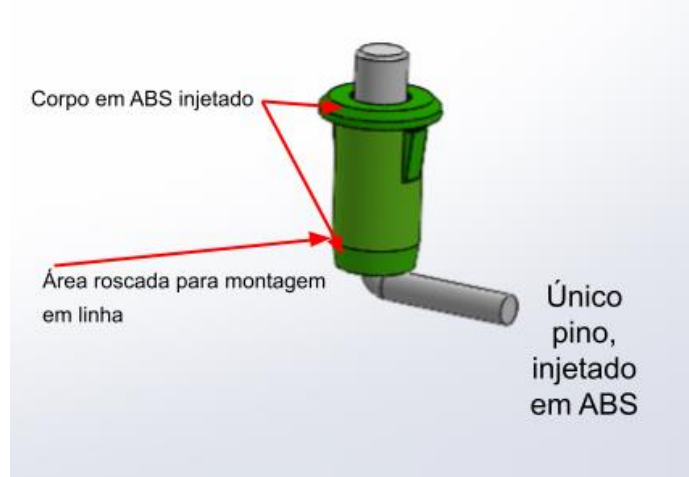


Fonte: Autor

Assim, da mesma maneira que o fecho plástico deslizante, optou-se por dar início ao desenvolvimento de um conjunto de componentes injetados pela própria Intelbras, de maneira que possa desempenhar melhor sua função de dobradiça da porta do gabinete.

O novo modelo (Figura 33) para este componente parte de um conceito inicial de ser composto todo por peças plásticas e que seja injetado a partir de um polímero que apresente maior resistência sob as forças impostas sob sua superfície.

Figura 33 - Novo conceito de dobradiça



Fonte: Autor

- Uso de PS (poliestireno) porta do gabinete - Por último, esta sugestão de alteração em produto busca viabilizar outra redução de custo por meio de troca de material de componente por outro equivalente em propriedade funcionais. Desta maneira, após pesquisas de mercado, utilizar chapas de PS (poliestireno) pode apresentar bons resultados no cumprimento das funções atribuídas, que é permitir a visualização de componentes inseridos dentro do gabinete.

Impactos:

- O desenvolvimento e injeção do fecho deslizante dentro das dependências da empresa, além de garantir um processo de qualidade, pôde-se alcançar uma redução de 70% no valor deste componente, representando uma mudança significativa não apenas visando qualidade mas redução de valores agregados em projeto.
- A aplicação de um novo conceito para a dobradiça pino, tornando-a totalmente injetada pode resultar em um componente que representa mais qualidade e tenha uma redução de custos estimada de 50% em relação ao modelo comprado hoje, ao fecho plástico deslizante.
- É estimado que o ato de realizar a troca da chapa de acrílico que compõe a porta do gabinete reduza cerca de 20% o custo deste componente.

5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo deste trabalho, realizado em conjunto com a reengenharia da empresa, foi possível gerar conhecimentos e dados importantes que irão beneficiar não apenas este reprojeto, mas também a empresa.

Foi claro observar que, quando é aplicada a metodologia de desenvolvimento de produto descrita por Pahl & Beitz, é possível determinar com maior precisão quais os requisitos e especificações de projeto mais relevantes, analisando a partir da necessidade de atualizar o produto e superar as qualidades positivas dos concorrentes.

A partir de uma análise mais pontual sobre a problemática ambientada pelo nicho de mercado do produto em estudo, conciliado com processos de fabricação, foi possível alcançar o desenvolvimento de novos conceitos envolvendo o produto. O produto reprojeto conta com uma configuração totalmente inacessível, promovida pela possibilidade de inserção nos fechamentos laterais 2 pares de tambor de fechaduras de gabinetes. Assim pode-se autenticar funções já exploradas como também preparar a estrutura funcional do produto para englobar mais utilidades.

Tendo em vista o cenário extremamente instável das *commodities* e das matérias primas, é possível afirmar que ações baseadas em resultados extraídos deste trabalho resultam em corte de custos devido a alterações realizadas na estrutura do produto. Dentre estes, é válido destacar que houve redução do consumo de aço na estrutura do produto, cerca de 300 gramas, substituição de componentes comerciais e reajuste de desperdício na usinagem.

Embora que tenham ocorrido exclusões de determinadas geometrias presentes nas peças do produto, acompanhadas de troca e retirada de componentes do produto, estas não impactaram negativamente a experiência do usuário. Foi possível entregar um conceito de um produto mais leve e estruturalmente seguro. O tempo médio de montagem reduziu de 6 minutos para 5 minutos e 28 segundos, e, também foi contabilizado menos 21 gramas no peso do produto em elementos de fixação.

Apesar de que nem todas as alterações propostas em reprojeto puderam ser replicadas a tempo de relatar neste trabalho, elas irão ser consultadas e provavelmente prototipadas nos dias que precederão a escrita deste trabalho.

Assim, seguindo todas as mudanças realizadas e propostas durante este trabalho é possível afirmar, que o produto poderá recorrer a estes resultados de maneira que seja possível ainda mais ser um representante competitivo à frente dos demais concorrentes no mercado.

Por fim, depois da confecção deste trabalho, pode-se ressaltar que ainda existe um enorme potencial de redução de custo envolvendo o produto. Estima-se que em desenvolvimentos futuros, será necessário focar em novos processos de fabricação que englobam a confecção dos componentes fabricados a partir de chapas metálicas. Rumar para uma linha automatizada de estamparia, com ferramental destinado a produção exclusiva de componentes deste produto e de linhas similares, irá possibilitar ganhar mais tempo de produção, centralizando operações, contribuindo para a criação de uma única linha que produza apenas peças que serão utilizadas em gabinetes metálicos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, Nelson et al. **Projeto integrado de produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. 1. ed. São Paulo: Monole, 2008.

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BRALLA, J. G. **Handbook of product design for manufacturing: a practical guide to low-cost production**. New York: McGraw-Hill, 1998.

CARPES, Wildomar P. Jr. **Introdução ao projeto de produtos**. Porto Alegre, Bookman, 2014.

ECIA. Electronic Components Industry Association. **EIA/ECA-310 - Cabinets, Racks, Panels, and Associated Equipment**. dez.2005. Disponível em: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?rid=IHS&gid=SBSSIBAAAAAAAAAA. Acesso: dez.2020

FIBRACEM. **Rack de parede 12u desmontável**. Disponível em: <https://www.fibracem.com/produto/rack-parede-12u-desmontavel/>. Acesso: nov.2020.

GFORCE. **Rack padrão 19" de parede**. Disponível em: <https://www.gforcetecnologia.com.br/racks-padrao-19-de-parede/>. Acesso: nov.2020.

HEPSO. **Rack parede montável**. Disponível em: <http://hepso.com.br/produtos/racks-parede/rack-parede-montavel/>. Acesso: nov.2020.

IEC. International Electrotechnical Commission. **IEC 60297-3-108:2014**: Mechanical structures for electronic equipment - Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in). 8 set.2014. Disponível em: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/c7f49257-f74f-4c51-9a7e-2088425fbdff/iec-60297-3-108-2014>. Acesso: dez.2020.

MORDOR INTELLIGENCE. **DATA CENTER RACK MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2021 - 2026)**. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/data-centre-rack-market>. Acesso: nov.2020

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. 2. ed. London: Springer-Verlag, 2007.