

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA

NEILOR NORIVAL LAFIN

DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO
ANGULAR COM AUXÍLIO DO DESDOBRAMENTO DA METODOLOGIA QFD

JARAGUÁ DO SUL

FEVEREIRO 2022

NEILOR NORIVAL LAFIN

DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO
ANGULAR COM AUXÍLIO DO DESDOBRAMENTO DA METODOLOGIA QFD

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Campus Jaraguá do Sul – Rau, do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Fabricação Mecânica.

Orientador: Cassiano Rodrigues Moura,
Mestrado

JARAGUÁ DO SUL

Fevereiro 2022

Lafin, Neilor Norival

Desenvolvimento do conceito de um equipamento de medição angular com auxílio do desdobramento da metodologia QFD / Neilor Norival Lafin; orientação de Cassiano Rodrigues Moura. Jaraguá do Sul, SC, 2022. 84p.

Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul - Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. Inclui referências.

1. QFD 2. Desenvolvimento de produto. 3. Mesa de Seno. 4. Equipamento de medição angular. I. Moura, Cassiano Rodrigues. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Desenvolvimento do conceito de um equipamento de medição angular com auxílio do desdobramento da metodologia QFD.

NEILOR NORIVAL LAFIN

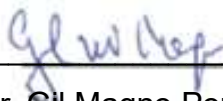
DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO
ANGULAR COM AUXÍLIO DO DESDOBRAMENTO DA METODOLOGIA QFD

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em
Fabricação Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo
indicada.

Jaraguá do Sul, 11, fevereiro de 2022.



Prof. Me. Cassiano Rodrigues Moura
Orientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Dr. Gil Magno Portal Chagas
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Me. Tiago da Silva
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU

AGRADECIMENTOS

Ao IFSC – Campus Jaraguá do Sul – Geraldo Werninghaus, a todos os professores do curso os quais compartilharam seus conhecimentos.

A todos que me auxiliaram nessa etapa da minha vida, seja dando apoio nos estudos ou força para vencer os degraus desta subida, principalmente minha família a qual por momentos não pude me dedicar ao máximo, em especial para minha esposa que sempre me dá força para continuar a subida até o topo.

Muito obrigado!

Quando faltam máquinas, você as pode comprar;
se não tiver dinheiro, pode pedir emprestado;
mas homens você não pode comprar
ou pedir emprestado, e homens motivados
por uma ideia são a base do êxito.

(Eggon João da Silva)

RESUMO

Atualmente existem vários grupos de pesquisadores e empresas juntamente com universidades disseminando e trocando conhecimento para aprimorar o entendimento na utilização do Quality Function Deployment – Desdobramento da Função Qualidade (QFD) para auxiliar o desenvolvimento de produtos e serviço. Com esta interação não só no Brasil, mas também em todo o mundo, hoje encontra-se literaturas específicas e artigos para auxiliar na utilização do QFD. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo geral utilizar os conhecimentos da metodologia QFD e aplicar no desenvolvimento de um conceito de um equipamento de medição angular com o auxílio dos desdobramentos desta metodologia, focando nas necessidades do cliente e na viabilidade de produção. Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica, assim como uma pesquisa por meio de entrevista para definir as necessidades do cliente. Compilando as informações e utilizando tabelas e matrizes, os dados foram transformados e agrupados até encontrar variáveis mensuráveis utilizadas para o desenvolvimento da matriz específica e seus respectivos desdobramentos. Com os resultados obtidos, foi criado um mapa de visão macro para facilitar a visualização e encontrar a melhor disposição dos componentes do equipamento para atender os requisitos do cliente, assim sendo possível o desenvolvimento do equipamento em software CAD para analisar a montagem e funcionamento do equipamento. Como saída foram gerados o desenho 3D do equipamento e seus respectivos componentes, assim como desenhos detalhados para uma melhor análise.

Palavras-Chave: QFD. Desenvolvimento de produto. Mesa de seno. Equipamento de medição angular.

ABSTRACT

Currently there are several groups of researchers and companies together with universities disseminating and exchanging knowledge to improve the understanding about the use of Quality Function Deployment (QFD) to help the development of products and services. With this interaction not only in Brazil but also in the whole world, there are specific literature and articles to assist in the use of QFD. Therefore, the present work has the general objective of using the knowledge of the QFD methodology and to apply it on the development of a concept of an angular measurement equipment with the help of this methodology unfolding, focusing on customer needs and production feasibility. For the development of this work extensive bibliographic research was performed, as well as research was carried out through an interview to define the customer's needs. Gathering the information and using tables and matrices, the data were transformed and grouped until finding measurable variables used for the development of the specific matrix and its respective unfolding. With the obtained results, a macro view map was created to ease the visualization and find the best arrangement of the equipment components to meet customer's requirements, thus making it possible to develop the equipment in CAD software to analyze the equipment assembly and operation. As an output the 3D drawing of the equipment and its respective components were generated, as well as detailed drawings for a better analysis.

Keywords: QFD. Product development. Sine table. Angular measuring equipment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Símbolos para as características toleradas de uma peça	17
Figura 2 – Representação dos planos paralelos para medição de inclinação a), e exemplo de aplicação b)	18
Figura 3 – Esquadro simples.....	19
Figura 4 – Transferidor de acrílico a) 360°; b) 180°	19
Figura 5 – Goniômetro analógico	20
Figura 6 – Leitura de graus e minutos no goniômetro (9° e 15')	21
Figura 7 – Esquadro combinado.	22
Figura 8 – Utilização do esquadro combinado.	22
Figura 9 – Régua de seno a) e mesa de seno b).	23
Figura 10 – Mesa de seno.....	24
Figura 11 – Régua de seno a), trigonometria b).	25
Figura 12 – Jogo de blocos padrão, aço liga a), cerâmica b) e metal duro c).	26
Figura 13 – Relógio comparador.	27
Figura 14 – Dispositivos de fixação.....	28
Figura 15 – Diagrama do desdobramento da função qualidade.....	32
Figura 16 – Desdobramento da casa da qualidade.....	33
Figura 17 – Relação entre QFD, QD e QFDr.....	34
Figura 18 – Representação dos dois planos de desdobramento da qualidade.	35
Figura 19 – Representação da tabela.	36
Figura 20 – Representação de uma matriz com seus elementos constituintes.....	37
Figura 21 – Exemplo de uma matriz da qualidade.	40
Figura 22 – Exemplo de um modelo conceitual.....	42
Figura 23 – Exemplo de parte um padrão técnico de processo (PTP).	43
Figura 24 – Fluxo do processo.	44
Figura 25 – Conversão da voz do cliente em requisitos do cliente: classificação dos itens exigidos.....	47
Figura 26 – Procedimento para elaboração da Tabela de Qualidade Exigida.	49
Figura 27 – Diagrama de afinidades para agrupamento de itens de qualidade exigida.	50
Figura 28 – Matriz da Qualidade.	55
Figura 29 – Possíveis passos para o estabelecimento da Qualidade Planejada.	56
Figura 30 – Gráfico de Pareto para os itens das características da qualidade planejada.	57
Figura 31 – Matriz da Qualidade Genérica.....	58
Figura 32 – Gráfico de Pareto para os itens das características da qualidade.	59
Figura 33 – Modelo conceitual de desenvolvimento do equipamento de medição angular.	61
Figura 34 – Casa da qualidade.	63
Figura 35 – Desdobramento da função x características da qualidade.....	65
Figura 36 – Desdobramento da função x qualidade exigidas.....	65
Figura 37 – Desdobramento de componentes x características da qualidade.	66
Figura 38 – Desdobramento dos componentes x qualidade exigidas.	67
Figura 39 – Desdobramento da qualidade exigidas x componentes.	67
Figura 40 – Mapa de visão macro do desdobramento.	69
Figura 41 – Desenho 3D de conceito do equipamento de medição angular.	70
Figura 42 – Desenho 3D da mesa de medição.	71

Figura 43 – Desenho 3D de conceito do equipamento para medição angular com acessórios para usinagem.....	72
Figura 44 – Desenho 3D de conceito do equipamento para medição angular em explosão.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ranking com as 10 mais valiosas empresas do mundo em 2018	29
Tabela 2 - Exemplos da literatura do uso do QFD no desenvolvimento de Produtos	30
Tabela 3 - Exemplo de uma Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida	36
Tabela 4 - Sugestão de representação de correlação	38
Tabela 5 - Sugestão de representação de proporcionalidade	39
Tabela 6 – Simbologia utilizada para representar comportamento das características da qualidade	39
Tabela 7 – Conversão da voz do cliente em qualidade exigida usando o desdobramento de cena	48
Tabela 8 – Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida	51
Tabela 9 – Tabela de extração dos elementos de qualidade	52
Tabela 10 – Tabela de extração das características da qualidade	53
Tabela 11 – Classificação do argumento de venda	56
Tabela 12 – Benchmarking de equipamentos com distância entre roletes de 100mm	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problemática de pesquisa	14
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivo específico	14
1.3 Justificativa.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Metrologia – conceitos gerais.....	16
2.1.1 Tolerâncias de forma e posição	16
2.1.2 Instrumentos para medições angulares.....	18
2.1.2.1 Esquadro simples	18
2.1.2.2 Transferidor	19
2.1.2.3 Goniômetro.....	20
2.1.2.4 Esquadro combinado.....	21
2.1.2.5 Régua de seno e mesa de seno.....	23
2.1.2.6 Bloco padrão	25
2.1.2.6 Relógio Comparador	26
2.2 Desenvolvimento de Produto	28
2.3 QFD.....	30
2.3.1 Desdobramento da Função Qualidade.....	32
2.3.1.1 Tabela.....	35
2.3.1.2 Matriz.....	37
2.3.1.3 Modelo conceitual.....	41
2.3.1.4 Padrões	42
3 PESQUISA AÇÃO	44
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	46
4.1 Necessidades dos Clientes	46
4.2 Requisitos dos clientes.....	47
4.3 Requisitos do produto	51
4.4 Correlacionar Requisitos do Cliente x Requisitos do Produto	54
4.5 Estabelecendo a Qualidade Planejada	55
4.6 Estabelecendo a Qualidade Projetada	58

4.7 Benchmark	59
4.8 Desdobramento da função qualidade.....	61
4.8.1 Casa da Qualidade.....	62
4.8.2 Desdobramento da Função.....	65
4.8.3 Desdobramento de Componentes.....	66
4.8.4 Desdobramento de componentes em relação a Função.....	67
4.9 Projeto do conceito do produto.....	70
4.9.1 Projeto conceitual 3D	70
5 CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICE A – Desenho do conjunto montado	79
APÊNDICE B – Mesa de medição	80
APÊNDICE C – Cilindro base.....	81
APÊNDICE D – Encosto.....	82
APÊNDICE E – Base de fixação	83
APÊNDICE F – Presilha fixa	84
APÊNDICE G – Presilha móvel.....	85

1 INTRODUÇÃO

É crescente a importância nas organizações a redução de custos, a preocupação ecológica, bem como ser assertivo nos investimentos. Em paralelo a isso o mercado exige que as empresas sejam inovadoras e que atendam às necessidades dos clientes, que cada vez mais, devido as variadas opções no mercado, se torna exigente quanto à qualidade, segurança e funcionalidade de um produto. Isso traz certa complexidade a gestão de desenvolvimento dos produtos e toda cadeia produtiva para atingir a satisfação do cliente.

O panorama tecnológico da atualidade deve conciliar uma série de fatores para que se obtenha melhores resultados. Fatores como recursos, *time-to-market* e projeto, são essenciais para o desenvolvimento de um produto, pois este produto deverá apresentar qualidade satisfatória e deverá ser fabricável no menor tempo o possível e ainda ter um preço atrativo aos clientes.

A indústria metalmecânica evoluiu muito, destacando-se a área da usinagem. Esta área dispõe de uma série de máquinas e equipamentos que têm sido aperfeiçoados e melhorados continuamente. Determinados processos são complexos, como a usinagem angular a qual necessita de algum equipamento complementar para ser executada, uma destas opções é uma mesa de seno, a qual pode ser utilizada não somente para executar a usinagem da peça, como também é utilizada para fazer o controle geométrico dela, para assim garantir o dimensional desejado.

Por esse motivo a mesa de seno, ou equipamento de medição angular deve ser projetado de uma forma robusta afim de garantir funcionalidade para ser acoplada a uma máquina operatriz, e de mesma forma ser precisa para execução não só da usinagem de peças, mas como também, para executar as medições delas. Para suprir essas características, se faz necessário a utilização de uma metodologia robusta na fase de desenvolvimento para garantir a qualidade do produto final, atendendo as necessidades dos usuários.

A utilização da metodologia QFD (*Quality Function Deployment*), permite que um produto seja desenvolvido correlacionando os requisitos do cliente com os requisitos de qualidade do equipamento, o que proporciona um alinhamento da função da qualidade durante o projeto.

Com isso, este trabalho tem por premissa apresentar a aplicação dos desdobramentos da metodologia QFD no desenvolvimento do conceito de um

equipamento de medição angular para auxiliar em medições e usinagens de peças com geometrias angulares, que atenda os anseios do cliente. Além de ter uma estrutura de fácil produção e um atrativo para o mercado agregando funcionalidades em um só produto o deixando modular no ponto de vista do mercado.

1.1 Problemática de pesquisa

Como o desdobramento da metodologia QFD pode contribuir no desenvolvimento do conceito de um equipamento de medição angular para uma instituição de ensino?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é utilizar o desdobramento da metodologia QFD para desenvolver o conceito de um equipamento de medição angular (mesa de seno) para uma instituição de ensino.

1.2.2 Objetivo específico

- Identificar as necessidades do cliente;
- Desenvolver um produto que atinja as expectativas do cliente;
- Utilizar o desdobramento da metodologia QFD;
- Levantar os resultados obtidos com o desdobramento do QFD;

1.3 Justificativa

Hoje devido a atual situação do país, juntamente com o custo e a burocracia para a aquisição de um equipamento por uma instituição de ensino, foi identificada a oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido na instituição para elaborar um projeto utilizando o desdobramento da função QFD para o desenvolvimento do conceito de um equipamento de medição angular, assim relacionando os requisitos com os requisitos de qualidade esperados para o produto.

Este trabalho tem o intuito de realizar a execução do desenvolvimento do

conceito de um equipamento de medição angular de fácil fabricação e baixo custo para ser produzida e utilizada como um instrumento didático para instituições de ensino.

Como o equipamento de medição angular será projetado para ser utilizada em um ambiente pedagógico é imprescindível que o projeto atenda certos requisitos, pois como ela será utilizada por estudantes que em sua maioria terão o primeiro contato com instrumento, certos pontos devem ser cuidadosamente pensados para auxiliar não só na segurança dos estudantes como também, em uma forma que facilite a compreensão do funcionamento do equipamento, auxiliando assim o professor.

Pensando em uma forma de utilizar os recursos disponíveis na própria instituição, assim podendo encontrar a melhor solução, com o intuito de simplificar a fabricação, possibilitando assim que seja produzida na própria instituição e podendo ser utilizada em futuros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para tornar possível o desenvolvimento do conceito de um equipamento de medição angular, foi necessário pesquisar sobre seus principais componentes, bem como sobre seu funcionamento e aplicações. Também foi necessário o aprofundamento sobre a metodologia QFD e seus desdobramentos, o qual foi utilizada para desenvolver este projeto. Neste capítulo serão apresentados os resultados destas pesquisas, para assim se obter um melhor entendimento sobre a temática.

2.1 Metrologia – conceitos gerais

A metrologia está presente no dia a dia de todos, não somente na área industrial, conforme Silva Neto (2012), metrologia é uma palavra de origem grega *metron* que significa medida e *logos* que significa ciência. Ainda conforme o autor, aplica-se a metrologia hoje em todos os ramos da ciência onde se faz necessária a utilização de alguma tecnologia de medição.

2.1.1 Tolerâncias de forma e posição

Conforme ABNT NBR 6409:1997, tolerâncias de forma, posição e orientação são indicadas quando necessário, para assegurar requisitos funcionais, tais como intercambiabilidade, repetibilidade e processos de manufatura.

Uma peça pode estar com as tolerâncias dimensionais corretas, porém quando os limites em relação à posição, forma e orientação não estão dentro de uma variação permissível, pode haver prejuízos para a intercambiabilidade ou funcionamento do equipamento (SILVA NETO, 2012).

A Figura 1 apresenta os símbolos para as características toleradas de uma peça, montagem ou conjunto, pode-se observar que estas são divididas em grupos: forma, orientação, posição e batimento. Neste trabalho não serão abordadas todas as características de controle geométrico, estas informações podem ser encontradas na norma ABNT NBR 6409 (1997).

Figura 1 – Símbolos para as características toleradas de uma peça

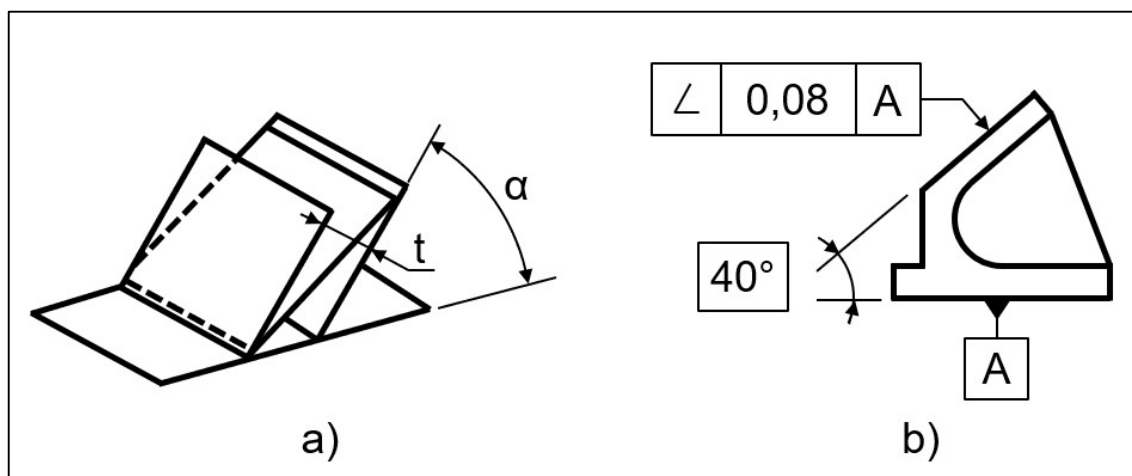
Característica tolerada		Símbolo
Forma	Retitude	—
	Planeza	
	Circularidade	
	Cilindricidade	
	Perfil de linha qualquer	
	Perfil de superfície qualquer	
Orientação	Paralelismo	//
	Perpendicularidade	
	Inclinação	
Posição	Posição	
	Concentricidade	
	Coaxialidade	
	Simetria	
Batimento	Circular	
	Total	

Fonte: Adaptada de ABNT NBR 6409:1997

Para Silva Neto (2012), a tolerância de orientação é um tipo de desvio no qual pontos ou superfícies se comuniquem por meio da interseção de suas linhas, sendo que podem ser representadas pelo paralelismo, perpendicularidade e inclinação de uma superfície. Dentre as tolerâncias de orientação a de inclinação, que se trata da qualidade de duas retas, de dois planos ou de uma reta e de um plano que se encontram segundo um ângulo especificado, só se aplica a elementos considerados retilíneos ou planos, onde a inclinação de 0° é considerada um paralelismo e a inclinação de 90° uma perpendicularidade.

Segundo ABNT (1997), a tolerância de inclinação pode ser avaliada entre dois planos paralelos inclinados em relação a superfície de referência com o ângulo " α " especificado e com uma distância "t" entre eles, conforme pode-se observar na Figura 2a), e a aplicação em uma peça conforme mostra a Figura 2b).

Figura 2 – Representação dos planos paralelos para medição de inclinação a), e exemplo de aplicação b)



Fonte: adaptado da ABNT NBR 6409:1997

As medições angulares neste tipo de tolerância geométrica podem ser executadas com vários instrumentos, porém o que difere entre eles é a sua precisão, conforme adotado pelo Inmetro (2012), a precisão de medição é utilizada para definir a repetibilidade de medição, a precisão intermediária de medição e a reprodutibilidade de medição, em outras palavras, é o grau de concordância entre os valores medidos, obtidos por medições repetidas, no mesmo objeto sob condições específicas.

Para Lira (2009), todos os fatores que envolvem uma medição dimensional devem estar sob o controle do operador, como domínio no manejo dos instrumentos, conhecimento de fontes de erro, familiaridade com matemática e suas expressões, conhecimento de estatística, domínio de termos técnicos, capacidade de interpretação de desenhos técnicos, normas e procedimentos de medição, capacidade de julgamento e interpretação dos resultados obtidos.

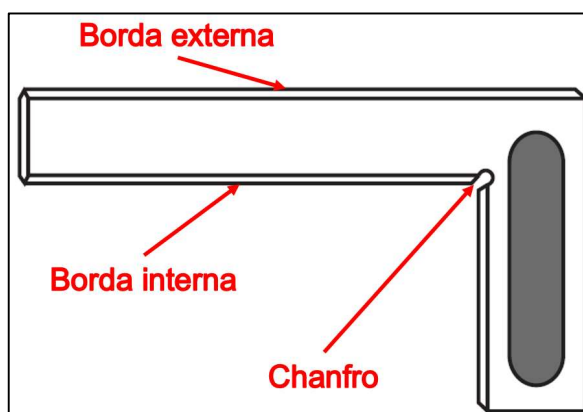
2.1.2 Instrumentos para medições angulares

2.1.2.1 Esquadro simples

O esquadro simples padrão encontrado comercialmente possui 90° (ver Figura 3) são geralmente fabricados em aço e possuem múltiplas aplicações na indústria. Se apresentam em vários tamanhos, tendo suas faces de contato retificadas e na parte

interna da união dos lados fixos existe um chanfro cuja finalidade é facilitar a medição de peças com alguma deformação na borda, que poderia interferir no resultado (LIRA, 2009).

Figura 3 – Esquadro simples

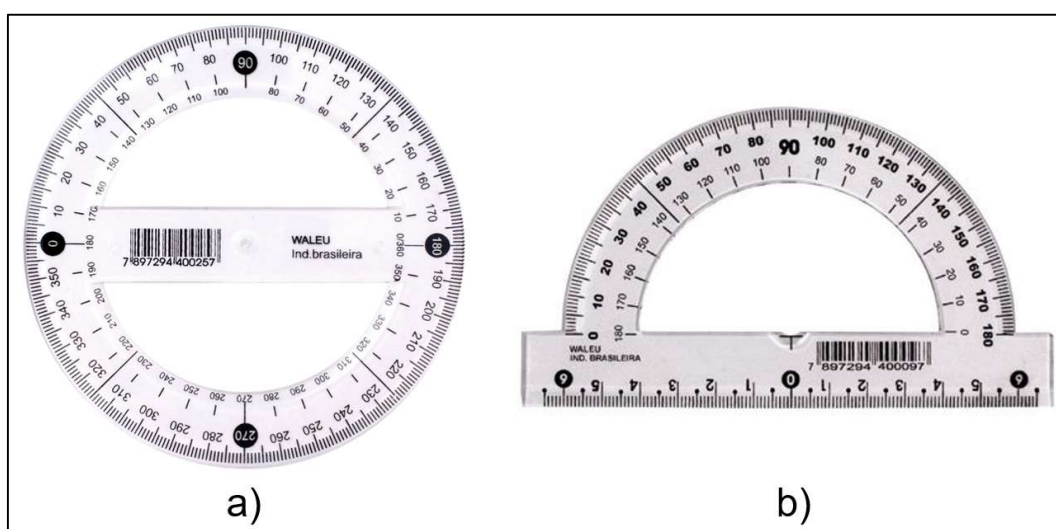


Fonte: adaptado de Fundação Roberto Marinho (2000)

2.1.2.2 Transferidor

Conforme Silva Neto (2012), o transferidor é um dos instrumentos de medição angular mais utilizados para medir ou construir ângulos e superfícies angulares, podendo ser em aço, ou plástico transparente, sendo um círculo (360°) ou semicírculo (180°) graduado, com divisão de 1° , conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Transferidor de acrílico a) 360° ; b) 180°

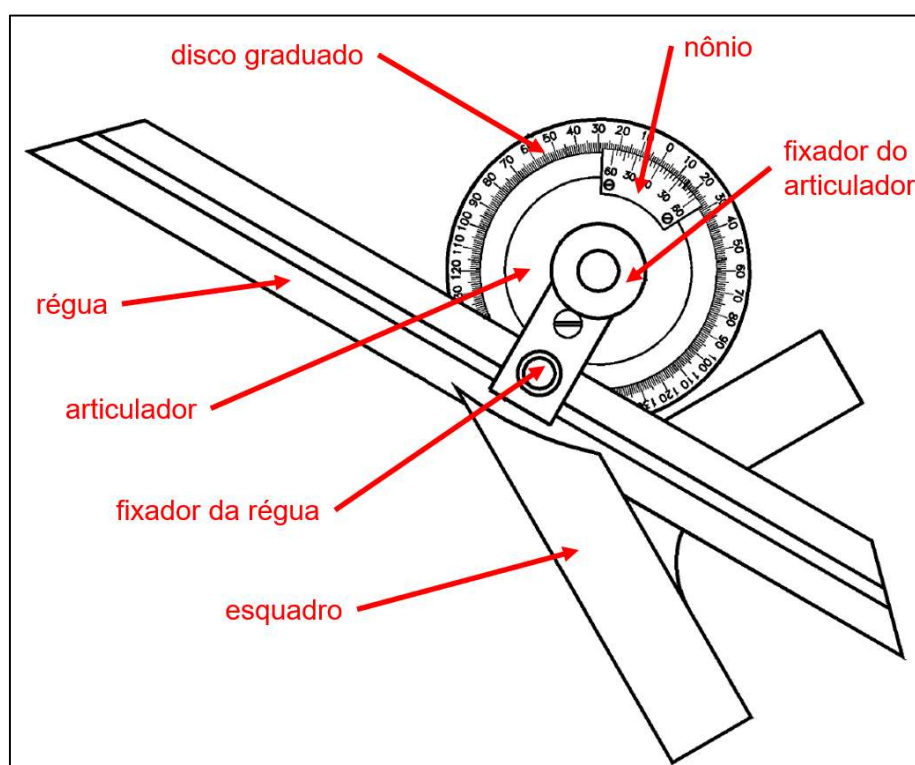


Fonte: próprio autor

2.1.2.3 Goniômetro

Segundo Silva Neto (2012), o goniômetro ou transferidor de grau universal com nônio, conforme mostra a Figura 5, pode medir qualquer ângulo a partir de 5 minutos ($1/12$ graus). O mostrador e a régua podem ser girados em conjunto a uma posição qualquer. Sua fixação pode ser realizada através de uma porca localizada no mostrador, possui também um dispositivo de ajuste ultrafino (nônio), o qual permite ajustagens precisas. Estes instrumentos podem ser encontrados nos formatos analógicos ou digitais.

Figura 5 – Goniômetro analógico



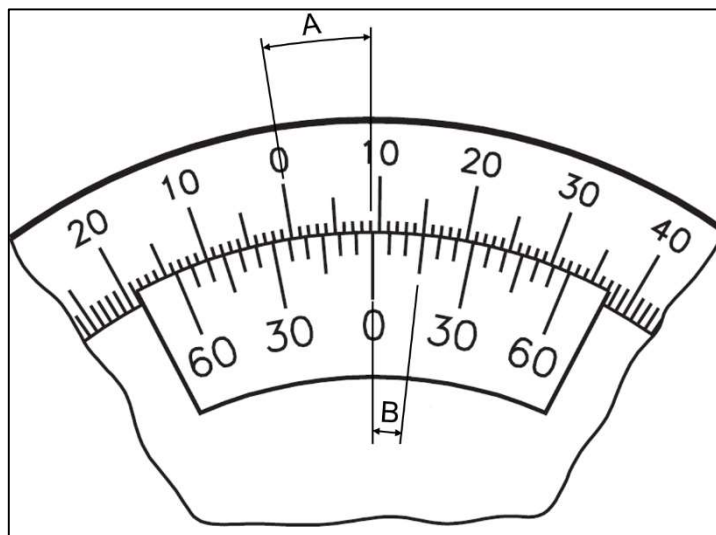
Fonte: adaptado de fundação Roberto Marinho (2000)

Os graus inteiros são lidos na graduação do disco, com o traço zero do nônio, na escala fixa, a leitura pode ser feita no sentido horário quanto, como também no sentido anti-horário. A leitura dos minutos, por sua vez, é realizada a partir do zero nônio, seguindo a mesma direção da leitura dos graus, conforme mostra as indicações da Figura 6 (FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO, 2000).

Conforme mostrado na Figura 6, a dimensão A mostra que o zero do nônio coincidiu com 9° no disco graduado, já a dimensão B mostra que a linha do nônio que

coincide exatamente com uma linha do disco graduado é a 3 linha, neste caso 15', logo, nesta figura pode-se ler a dimensão de 9° e 15'.

Figura 6 – Leitura de graus e minutos no goniômetro (9° e 15')



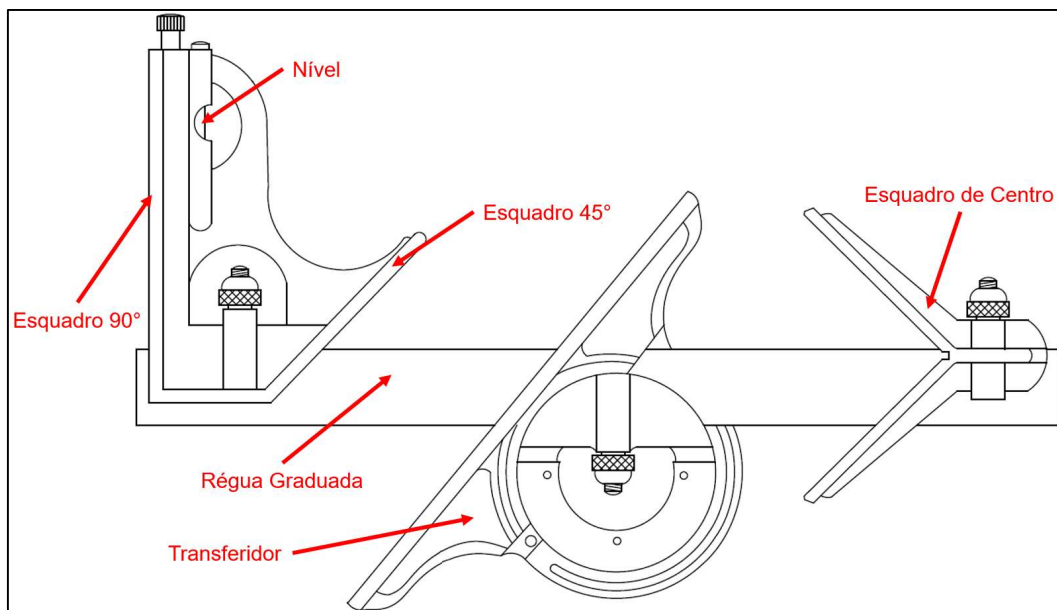
Fonte: adaptado de fundação Roberto Marinho (2000)

2.1.2.4 Esquadro combinado

O esquadro combinado é um tipo de goniômetro com elementos para múltiplas funções que permitem medir alturas, profundidades, traçar linhas angulares, verificar o ângulo de superfícies, verificar o centro de peças cilíndricas (LIRA, 2009).

O esquadro combinado pode ser encontrado com variedades de componentes que o acompanham, em geral os fabricantes disponibilizam os esquadros combinados com 4 partes, régua graduada, esquadro de centro, transferidor e o esquadro principal, com nível e possibilidade de medir ângulos de 45° e 90° conforme mostrado na Figura 7.

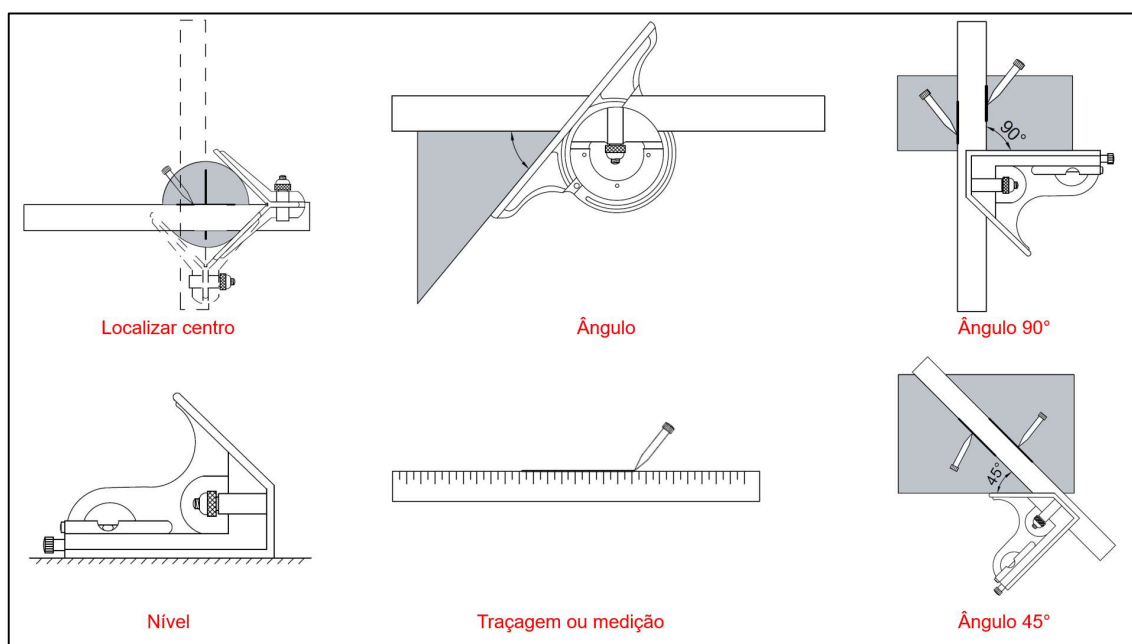
Figura 7 – Esquadro combinado.



Fonte: adaptado de Insize do Brasil Imp. Exp. Com. Ltda. (2013)

O esquadro combinado é uma ferramenta que pode ser utilizada para vários tipos de medição. Na Figura 8 pode-se verificar algumas possibilidades de medição com o esquadro combinado, este pode ser utilizado para encontrar centro de peças cilíndricas, medir um ângulo qualquer, verificar um ângulo de 45° ou 90°, pode ser utilizado como um nível ou como uma régua.

Figura 8 – Utilização do esquadro combinado.

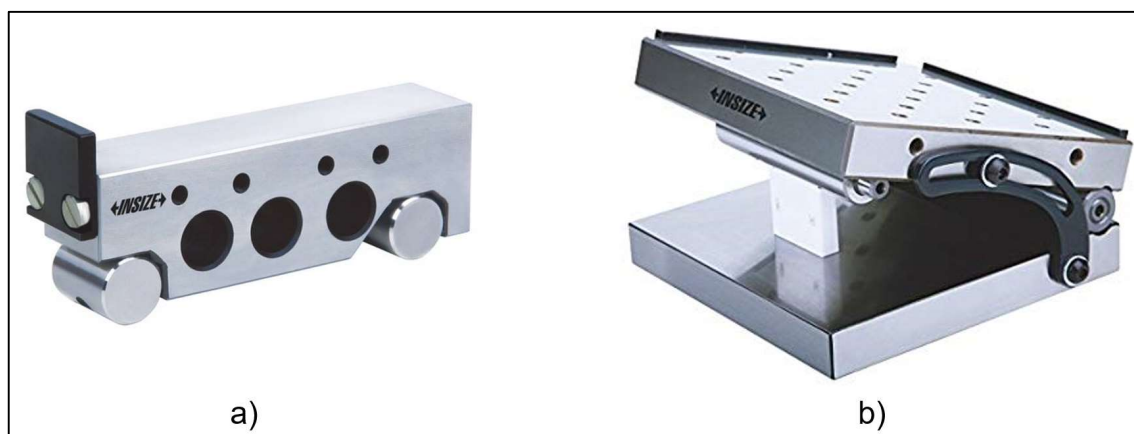


Fonte: adaptado de Insize do Brasil Imp. Exp. Com. Ltda. (2013)

2.1.2.5 Régua de seno e mesa de seno

Segundo Fitzpatrick (2013) a régua de seno (ver Figura 9a) e a mesa de seno (ver Figura 9b) são instrumentos angulares muito precisos, capazes de estabelecer modelos de ângulos de até um milésimo de grau. Esse tipo de medição é necessário para poder medir e inspecionar peças com tolerâncias de forma e posição específicas, bem como quando se exige uma precisão elevada em uma medição angular.

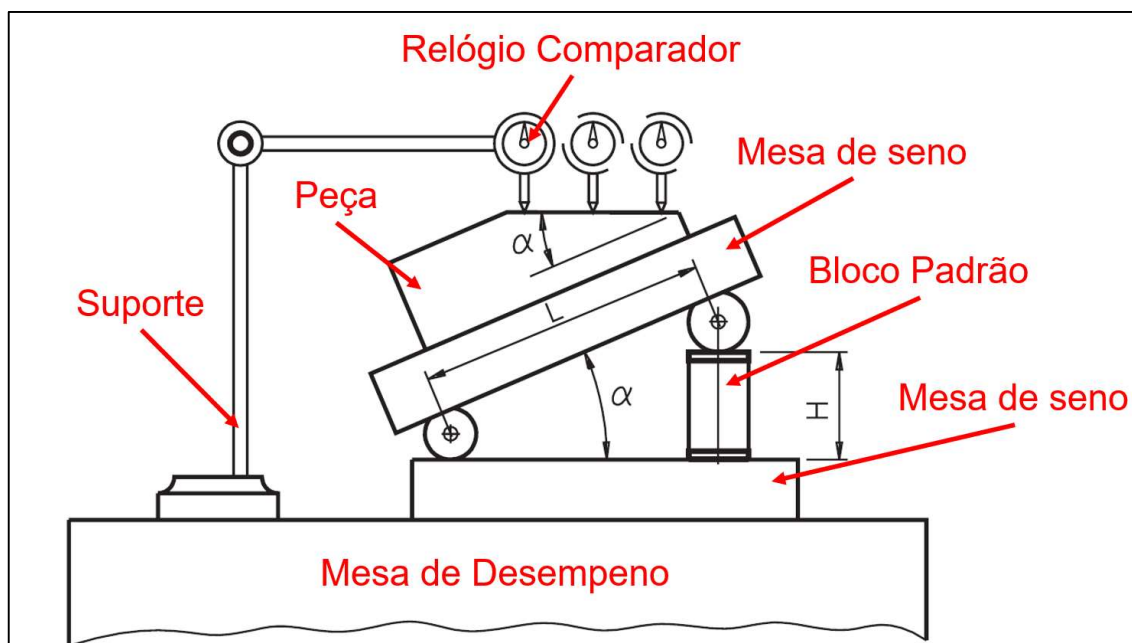
Figura 9 – Régua de seno a) e mesa de seno b).



Fonte: Insize do Brasil Imp. Exp. Com. Ltda. (2013)

A régua de senos é constituída de uma barra com uma superfície de apoio na qual se coloca a peça a ser inspecionada, e dois cilindros com a distância (L) entre os centros conhecida, paralelos entre si e paralelos com a superfície de apoio conforme mostra a Figura 10. Esta deve ser utilizada em um desempenho de granito e com auxílio de blocos padrão para compor ângulos (α) exatos a partir da construção de um triângulo. Neste tipo de instrumento deve-se evitar a utilização com ângulos (α) superiores a 45° (LIRA, 2009).

Figura 10 – Mesa de seno.



Fonte: adaptado de fundação Roberto Marinho (2000)

Usualmente este instrumento é fabricado em aço temperado e retificado, possui furos no corpo para facilitar a fixação de peças e reduzir o peso, com um formato retangular e dois rebaixos para acomodar os cilindros de apoio nas extremidades. Geralmente utilizada para medição de ângulos em peças com precisão superior a de transferidores de ângulos, porém sua utilização demanda uma maior atenção e conhecimentos em trigonometria por parte do operador (FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO, 2000).

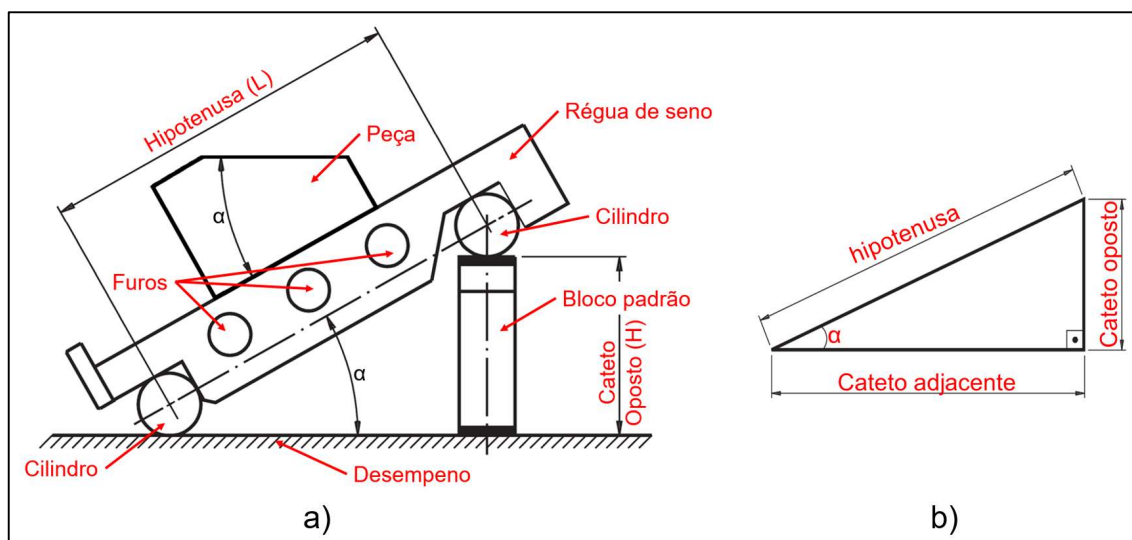
Conforme pode-se verificar na Figura 11 a), com o auxílio da trigonometria é possível encontrar a altura (H) para definir o ângulo (α) desejado para posicionar a régua ou mesa de seno. Para isso é necessário utilizar um jogo de blocos padrão que através de seu empilhamento farão a elevação da mesa na angulação exata especificada.

Os fabricantes garantem a precisão da medida entre centros dos cilindros dado pela hipotenusa (L), desta forma para conseguir posicionar no ângulo (α) é necessário calcular a altura cateto oposto (H) utilizando a trigonometria conforme Equação 1 e Figura 11 b), após encontra o valor da altura, e utilizando os blocos padrão, é possível

montar o ângulo com precisão milesimal.

$$\sin \alpha = \frac{\text{hipotenusa}}{\text{cateto oposto}} \quad (1)$$

Figura 11 – Régua de seno a), trigonometria b).



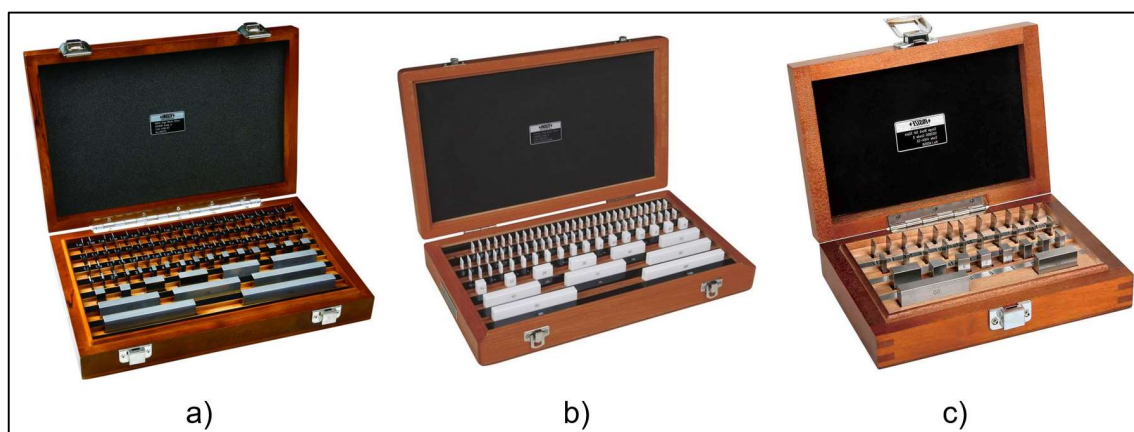
Fonte: adaptado de fundação Roberto Marinho (2000)

2.1.2.6 Bloco padrão

Os blocos padrões surgiram da necessidade de se obter um padrão de comprimento com exatidão dimensional e de forma geométrica, estabilidade do comprimento, alta resistência ao desgaste, resistência à corrosão e baixo custo (LIRA, 2009).

A Figura 12 apresenta um Jogo de blocos padrão, que em geral são fabricados em metal duro, cerâmica, aço liga de alta qualidade, com alívio de tensão e de alta estabilidade, cuidadosamente temperado e lapidado, com as arestas chanfradas. Possuem dureza padrão de 800 HV (64 HRC), o que o torna extremamente resistente ao desgaste (SILVA NETO, 2012).

Figura 12 – Jogo de blocos padrão, aço liga a), cerâmica b) e metal duro c).



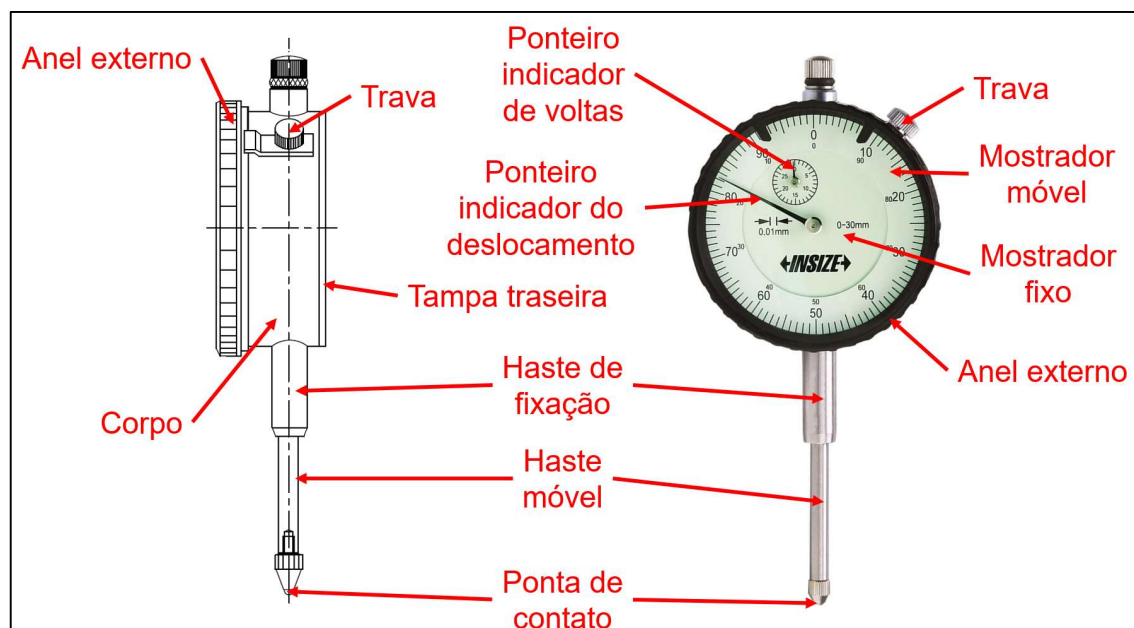
Fonte: Insize do Brasil Imp. Exp. Com. Ltda. (2013)

2.1.2.6 Relógio Comparador

Conforme Silva Neto (2012), o relógio comparador é um instrumento de medição por comparação dotado de uma escala e um ponteiro, ligados por mecanismos diversos a uma ponta de contato. O comparador centesimal é um instrumento comum de medição por comparação. As diferenças percebidas nele pela ponta de contato são amplificadas mecanicamente e vão movimentar o ponteiro rotativo diante da escala.

O relógio comparador, mostrado na Figura 13, é construído com mostradores analógicos ou digitais, os quais exigem basicamente os mesmos cuidados no manuseio ou uso. O relógio comparador é constituído basicamente de: mostrador móvel (para o indicador analógico) graduado; ponteiro indicador de voltas; ponteiro indicador do deslocamento; haste de fixação; haste móvel; ponta de contato (LIRA, 2009).

Figura 13 – Relógio comparador.

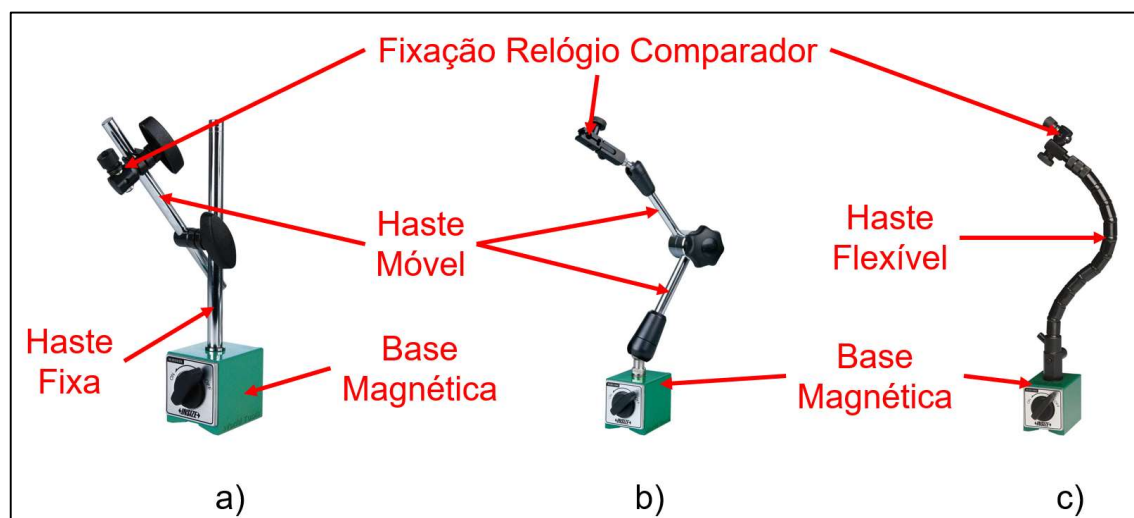


Fonte: Insize do Brasil Imp. Exp. Com. Ltda. (2013)

Segundo Silva Neto (2012), quando a ponta de contato sofre uma pressão e o ponteiro gira em sentido horário, a diferença será positiva, isso significa que a peça apresenta maior dimensão do que a estabelecida, já se o ponteiro girar em sentido anti-horário, a diferença será negativa, ou seja, a peça apresenta menor dimensão do que a estabelecida.

Os relógios geralmente são utilizados com auxílio de dispositivos de fixação onde são montados para se aplicar no processo de medição, em geral são dotados de uma base magnética com uma haste que permita o posicionamento do relógio comparador. A Figura 14 apresenta modelos comuns de suporte, na Figura 14 a) é representado o suporte magnético, o qual possui uma haste fixa, e uma móvel, já a Figura 14 b) apresenta um suporte universal, onde as hastes são personalizáveis conforme a necessidade, na Figura 14 c) tem-se um modelo com a haste flexível, todos os três modelos apresentados na Figura 14 são com base magnética.

Figura 14 – Dispositivos de fixação.



Fonte: Insize do Brasil Imp. Exp. Com. Ltda. (2013)

2.2 Desenvolvimento de Produto

Ultimamente a disputa pelo mercado está cada vez mais acirrada, devido a isso, as empresas se preocupam fortemente com o processo de desenvolvimento de seus produtos. Assim percebe-se que empresas de diversos setores, como por exemplo, a empresa Duas Rodas, que segundo Duas Rodas Institucional (2019) possui um *innovation Center* e sete centros de pesquisa e desenvolvimento e conquistou o prêmio *Food Ingredients Innovation Awards 2019* na categoria Ingrediente mais inovador.

Conforme Estela Benetti (2019) as empresas Embraco e WEG estão entre as vencedoras do Prêmio Nacional de Inovação, uma iniciativa da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) e pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), que premia as empresas que buscam a excelência na inovação em processos, produto, organizacional, *marketing*, entre outras categorias.

O designer bem-sucedido consegue pensar como consumidor, transformando os sonhos, desejos e necessidades do cliente em produto. Para um produto novo ter a aceitação desejada ele deve ter um acréscimo de valor para os clientes, assim o produto pode ter até cinco vezes mais chances de sucesso (BAXTER, 2000).

Segundo Baxter (2000) o sucesso de um novo produto depende do atendimento das necessidades dos clientes, porém apenas isto não é o suficiente. O projeto deve também estar bem especificado antes do seu desenvolvimento, e a empresa deve contar com a excelência de sua área técnica, marketing, bem como,

com os processos complementares. Com todos esses fatores bem definidos dentro da organização as chances de se obter uma boa aceitação do mercado são maiores.

Hoje em dia, está difundida a era do consumismo, muitos produtos são trocados pelos clientes, não por eles não funcionarem mais, mas porque foi lançado um novo produto que possui uma nova funcionalidade, ou um novo detalhe estético, isso chama a atenção dos consumidores e levam eles a trocar um produto por outro.

Na visão de Lorenz (1986), encurtar a vida de um produto é uma estratégia para eliminar os competidores mais lentos, essa prática introduzida pelos japoneses está sendo cada vez mais utilizada por empresas do mundo todo. Com isso todos devem se esforçar para produzir novos produtos cada vez mais rápido.

Empresas que mais crescem têm sido aquelas que inovam permanentemente, lançando novos produtos no mercado (CHENG; MELO FILHO, 2010). Pode-se observar que as empresas mais valiosas no mercado procuram como estratégia, propor produtos ou serviços que estão diariamente se renovando e se reinventando, conforme pode-se verificar na Tabela 1, que mostra quais as empresas de maior valor no mundo.

Tabela 1 - Ranking com as 10 mais valiosas empresas do mundo em 2018

Colocação	Empresa	Valor da marca
1 ^a	Apple	US\$ 833,25 bilhões
2 ^a	Amazon	US\$ 734,85 bilhões
3 ^a	Microsoft	US\$ 725,78 bilhões
4 ^a	Alphabet	US\$ 723,48 bilhões
5 ^a	Facebook	US\$ 505,93 bilhões
6 ^a	Berkshire Hathaway	US\$ 489,00 bilhões
7 ^a	Alibaba	US\$ 439,85 bilhões
8 ^a	JP Morgan Chase & Co	US\$ 377,85 bilhões
9 ^a	Johnson & Johnson	US\$ 343,43 bilhões
10 ^a	Exxon Mobil	US\$ 342,64 bilhões

Fonte: Adaptado de Exame (2018)

Segundo Época Negócios (2011), há várias razões para a Apple liderar este ranking, porém o maior destaque está no fato de ela vender produtos que até 2007 não existiam, ou seja, o sucesso da Apple é inovação. E não são quaisquer inovações, a Apple domina a maior parte dos mercados que entrou ou criou.

Para as empresas criarem ou evoluírem seus produtos ou serviços, elas precisam seguir uma metodologia que as auxiliem a compreender o que o cliente precisa, e identificar a melhor forma de transformar esses desejos em um produto de qualidade. Uma destas metodologias é o QFD, que vem sendo aplicada constantemente em projetos de desenvolvimento de produtos conforme pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Exemplos da literatura do uso do QFD no desenvolvimento de Produtos

Autor	Título do artigo
Oliveira et al. (2018)	Processo de desenvolvimento de produto no setor de embalagens: proposta de inovação incremental com enfoque na maior praticidade no uso do papel alumínio.
Ferraz, Costa e Magalhães (2018)	Aplicação do desdobramento da função qualidade (Matriz QFD) em uma microempresa do setor de beleza localizada em Belém – PA.
Bonetti, Cristian Ariel et al (2019)	Projeto de transportador e assentador de porcelanas.
Dalchasso et al. (2019)	Desenvolvimento de um removedor de rodas e cubo.
Moura et al. (2019)	Projeto conceitual de um Tênis Térmico baseado na aplicação da metodologia de desenvolvimento de produto.
Moura et al. (2019)	Desenvolvimento do conceito de uma plataforma de acesso a piscinas para pessoas com mobilidade reduzida.
Wickert, André R. et al (2019)	Dessalinizador de óleo de cozinha.

Fonte: próprio autor

2.3 QFD

A literatura remete o surgimento da ferramenta QFD para a década de 60. Um período pós-guerra no Japão em que as indústrias japonesas começaram a trilhar uma nova forma de desenvolver seus produtos, focando principalmente na qualidade e na satisfação do cliente.

Com sua expansão em meados da década de 70 a indústria naval japonesa se destacava, devido a construção de superpetroleiros. Como a construção destes navios era demorada, o que tornava cada navio único, desta maneira era possível agregar novas tecnologias ao projeto anterior. Devido à complexidade na construção destes navios, as empresas juntamente com o governo japonês, recorreram as

universidades para desenvolver um método que garantisse que todas as etapas do projeto estivessem devidamente ligadas, para assim sempre prezar pela qualidade e satisfação do cliente. Com isso nasceu o método QFD, que vem evoluído com o passar dos anos, mas nunca perdeu sua essência (AKAO, 1990).

Atualmente a utilização da função QFD está cada vez mais difundida no mercado, o problema é que a maioria das empresas utilizam a função somente na fase de desenvolvimento do produto, ou seja, o primeiro nível. Neste método é possível correlacionar as necessidades do cliente com as características do produto para chegar a um produto que atenda as solicitações do cliente e que seja possível de ser fabricado.

Para Cheng e Melo Filho (2010) a sobrevivência de uma empresa atualmente requer sucesso na gestão do sistema de desenvolvimento de produto. Executar um bom planejamento na hora de transformar uma necessidade em um produto garante a organização uma maior chance de sucesso no mercado.

Conforme Akao (1990) o QFD é uma forma sistemática de traduzir as demandas dos clientes para compreender exatamente o que eles querem, e transformar essas demandas em requisitos de projeto e pontos de qualidade para assim determinar qual é a melhor forma de atender as expectativas com os recursos disponíveis.

Cheng e Melo Filho (2010) escrevem sobre alguns benefícios que se pode obter com a utilização do QFD, dentre eles pode-se destacar:

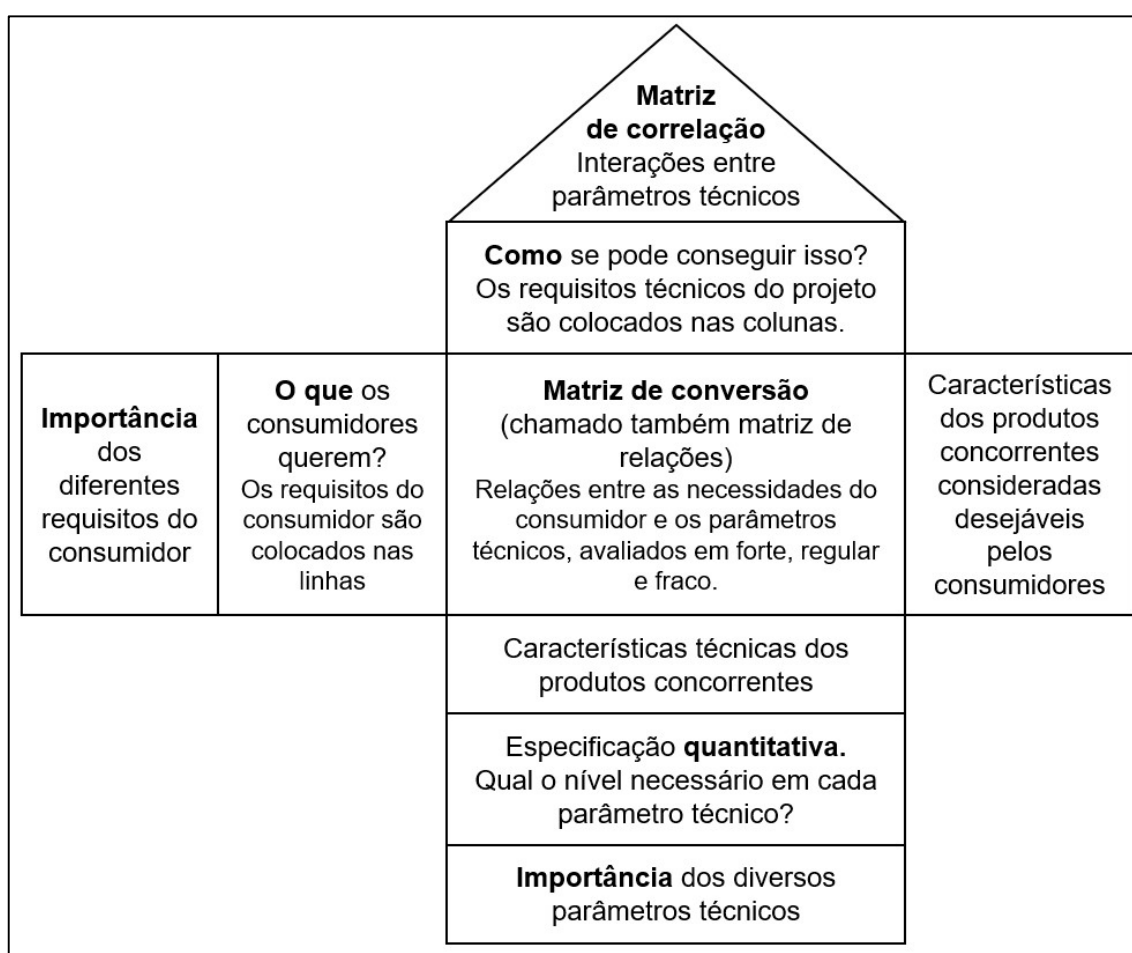
- Aumento da satisfação do cliente;
- Aumento do faturamento e lucratividade;
- Aumento da participação na fatia de mercado;
- Redução do tempo de desenvolvimento;
- Redução de número de mudanças de projeto;
- Redução das reclamações de clientes;
- Melhoria da qualidade do produto percebida pelo cliente;
- Redução de transtornos e mal-estar entre funcionários;
- Maior capacitação de recursos humanos da empresa;

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o termo “requisitos dos clientes” é conhecido na literatura por qualidade exigida, depois que esses requisitos são ponderados e valorados com base no grau de importância e *benchmarking*, eles se tornam a qualidade planejada. O termo “requisitos do produto” é conhecido na literatura por

característica da qualidade do produto, depois de ponderado com relação à qualidade planejada e depois de realizado o *benchmarking* técnico com os produtos dos concorrentes, ele se torna a qualidade planejada, que é chamada de requisitos com valores-meta.

Conforme Baxter (2000), o desdobramento da função qualidade, parte das necessidades do consumidor, para convertê-las em parâmetros técnicos. A Figura 15 apresenta um diagrama do desdobramento da função qualidade.

Figura 15 – Diagrama do desdobramento da função qualidade.



Fonte: adaptado de Baxter (2000)

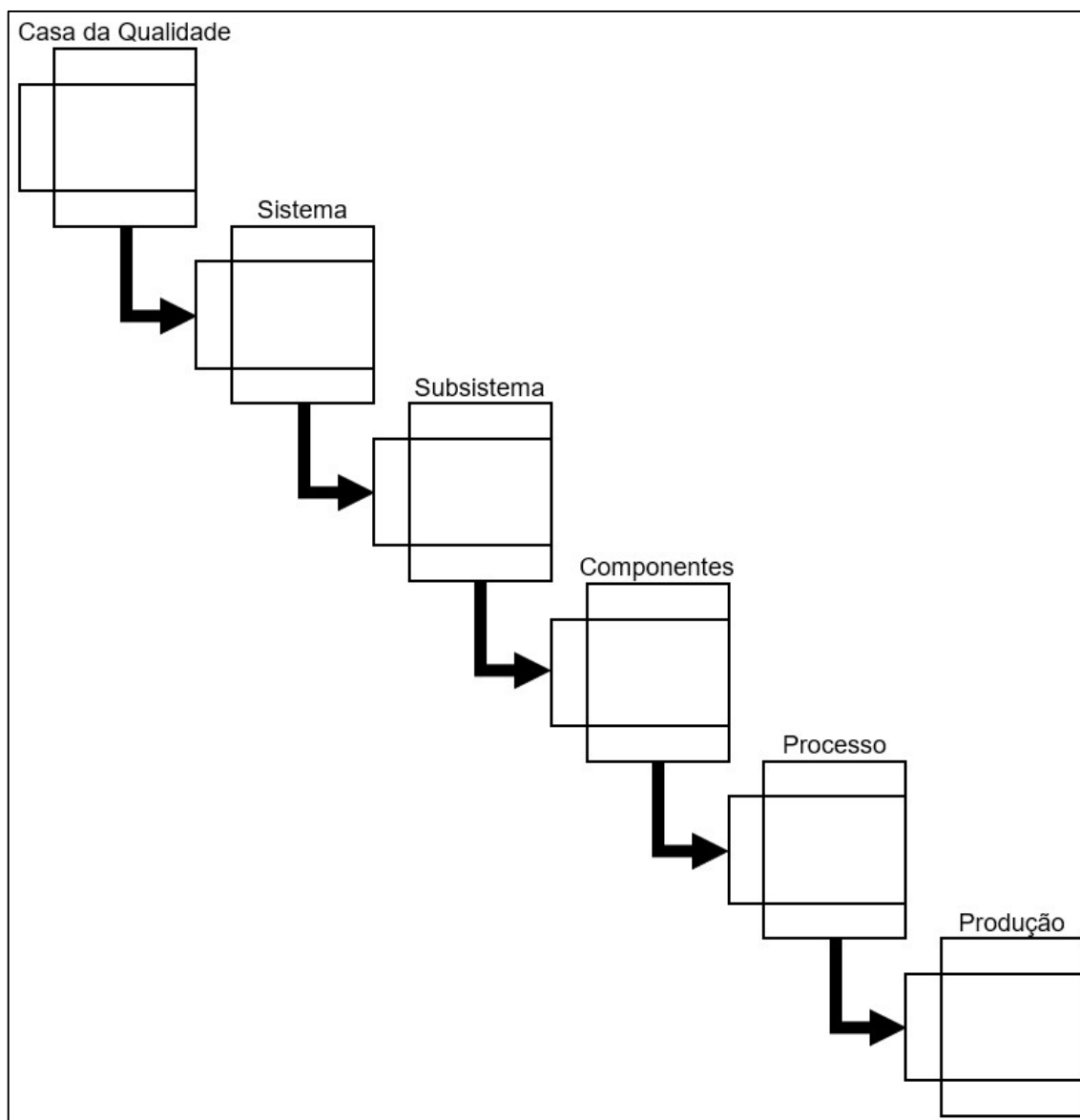
2.3.1 Desdobramento da Função Qualidade

Para Rozenfeld et al. (2006), o desdobramento da função qualidade refere-se basicamente às atividades necessárias para assegurar que a qualidade requisitada pelo consumidor seja realmente alcançada.

A primeira etapa do desdobramento é construir a matriz conhecida como casa

da qualidade, esta será a base para o desdobramento em várias outras matrizes, como se pode ver na Figura 16, a partir da primeira matriz, a qual tem por base os requisitos dos clientes, é possível identificar características dos componentes de que o produto necessita para satisfazer os requisitos dos cliente, assim como identificar uma forma de garantir a qualidade no final da cadeia.

Figura 16 – Desdobramento da casa da qualidade.

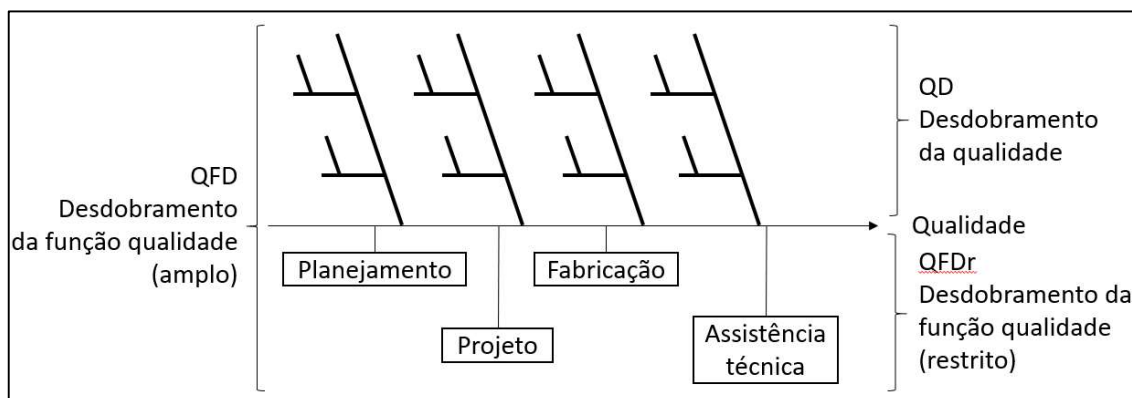


Fonte: adaptado de Rozenfeld et al. (2006)

De acordo com Cheng e Melo Filho (2010) o QFD pode ser dividido em duas grandes fases, Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento Da Função Qualidade No Sentido Restrito (QFDr). Na Figura 17 tem-se o QD, onde o foco é a

qualidade exigida do produto pelo cliente, enquanto o QFDr o foco é a execução bem-sucedida do trabalho humano.

Figura 17 – Relação entre QFD, QD e QFDr.



Fonte: adaptado de Akao (1990)

O QD utiliza os anseios do cliente, transformando-os em algo mensurável e qualitativo. O desdobramento acontece em pelo menos dois planos, vertical e horizontal. No plano vertical é concretizado o raciocínio de causa e efeito, de forma encadeada em vários níveis hierárquicos. No plano horizontal tem-se quatro dimensões, qualidade positiva, tecnologia, custo e confiabilidade, ou seja, a qualidade negativa (CHENG; MELO FILHO, 2010).

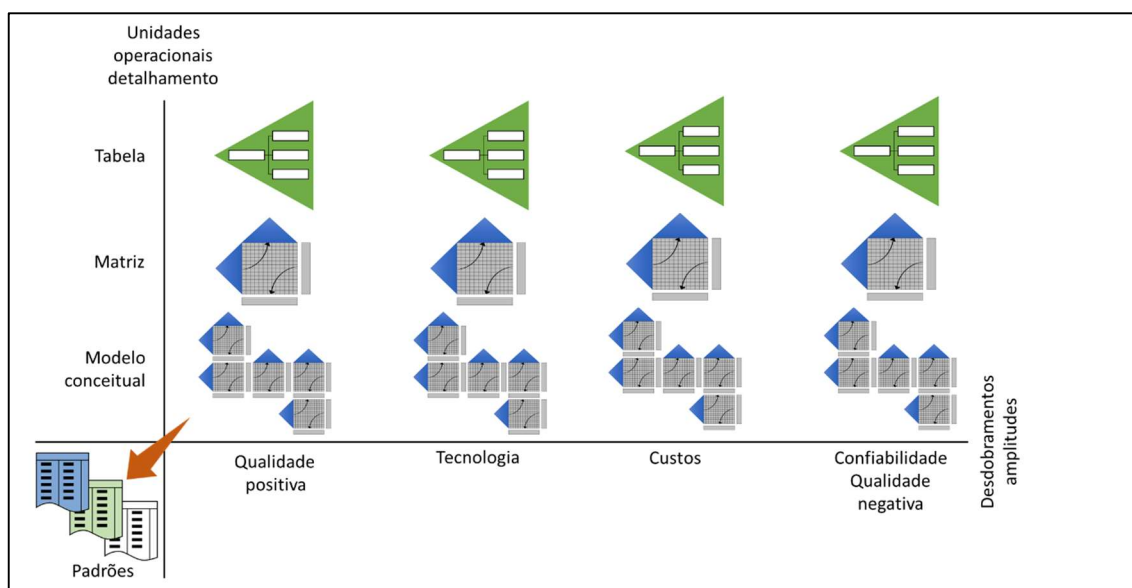
O QFDr utiliza as informações do produto, da empresa e dos fornecedores e desdobra o trabalho em trabalhos cada vez mais detalhados. E isso é aplicado em todas as áreas envolvidas, desde o desenvolvimento, vendas, produção, logística, entrega e assistência técnica. Sempre visando a qualidade e como essa qualidade pode ser medida e inspecionada.

Segundo Cheng e Melo Filho (2010), no QD, o foco é a qualidade ou a qualidade exigida do produto requerida pelo cliente, no QFDr, o foco é a execução bem-feita do trabalho humano. A lógica do QFDr é “se o trabalho humano for claramente estabelecido, se houver contribuição real das áreas funcionais envolvidas, e se o trabalho for bem executado de forma integrada, conseqüentemente o resultado almejado será obtido”.

Conforme Cheng e Melo Filho (2010) o desdobramento da qualidade (QD) acontece em pelo menos dois planos, vertical e horizontal. Na vertical é concretizado o raciocínio de causas e efeito. As unidades operacionais do QD são a tabela, matriz,

modelo conceitual e conjunto de padrões para produção. Na horizontal contempla quatro dimensões, qualidade, tecnologia, custo e confiabilidade. A Figura 18 mostra a representação dos dois planos de desdobramento da qualidade, o desdobramento da qualidade no plano vertical é realizado desde as etapas iniciais de desenvolvimento, enquanto o desdobramento horizontal acontece mais nas etapas do projeto do produto e do processo.

Figura 18 – Representação dos dois planos de desdobramento da qualidade.

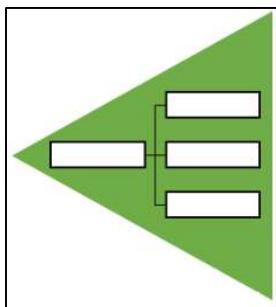


Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

2.3.1.1 Tabela

Conforme Cheng e Melo Filho (2010), a tabela, representada na Figura 19, é um detalhamento de algo, de forma agrupada e ordenada, em níveis, como um diagrama de árvore. O objetivo do desdobramento é permitir que o desconhecido se torne conhecido e o que é implícito seja explicitado, ou o que é informal seja formalizado

Figura 19 – Representação da tabela.



Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

A Tabela 3 exemplifica as informações de desdobramento da qualidade exigida, pode-se observar que quanto maior o nível da tabela, maior será o detalhamento do item, ou seja da esquerda para direita, o item se torna cada vez mais objetivo, quanto mais objetivo for, maior será o conhecimento sobre ele.

Tabela 3 - Exemplo de uma Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida

Nível 1	Nível 2
1. Molho à bolonhesa gostoso como o caseiro	1.1 Ter tempero suave
	1.2 Ser bem vermelha
2. Massa gostosa	2.1 Ter tempero suave
	2.2 Ser leve
	2.3 Ser molhadinha
3. Ser nutritiva	3.1 Ter componentes nutritivos
	3.2 Alimentar bem
4. Ser fácil de servir	4.1 Ser consistente
	4.2 Ser íntegra após o corte
	4.3 Não desmanchar na hora de servir

Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

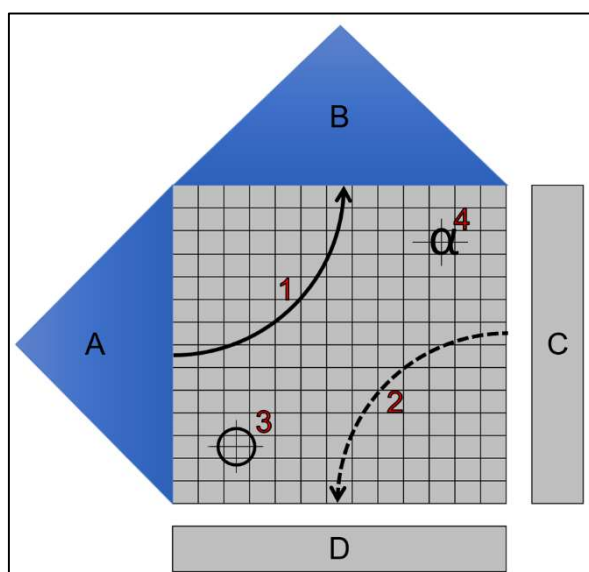
A confecção da tabela é feita em equipe, e os dados que a compõem podem ser obtidos de várias formas, em uma tabela de qualidade exigida os dados são as vozes dos clientes, para uma tabela de características da qualidade do produto, os dados normalmente são obtidos a partir das especificações do produto, no caso de uma tabela de desdobramento dos processos, os dados são coletados da engenharia de processo ou de produção (CHENG; MELO FILHO, 2010).

2.3.1.2 Matriz

Segundo Baxter (2000), a matriz de conversão ou de relações é o núcleo do desdobramento da função qualidade, essa faz a conversão das necessidades do cliente em requisitos técnicos do produto, aplicando-se um processo sistemático. Conforme mostrada a Figura 20, a matriz é normalmente representada por dois triângulos (A e B) e um quadrado com duas abas (C e D).

A matriz é confeccionada para dar visibilidade as relações entre duas tabelas, com isso pode-se obter relações qualitativas, quantitativas, bem como de intensidade. Na Figura 20, seta 1, tem-se a representação de relação qualitativa, denominada processo de extração, enquanto a Figura 20, seta 2, mostra uma relação quantitativa, denominada conversão. A Figura 20, símbolos 3 e 4, representam a intensidade, denominada de correlação e proporcionalidade respectivamente (CHENG; MELO FILHO, 2010).

Figura 20 – Representação de uma matriz com seus elementos constituintes.



Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

O processo de extração acontece quando se obtém uma tabela a partir de outra, ou seja, quando são obtidas informações de uma tabela a partir de outra tabela. Na conversão o que se deseja é transmitir o grau de importância da informação de uma tabela para outra, é comum transmitir as importâncias atribuídas as informações da Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida para as informações da Tabela de

Desdobramento das Características da Qualidade do Produto, mas isso só pode ser feito após o processo de correlação entre as informações já ter sido efetuado.

A correlação visa identificar as relações entre as informações desdobradas de duas tabelas diferentes. O nível de desdobramento (ver Tabela 3), das tabelas que são correlacionadas geralmente é definido pela equipe de desenvolvimento do projeto. A intensidade destas correlações deve receber valores numéricos, podem ser representados por símbolos e/ou cores, a Tabela 4 apresenta algumas sugestões de valores, símbolos e cores a serem utilizados, aconselha-se o uso de números coloridos para o preenchimento da matriz, pois assim permite uma melhor visualização da matriz além de conter os valores o que auxilia na compreensão das informações como pode ser visto na Figura 21.

Tabela 4 - Sugestão de representação de correlação

Correlação	Representação sugerida		
	Cor	Símbolo	Valores possíveis sugeridos
Forte	Vermelho	●	9 5 4
Média	Verde	◐	3 3 2
Fraca	Azul	◑	1 1 1
Inexistente		Vazio	- - -

Fonte: Adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

A proporcionalidade visa identificar as relações entre as informações desdobradas da mesma tabela, dando um melhor entendimento sobre as proporções entre as características da qualidade de um produto. Essas informações podem auxiliar na tomada de decisões relativas à definição de metas de desempenho.

O grau de proporcionalidade é utilizado para analisar como as informações interagem umas com as outras, classificando-as em sentido e intensidade com que uma informação pode interagir com a outra. A Tabela 5 apresenta algumas sugestões de representação para o grau de proporcionalidade, onde pode-se observar a descrição de cada grau bem como os símbolos e valores a serem empregados.

Tabela 5 - Sugestão de representação de proporcionalidade

Proporcionalidade	Descrição	Símbolo	Valor	Cor da célula
Fortemente proporcional Fortemente positiva	Se um item altera o outro alterará na mesma proporção.	++	9	Branca
Proporcional Positiva	Se um item altera, o outro poderá alterar simultaneamente na mesma direção.	+	3	Branca
Fortemente inversamente proporcional Fortemente negativa	Se um item altera o outro alterará na proporção inversa.	--	9	Verde claro
Inversamente proporcional Negativa	Se um item altera, o outro poderá alterar simultaneamente na direção oposta.	-	3	Verde claro

Fonte: Adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

Para auxiliar na visibilidade do comportamento qualidades exigidas de itens de outras tabelas, tais como características da qualidade das matérias-primas e insumos é possível utilizar uma simbologia para representar este comportamento, essas simbologias são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6 – Simbologia utilizada para representar comportamento das características da qualidade

Símbolo	Descrição
↑	Quanto maior melhor
↓	Quanto menor melhor
↗	Quanto maior melhor, mas possui um valor limite superior
↘	Quanto menor melhor, mas possui um valor limite inferior
↕	Valor especificado em um limite superior e inferior

Fonte: Adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

A Figura 21 mostra um exemplo de uma matriz da qualidade, esta é constituída pela Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida e pela Tabela de Desdobramento das Características da Qualidade do Produto Final.

Figura 21 – Exemplo de uma matriz da qualidade.

Características da qualidade		Aparência			Sabor		Propriedades químicas					Propriedades físicas							Qualidade planejada																			
		Nível 1	Nível 2	Nível 3	Sensorial	Sabor da massa	Sabor do molho	Umidade %	Teor de proteína g	Kcal	Teor de vitaminas mg	mg	g	Composição nutricional	Massa líquida g	Massa bruta g	Largura cm	Comprimento cm	Espessura cm	Sinerese %	Maciez da massa	Suculência da massa	Textura	Grau de importância	Nossa empresa	Empresa X	Empresa Y	Plano de qualidade	Índice de melhoria	Argumento de venda	Peso absoluto	Peso relativo						
Qualidade exigidas	Nível 1																																					
	Nível 2																																					
	Nível 3																																					
	1. Molho à bolonhesa gostoso como o caseiro																																					
	1.1 Ter tempero suave																																					
	1.2 Ser bem vermelha																																					
	2. Massa gostosa																																					
	2.1 Ter tempero suave																																					
	2.2 Ser leve																																					
	2.3 Ser molhadinha																																					
	3. Ser nutritiva																																					
	3.1 Ter componentes nutritivos																																					
	3.2 Alimentar bem																																					
	4. Ser fácil de servir																																					
	4.1 Ser consistente																																					
	4.2 Ser íntegra após o corte																																					
4.3 Não desmanchar na hora de servir																																						
Pesos		2,1	2,1	0,5	3,9	2,4	0,3	1,4	1,4	4,1	3,8	4,1	1,2	1,2	1,2	1,6	3,4	3,9	38,7								Total = 59,1 100%											
Valores e comparações		5,4%	5,4%	1,2%	10,1%	6,3%	0,9%	3,7%	3,7%	10,5%	9,9%	10,7%	3,0%	3,0%	3,0%	4,1%	8,8%	10,2%	100%								Correlações											
Metas de desempenho																																						

Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

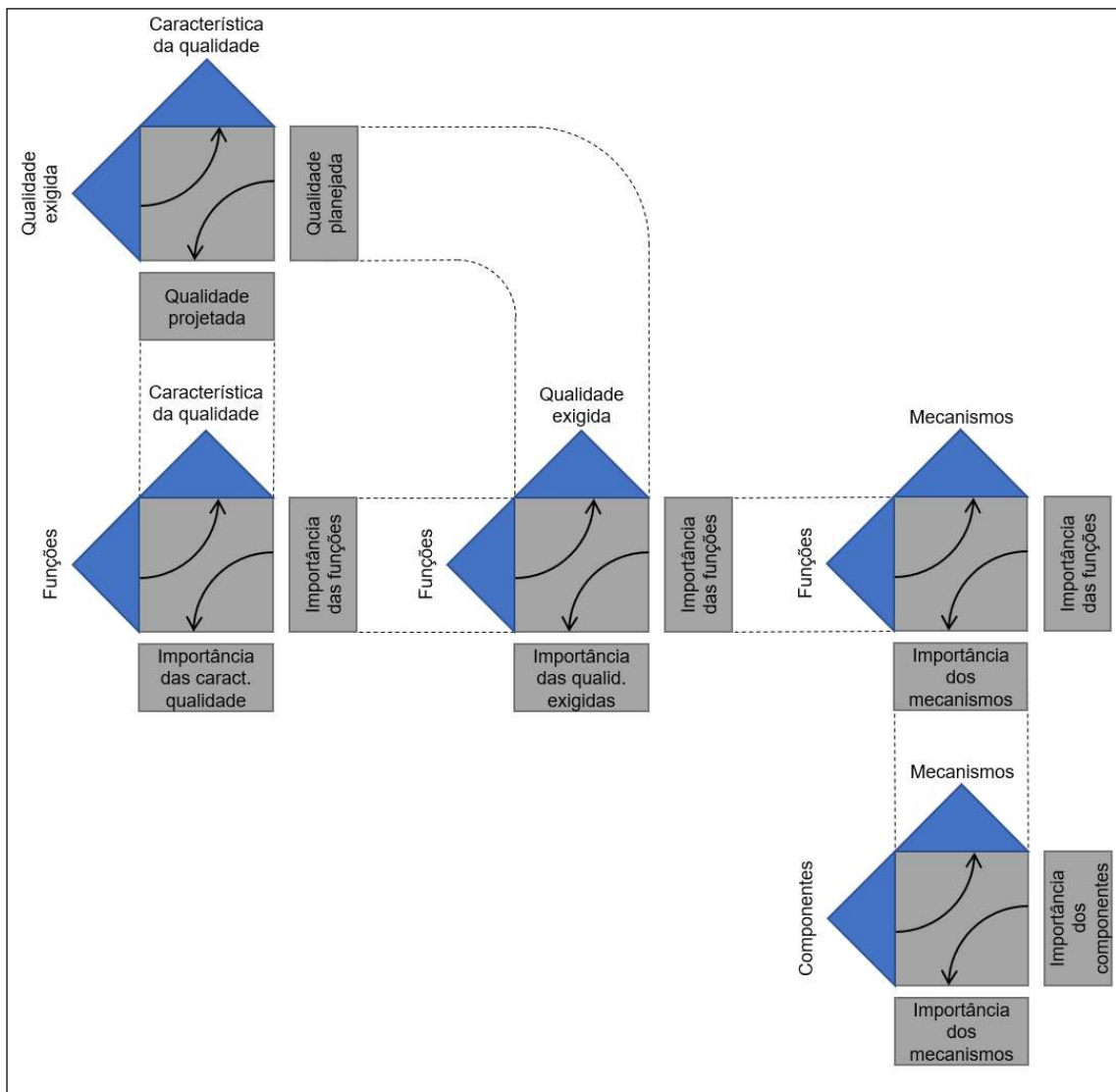
2.3.1.3 Modelo conceitual

Para Cheng e Melo Filho (2010), o modelo conceitual é o conjunto formado pelas tabelas e matrizes de um determinado projeto de desenvolvimento, representando o caminho do QD por onde o desenvolvimento deve percorrer para alcançar os objetivos do desenvolvimento: desdobramento da qualidade positiva (desdobramento da qualidade), da tecnologia, do custo e da confiabilidade (qualidade negativa). O tipo de modelo conceitual a ser construído é inteiramente dependente dos objetivos de projeto, do tipo de empresa, da natureza do produto e da proximidade aos clientes.

É importante a explicitação do modelo conceitual no início do desenvolvimento, pois é ele quem norteia o QD, um auxílio na confecção do modelo conceitual é o entendimento da lógica do sistema Entrada-Processo-Saída. Pode-se aplicar as seguintes perguntas para auxiliar na compreensão do sistema, o que se deseja ou necessita como saída; o que temos de entrada. O caminho a ser seguido no modelo conceitual, por intermédio das matrizes e tabelas, é a ação efetuada sobre a qualidade de entrada para obter a qualidade de saída (CHENG; MELO FILHO, 2010).

Na Figura 22 é apresentado um modelo conceitual para desenvolvimento do produto de uma empresa do setor de montagem metalomecânica, direcionado para a dimensão qualidade positiva.

Figura 22 – Exemplo de um modelo conceitual.



Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

2.3.1.4 Padrões

Ao final de toda a análise feita no modelo conceitual, é preciso organizar as informações para que elas possam ser transmitidas para as áreas que vão produzir o produto ou serviço. O conjunto de padrões é o meio de organizar e transmitir essas informações, portanto é imprescindível, para que o processo de desenvolvimento de um produto, utilizando o QFD, tenha sucesso, que a empresa possua um processo de padronização bem-organizado, pois não será necessária a execução do QFD caso as áreas funcionais da empresa não forem capazes de produzir de acordo com o especificado (CHENG; MELO FILHO, 2010).

O documento final do trabalho do QFD é conhecido como Padrão Técnico de Processo (PTP), este documento é uma convergência do Desdobramento da Qualidade e do Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito. Na Figura 23 é possível identificar nas três primeiras colunas Processo, Qualidade Assegurada e Nível de controle, essas colunas são preenchidas a partir das informações das tabelas, matrizes e modelo conceitual do Desdobramento da Qualidade, as duas colunas restantes são preenchidas a partir do desdobramento do trabalho (QFDr).

Figura 23 – Exemplo de parte um padrão técnico de processo (PTP).

Processo		Qualidade assegurada		Nível de controle		Método de controle			Ação corretiva		
Fluxo	Nome do processo	Características da qualidade	Valor assegurado	Parâmetros de controle	Valor padrão	Pessoa responsável	Medição (hora/frequência)	Instrumento de medida	Registro	O que fazer	Quem procurar
●	Metalurgia na panela	Homogeneidade	Variações de composição e temperatura ao longo da corrida inferiores a 3%	Tempo de sopro de argônio	Entre 2,5 e 3 min.	Operador de sopro	Todas as corridas	Timer	Mapa de corrida	Padrão de correção BS-7318	Líder
				Pressão de sopro	Entre 2 e 2,5 atm.			Medidor de pressão AS-432			
				Vasão	Entre 1 e 1,5 Nm ³ /t			Medidor de vazão AS-538			
		Acerto do carbono na panela	Padrão de injeção BS-5201	Operador de plataforma	Raios X						
●	Lingotamento	Qualidade superficial	100% (ausência de bolhas, trincas e falhas)	Temperatura	Entre 1570 e 1600	Operador de torre		Termopar AX-32		Padrão de correção BS-6881	Chefe de turno
				Velocidade	Entre 2 e 3 m/min	Operador de painel		Medidor de velocidade	Registro contínuo AM-031	PO-538	

Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

Conforme Cheng e Melo Filho (2010) o PTP, é um documento que deve ser confeccionado pelas áreas de engenharia de produto e processo, com a participação ativa da produção, após a confecção do PTP, os procedimentos operacionais e os manuais de treinamento de fabricação podem ser confeccionados.

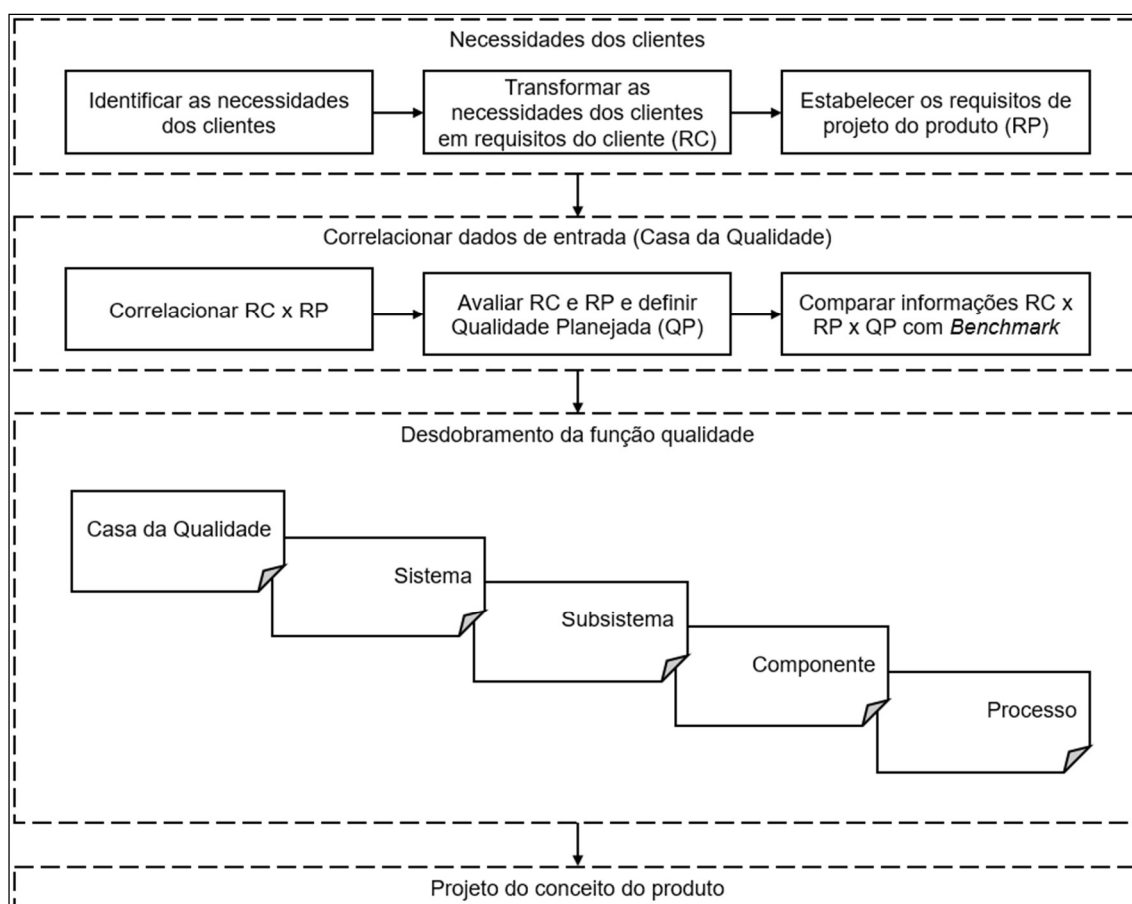
3 PESQUISA AÇÃO

A técnica de pesquisa utilizada foi a pesquisa bibliográfica. Para Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa bibliográfica envolve o levantamento, localização, obtenção e cadastramento das fontes bibliográficas.

Neste trabalho, as fontes foram localizadas por meio de consulta à base de periódicos da Capes, consulta a bibliotecas digitais e sites e às bibliotecas físicas. A busca identificou artigos importantes para o objeto de estudo assim como autores de referência nas áreas de QFD e desenvolvimento.

Na Figura 24 é mostrado o fluxo do processo utilizado neste trabalho, foi dividido em 4 partes, necessidades dos clientes, correlacionamento dos dados de entrada, desdobramento da função qualidade e projeto do conceito do produto.

Figura 24 – Fluxo do processo.



Fonte: próprio autor

Conforme Pahl et al. (2013), uma das importantes variáveis na busca de novas ideias de um produto é o foco no cliente, utilizar um método para identificar as

vontades do cliente e converter em requisitos do produto foi utilizado o QFD.

Para converter os requisitos dos clientes (RC) em requisitos do produto (RP) pode-se utilizar o grau de importância dos requisitos dos clientes e a intensidade de contribuição com os requisitos do produto para classificar e hierarquizar os requisitos (ROZENFELD et al., 2006).

Segundo Baxter (2000), o projeto conceitual tem por objetivo produzir princípios de projeto para o novo produto e é a fase com maior potencial de otimização de retorno do investimento, representando baixo custo e alto benefício. Já Rozenfeld et al. (2006), acredita que seja essa a fase em que ocorre a concepção do produto por meio de busca, criação, representação e seleção de soluções.

Para este trabalho foi utilizado duas técnicas qualitativas, entrevistas individuais e a observação direta do comportamento do cliente. Foram visitadas empresas de usinagem da região de Jaraguá do Sul, entrevistando operadores de máquinas, os quais utilizam no seu dia a dia equipamentos de medição, conforme os depoimentos, boa parte das máquinas já possuem algum sistema para usinagem em ângulo, mas para fazer o aferimento das dimensões é utilizado a mesa de seno, porém em sua maioria são robustas, o que dificulta o transporte, sendo assim o operador precisa se deslocar até o equipamento. Nas entrevistas individuais, os clientes descrevem os “quais”, “como”, “quando” e “onde” dos produtos atuais, buscando as verdadeiras necessidades em relação ao produto, juntamente com a entrevista pode-se associar a observação direta, visitando o chão de fábrica para ver em loco as necessidades e desejos dos clientes, as quais foram elencadas como sendo uma superfície de contato resistente, uma padronização dos componentes, para evitar uma grande quantidade de ferramentas para manusear o equipamento, ser compacta para facilitar o transporte, fácil de acoplar outros equipamentos, mais formas de prender a peça, um material de boa qualidade, versatilidade, um bom custo benefício.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Necessidades dos Clientes

Para Rozenfeld et al. (2006), necessidades dos clientes são dados originais dos desejos dos clientes, que podem ser redundantes e expressar as características dos produtos.

Conforme Cheng e Melo Filho (2010), o estado em que se percebe alguma privação pode ser considerado uma necessidade, já as necessidades humanas moldadas pela cultura e as características físicas individuais são denominadas desejos, os quais quando viáveis de serem adquiridos podem ser chamados de demanda.

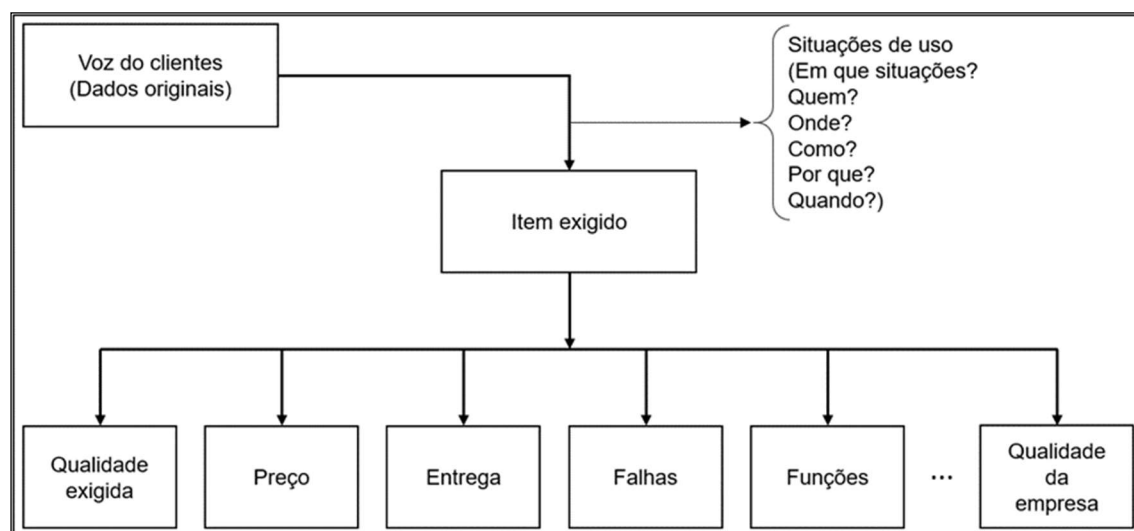
Segundo Rozenfeld et al. (2006), pode-se obter essas necessidades por qualquer método de interagir com os diferentes clientes na forma de variáveis linguísticas, seja por meio de listas de verificação, observação direta, entrevistas ou grupos de foco.

Para Cheng e Melo Filho (2010), a seleção da técnica que deve ser utilizada para identificar as necessidades dos clientes depende das informações desejadas e do orçamento disponível para essa etapa, em geral nesta etapa busca-se um esclarecimento verbal do cliente para identificar suas necessidades e desejos, as técnicas qualitativas são as mais indicadas nesta fase.

As necessidades dos clientes que foram identificadas nas pesquisas são: área de contato, bloco padrão, bom custo-benefício, compacta, fácil manuseio, intuitiva, leitor digital, material, modular, pegadores, régua graduada, resistente, utilizar somente uma chave, versátil.

Conforme Cheng e Melo Filho (2010), informações obtidas dos clientes por meio de pesquisas produzem uma grande quantidade de informações, denominadas de dados originais ou informações primitivas. Geralmente os clientes expressam suas necessidades por meio de descrições de seus desejos baseados em produtos já existentes, aspectos positivos e contramedidas para melhorar o produto. Esses dados precisam ser trabalhados para serem transformados em informações úteis para o desenvolvimento de um produto. É conveniente classificar essas informações conforme é mostrado na Figura 25.

Figura 25 – Conversão da voz do cliente em requisitos do cliente: classificação dos itens exigidos.



Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

4.2 Requisitos dos clientes

Segundo Rozenfeld et al. (2006), o termo requisito do cliente também conhecido na literatura como qualidade exigida, são as necessidades dos clientes organizadas, categorizadas e estruturadas.

Existem formas de organizar e detalhar os dados originais para transformá-los em qualidade exigida, e em informações que sejam possíveis quantificar e classificar, facilitando o desenvolvimento do projeto conforme as necessidades dos clientes (CHENG; MELO FILHO, 2010). Na Tabela 7 é utilizado o desdobramento de cena para conversão dos dados originais, que são as informações passadas pelo cliente, em itens mais detalhados, na coluna desdobramento de cena é respondido uma das indagações (quem, onde, quando, como por que, e se), para auxiliar a definição da qualidade exigida, ou seja, o que é necessário fazer para atender a indagação feita na coluna anterior.

Tabela 7 – Conversão da voz do cliente em qualidade exigida usando o desdobramento de cena

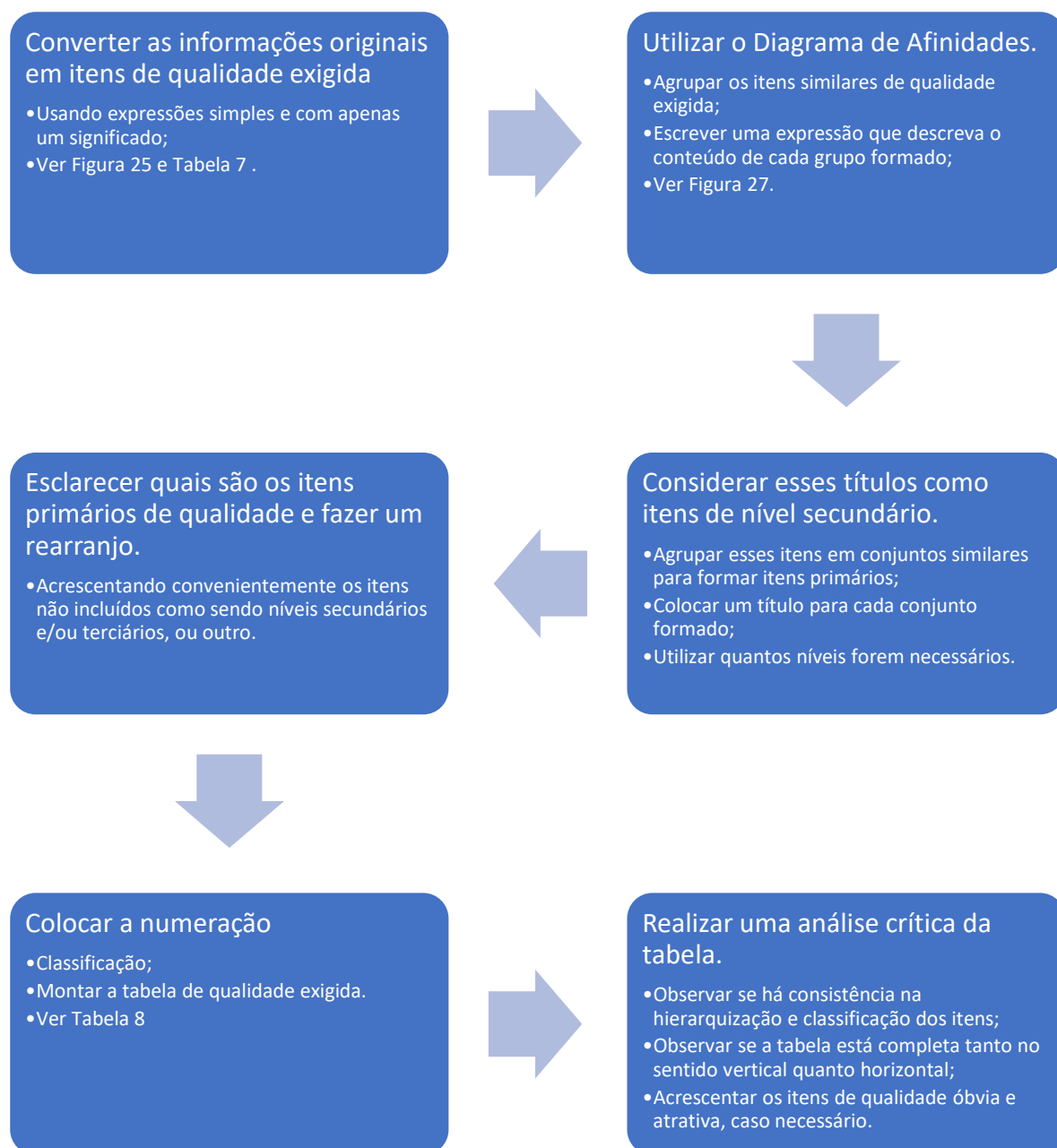
Dados originais	Desdobramento de cena (quem, onde, quando, como, por que, e se)	Verdadeiras necessidades Qualidades exigidas
Área de contato	Garantir o contato da peça com o equipamento	Usinagem precisa
	Limpa, sem aranhões	Resistência ao desgaste Fácil de limpar
Bloco padrão	Garantia de uma medição precisa	Efetividade na medição
		Simplicidade na medição
Bom custo-benefício	Baixo custo de aquisição	Valor de fabricação
	Garantia nas medições	Equipamento de qualidade
Compacta	Fácil transporte	Fácil de entender o modo de transporte
		Transportável com pouco esforço
Fácil manuseio	Não muito grande nem pesada	Dimensional compacto
	Facilitar o trabalho do operador	Fácil compreensão na utilização
Intuitiva	Sem complexidade na execução das ações	Fácil compreensão na utilização
	Facilitar o trabalho do operador	Fácil compreensão na utilização
Leitor digital	Simples, com um manual bem explicativo	Manual intuitivo
	Com sensor para medir distância	Possibilidade de agregar acessório de medição
Material bom	Facilitar o trabalho do operador	Simplicidade na medição
		Material de qualidade
Modular	Material resistente e leve	Resistência ao desgaste
	Área de contato com encaixe, furos, canais de andorinha	Apta a receber acessórios Mais de uma forma de fixar a peça
Pegadores	Outras geometrias	Ampla gama de utilização
	Segurança e ergonomia no transporte	Transportável com pouco esforço
Régua graduada	Medir sem a necessidade de bloco padrão	Simplicidade na medição
Resistente	Área com tratamento superficial	Resistência ao desgaste
	Garantir mínimo desgaste possível	Resistência ao desgaste
Utilizar somente uma chave	Facilitar manutenção e manuseio	Facilitar montagem e desmontagem
	Todos os parafusos de mesmo tamanho	Padronização de componentes
Versátil	Ampla gama de possibilidades do equipamento	Ampla gama de utilização
	Facilidade em incorporar dispositivos de medição	Apta a receber acessórios

Fonte: próprio autor

O agrupamento e classificação das necessidades dos clientes visa eliminar itens similares e pouco relevantes ao projeto, recomenda-se ainda manter somente um grupo mínimo de necessidades (ROZENFELD et al., 2006).

Na Figura 26 é mostrado o procedimento para elaboração da Tabela de Qualidade Exigida, que é uma representação organizada e detalhada das verdadeiras exigências dos clientes, o procedimento é utilizado para resumir de forma sistemática, desdobradas do nível abstrato para o concreto, de forma detalhada.

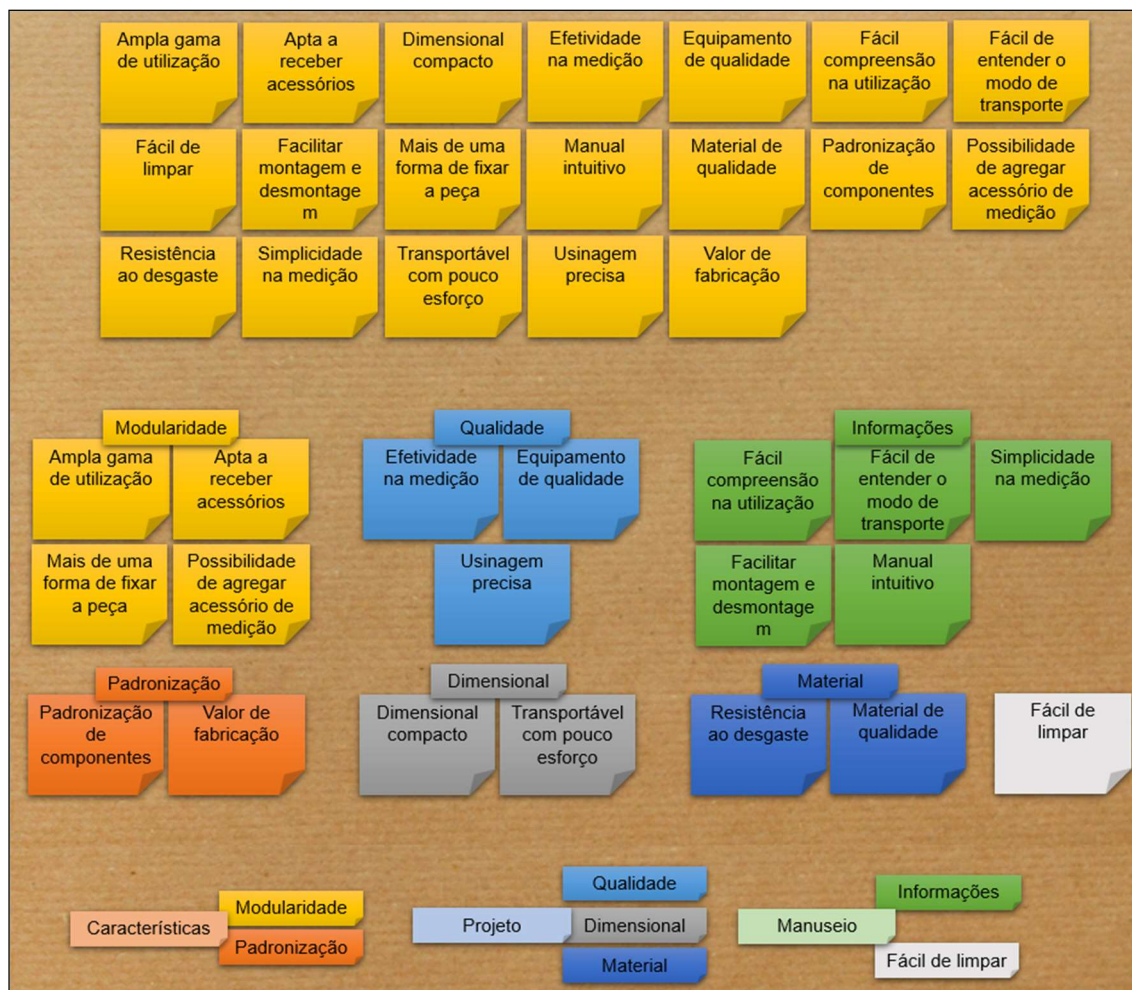
Figura 26 – Procedimento para elaboração da Tabela de Qualidade Exigida.



Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

Na Figura 27 é ilustrado o passo a passo do diagrama de afinidades para definir as qualidades exigidas do projeto, conforme explicado na Figura 26.

Figura 27 – Diagrama de afinidades para agrupamento de itens de qualidade exigida.



Fonte: próprio autor

Os dados encontrados e separados na Figura 27 são organizados em forma de triângulo na Tabela 8, separando em níveis, partindo do mais macro para o mais micro tendo assim uma estrutura de forma de hierarquia, conforme foi mostrado na Tabela 3 - Exemplo de uma Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida, tendo assim uma visão clara das qualidades exigidas, ampla a esquerda da tabela e conforme se avança para a direita da tabela a visão se torna mais detalhada ou focada em uma característica.

Tabela 8 – Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Características	Modularidade	Ampla gama de utilização
		Apta a receber acessórios
		Mais de uma forma de fixar a peça
		Possibilidade de agregar acessório de medição
Projeto	Padronização	Padronização de componentes
		Valor de fabricação
Projeto	Qualidade	Efetividade na medição
		Equipamento de qualidade
	Dimensional	Usinagem precisa
		Dimensional compacto
Manuseio	Informações	Transportável com pouco esforço
		Resistência ao desgaste
		Material de qualidade
		Fácil compreensão na utilização
Manuseio	Informações	Fácil de entender o modo de transporte
		Simplicidade na medição
		Facilitar montagem e desmontagem
		Manual intuitivo
		Fácil de limpar

Fonte: próprio autor

Para Rozenfeld et al. (2006), a obtenção da voz do cliente, e levá-la à linguagem dos projetistas, é um passo importante, entretanto isso ainda estar em forma de necessidades sem estar associada às características mensuráveis do produto o que não permite uma comunicação precisa e necessária no desenvolvimento do produto. Desta forma, torna-se fundamental a transformação destas informações em linguagem técnica de engenharia, ou seja, descrever em características técnicas, possíveis de serem mensuradas por algum tipo de sensor. Esses parâmetros mensuráveis são denominados requisitos do produto.

4.3 Requisitos do produto

Conforme Rozenfeld et al. (2006), o termo requisitos do produto também conhecido na literatura por característica da qualidade, representam o desempenho esperado do produto, formando as especificações-meta do produto.

Os parâmetros quantitativos e mensuráveis que o produto em desenvolvimento deverá atender, são as especificações-meta do produto, segundo Rozenfeld et al. (2006), essas especificações deverão possuir unidades de medição assim como valores que estabelecem o desempenho requerido. Esses podem ser valores específicos com ou sem tolerâncias, faixas de valores, esses valores serão utilizados para nortear o desenvolvimento e produção do produto, ajudando na tomada de decisões, fornecendo base para a montagem dos critérios de avaliação de qualidade.

Desta forma, para criar a tabela de características da qualidade deve-se utilizar o último nível da Tabela 8 – Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida, utilizando cada uma das qualidades exigidas para obter um elemento da qualidade, que é uma característica que pode ser transformada em algo mensurável, conforme mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 – Tabela de extração dos elementos de qualidade

Qualidade exigida (último nível)	Elementos da qualidade
Ampla gama de utilização	Simplicidade
Apta a receber acessórios	Simplicidade
Mais de uma forma de fixar a peça	Simplicidade
Possibilidade de agregar acessório de medição	Simplicidade
Padronização de componentes	Simplicidade
Valor de fabricação	Custo
Efetividade na medição	Acabamento
Equipamento de qualidade	Precisão
Usinagem precisa	Precisão
Dimensional compacto	Dimensões
Transportável com pouco esforço	Dimensões
Resistência ao desgaste	Resistência
Material de qualidade	Material
Fácil compreensão na utilização	Simplicidade
Fácil de entender o modo de transporte	Simplicidade
Simplicidade na medição	Simplicidade
Facilitar montagem e desmontagem	Dimensões
Manual intuitivo	Simplicidade
Utilização intuitiva	Simplicidade
Fácil de limpar	Acabamento

Fonte: próprio autor

De acordo com Cheng e Melo Filho (2010), características da qualidade de um produto são os requisitos que o caracterizam tecnicamente, e possíveis de serem medidos no produto para garantir a qualidade exigida. São características físico-químicas quantitativas que o descrevem tecnicamente, altura, peso, densidade, porcentagem de um elemento químico, granulometria, acidez, reatividade, cor, brix, luminosidade, entre outras, ou qualitativas que não são mensuráveis.

Depois utilizando os elementos da qualidade para obter as características de qualidade mensurável, podendo utilizar mais de um nível para uma melhor classificação das características conforme mostrado na Tabela 10.

Tabela 10 – Tabela de extração das características da qualidade

Elementos da qualidade		Características de qualidade	
Acabamento		Rugosidade	
		Tratamento superficial	
Custo	Produção	Diretos	
		Indiretos	
		Despesas fixas	
Dimensões	Tamanho	Altura	
		Comprimento	
		Largura	
		Peso	
Precisão		Material	
		Usinagem	
Resistência	Resistência mecânica	Resistência à flexão	
		Resistência a impacto	
		Resistência à torção	
Simplicidade		<i>Design</i>	
		Versatilidade	

Fonte: próprio autor

Nestas fases pode ser utilizado o conhecimento dos envolvidos no desenvolvimento do produto por meio de um *brainstorming* (tempestade de ideias).

É desejável atender todos os quesitos dos clientes, entretanto isso vai interferir diretamente no custo e na produção do produto, nesta hora é necessária uma priorização dos quesitos do cliente de acordo com a importância a elas atribuídas (CHENG; MELO FILHO, 2010).

4.4 Correlacionar Requisitos do Cliente x Requisitos do Produto

Para Rozenfeld et al. (2006), deve-se avaliar a correlação entre os requisitos do produto e do cliente, pois podem existir correlações negativas e positivas, ou seja, alguns requisitos dos produtos precisam ser melhorados, ou acréscimo no custo para atender um requisito do cliente, isso pode acabar agindo negativamente com outro requisito do cliente. Por exemplo para atender ao requisito de precisão em um equipamento, se torna necessário uma tolerância precisa na usinagem de um equipamento, o que o torna mais caro, o que vai de encontro com outro requisito do cliente que é baixo custo.

Conforme Cheng e Melo Filho (2010), o processo de correlação possui dois objetivos, identificar as relações de causa-efeito entre os itens e possibilitar a priorização dos itens em função dos pesos, estabelecendo assim uma relação de efeito-e-causa sobre a importância dos itens priorizados.

É importante definir o objetivo das correlações, na Figura 28 é apresentado a matriz da qualidade, na qual foi verificado até que ponto as características da qualidade afetam as qualidades exigidas. Pode-se exemplificar deste modo os critérios analisados conforme abaixo:

- a. Forte correlação (9 – Vermelho): avalia diretamente. Na Figura 28, a característica da qualidade “comprimento”, com certeza, avalia o atendimento à qualidade exigida “dimensional compacto” para o produto.
- b. Média correlação (3 – Verde): provavelmente avalia. Na Figura 28, a característica da qualidade “peso” provavelmente avalia o atendimento à qualidade exigida “dimensional compacto” para o produto.
- c. Fraca correlação (1 – Azul Claro): há uma suspeita de que avalia. Na Figura 28, há uma suspeita, que deve ser comprovada *a posteriori*, de que a característica da qualidade “comprimento” possa avaliar o atendimento à qualidade exigida “fácil de limpar” para o produto.

Figura 28 – Matriz da Qualidade.

Correlações ● 9 Forte ○ 3 Média ○ 1 Fraca ○ 0 Inexistente			Características da qualidade			Acabamento		Custo			Dimensões			Precisão		Resistência			Simplicidade				
			Qualidade exigidas	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Rugosidade	Tratamento superficial	Produção			Tamanho			Material	Usinagem	Resistência mecânica			Design	Versátil		
									Diretos	Indiretos	Despesas fixas	Altura	Comprimento	Largura			Peso	Resistência a flexão	Resistência a impacto			Resistência a torção	
									Ra	R\$	R\$	R\$	cm	cm			cm	kg	Mpa				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑					
Características	Modularidade	Ampla gama de utilização	0	0	0	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3		
		Apta a receber acessórios	0	0	0	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	
		Mais de uma forma de fixar a peça	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	3	
	Padronização	Possibilidade de agregar acessório de medição	0	0	0	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	
		Padronização de componentes	0	0	0	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	
Projeto	Qualidade	Valor de fabricação	9	3	9	3	9	3	1	3	3	3	3	1	3	9	3	3	3	3	1	1	
		Efetividade na medição	9	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	
		Equipamento de qualidade	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	9	9	3	3	3	3	0	0	
		Usinagem precisa	9	0	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	
	Dimensional	Dimensional compacto	0	0	1	1	1	1	9	9	9	9	1	3	0	0	1	0	0	0	1	0	
		Transportável com pouco esforço	0	0	1	1	1	1	3	3	3	3	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	
	Material	Resistência ao desgaste	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	9	3	0	0	0	
		Material de qualidade	1	3	9	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	1	0	0	0	0	
Manuseio	Informações	Fácil compreensão na utilização	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	
		Fácil de entender o modo de transporte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		Simplicidade na medição	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Facilitar montagem e desmontagem	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
		Manual intuitivo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Fácil de limpar	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	

Fonte: próprio autor

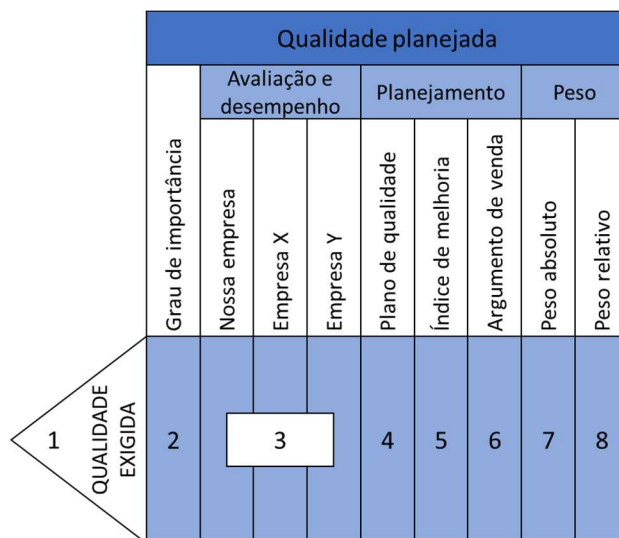
Para Cheng e Melo Filho (2010), esse processo deve ser feito com a presença do grupo de desenvolvimento e de outras pessoas que formam o grupo de trabalho, geralmente é solicitado para cada integrante preencher as correlações individualmente, havendo divergências, cada integrante deve argumentar sobre o ponto de vista e a decisão deve ser tomada com base nos argumentos mais bem fundamentados.

4.5 Estabelecendo a Qualidade Planejada

Segundo Cheng e Melo Filho (2010), é desejável atender a todas as exigências dos clientes, entretanto atender todas as exigências poderia exigir um custo muito alto ou dificuldades operacionais, então se faz necessário uma priorização das exigências do cliente de acordo com a importância a elas atribuídas, definindo um grau de importância.

Na Figura 29 é apresentado possíveis passos a seguir para obter a Qualidade Planejada:

Figura 29 – Possíveis passos para o estabelecimento da Qualidade Planejada.



Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

- Passo 1 – Construir a Tabela de Qualidade Exigida.
- Passo 2 – Pesquisar a opinião de uma amostra quanto ao grau de importância de cada item de qualidade exigida.
- Passo 3 – Pesquisar a opinião de uma amostra quanto a avaliação do desempenho do produto da empresa e dos principais concorrentes.
- Passo 4 – Estabelecer o plano de qualidade da empresa para cada item.
- Passo 5 – Calcular o índice de melhoria, dividindo o plano da qualidade pela avaliação atual do produto da empresa.
- Passo 6 – Decidir quais itens serão utilizados como argumentos de venda. A atribuição de um argumento de venda a um item de qualidade, assim como seu valor, é definida em função da previsão de que, se for garantida a qualidade deste item, este pode contribuir para o aumento da possibilidade de venda do produto. Na Tabela 11 encontra-se possíveis valores para o argumento de vendas.

Tabela 11 – Classificação do argumento de venda

Classificação do argumento de venda	Símbolo	Valor
Especial	●	1,5
Comum	◐	1,2
Sem argumento	Vazio	1

Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

- Passo 7 – Calcular o peso absoluto de cada item de qualidade exigida pela Equação 2, é uma forma de quantificar a importância que os itens de qualidade exigida possuem no projeto.

Grau de Importância × Índice de Melhoria × Argumento de Venda

(2)

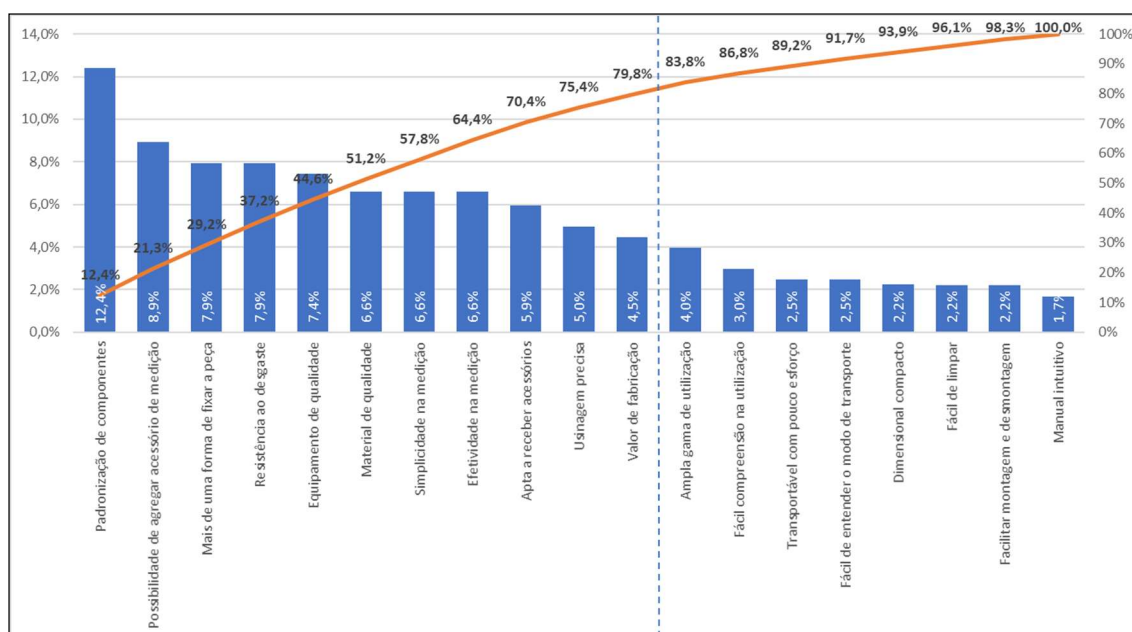
Passo 2 × Passo 5 × Passo 6

- Passo 8 – Calcular o peso relativo da qualidade exigida, permite uma melhor comparação entre os itens, conforme o peso, quanto mais elevado maior será a contribuição efetiva do item, desta forma deverá receber mais atenção no desenvolvimento, convertendo o peso absoluto em contribuição percentual no peso total pela Equação 3.

$$\text{Peso relativo} = \frac{\text{Peso absoluto}}{(\text{soma de todos os pesos absolutos})} \quad (3)$$

Pode-se construir um gráfico de Pareto com os pesos relativos obtidos para uma melhor visualização das priorizações para as características da Qualidade Planejada conforme mostrado na Figura 30.

Figura 30 – Gráfico de Pareto para os itens das características da qualidade planejada.



Fonte: próprio autor

4.6 Estabelecendo a Qualidade Projetada

De acordo com Cheng e Melo Filho (2010) o processo de conversão é utilizado para transmitir a importância dos itens de uma tabela para itens de outra tabela. Na matriz da qualidade, é realizado a conversão do peso relativo dos itens de qualidade exigida para os itens de características da qualidade, desta forma que a importância atribuída pelos clientes a cada qualidade exigida é transferida às características da qualidade, determinando as prioridades.

Na Figura 31 é apresentado uma matriz da qualidade genérica, as qualidades exigidas (QE) podem variar de 1 a n , e as características da qualidade (CQ) podem variar de 1 a p , os valores dos pesos absolutos (PaQ) e relativos (PrQ) das respectivas qualidades exigidas são obtidos durante a elaboração do item 4.5 Estabelecendo a Qualidade Planejada. A matriz formada pelos itens de qualidades exigidas e de características da qualidade é formada por n linhas e p colunas, as correlações são descritas em elementos X_{ij} , i se refere às linhas (QE) e j refere-se às colunas (CQ).

Figura 31 – Matriz da Qualidade Genérica.

							Pesos das qualidades exigidas		
QE\CQ	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	...	CQ p	Absoluto	Relativo	
QE1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	...	X_{1p}	PaQ1	PrQ1	
QE2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	...	X_{2p}	PaQ2	PrQ2	
QE3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	...	X_{3p}	PaQ3	PrQ3	
QE4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	...	X_{4p}	PaQ4	PrQ4	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
QEn	X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}	X_{n4}	...	X_{np}	PaQn	PrQn	
Total							$\sum PaQ$	$\sum PrQ$	
Pesos das características da qualidade	Absoluto	PaC1	PaC2	PaC3	PaC4	...	PaCp	$\sum PaC$	Total
	Relativo	PrC1	PrC2	PrC3	PrC4	...	PrCp	$\sum PrC$	Total

Fonte: adaptado de Cheng e Melo Filho (2010)

É utilizado o cálculo para converter os pesos absolutos de cada item de característica da qualidade conforme a Equação 4.

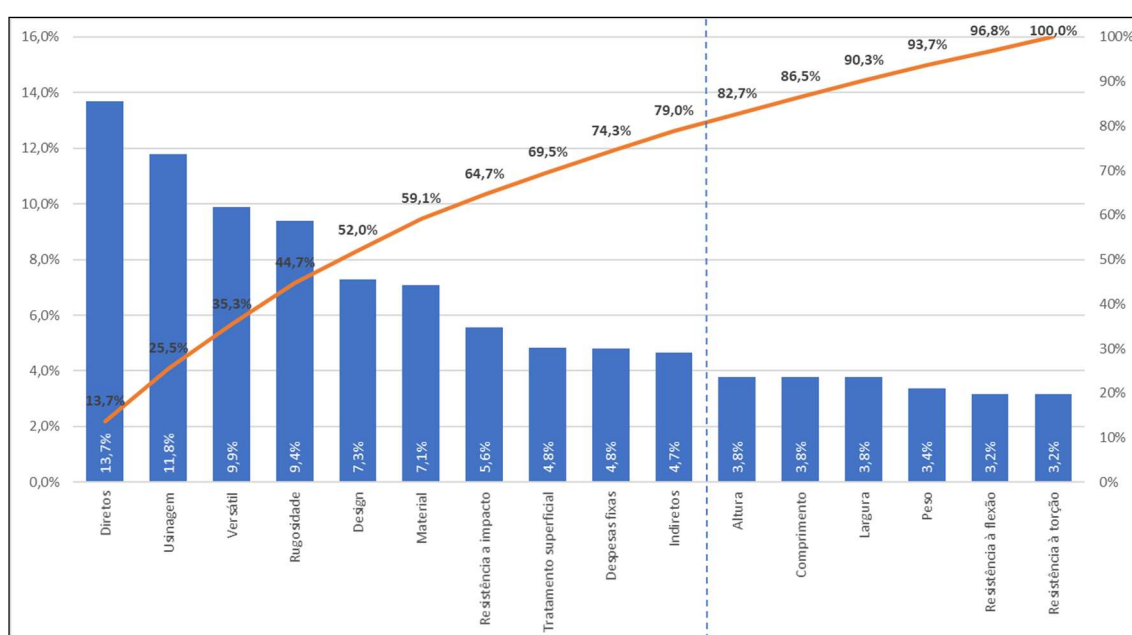
$$PaCj = \sum_{i=1}^n PrQ_i \times X_{ij} \quad (4)$$

Para o cálculo dos pesos relativos das características da qualidade utiliza-se a Equação 5.

$$\text{PrCj} = \frac{\text{PaCj}}{\sum \text{PaC}} \quad (5)$$

Na Figura 32 é mostrado o gráfico de Pareto para as características da Qualidade Planejada para uma melhor visualização da priorização realizada.

Figura 32 – Gráfico de Pareto para os itens das características da qualidade.



Fonte: próprio autor

4.7 Benchmark

Segundo Baxter (2000) estudar produtos já existentes no mercado pode ajudar a identificar as melhores características de estilo, e essas podem ser incorporadas ao novo produto em desenvolvimento, a combinação de vários pontos ótimos de cada produto fornece uma imagem de produto ideal, norteando o desenvolvimento do novo produto.






Comumente as empresas procuram fazer a reutilização de componentes para evitar a injeção de muita inovação de uma só vez no mercado, mesmo com a utilização de componentes comum o produto ainda pode ser uma inovação. A reutilização de componentes e tecnologias de produtos de concorrentes a partir do estudo de

benchmarking, uma boa prática é realizar inovações no máximo 20% dos componentes de um novo produto (ROZENFELD et al., 2006).

Para Rozenfeld et al. (2006) o *benchmarking* consiste em comparar processos e produtos atuais de empresas para conhecer outras práticas, serviços e soluções técnicas que possam ser adotadas, pode ser dividido em duas partes, comparação com as práticas e com os indicadores de desempenho e, depois, avalia-se o efeito numérico que elas causam nos indicadores.

Na Tabela 12 é mostrado alguns produtos disponíveis no mercado para a medição angular, foi utilizado de informações disponibilizadas pelos fornecedores via site e catálogos.

Tabela 12 – *Benchmarking* de equipamentos com distância entre roletes de 100mm

Imagem (ilustrativa)	Empresa	Descrição Modelo	Dimensional CxLxE [mm] Peso [kg]	Observação
	Insize®	Barras de seno 4155-100 ¹	130x30x40	Aço ferramenta
	Fuji Tool®	<i>Multi Sine Bar</i> 07-302 S-100 ²	145x37x-	Aço carbono
	Gin®	<i>Sine Bar</i> 55010 S100 ³	130x29x- 0,8 kg	YK30 HRC56°~60°
	Gin®	<i>Magnetic sine bar</i> 55020 MSB100 ⁴	150x25x67 2 kg	SKS HRC56°~60°
	SOLESA®	<i>Magnetic universal sine bar</i> 1500-401 ⁵	130x30x120 1,5 kg	Aço temperado com superfície retificada. Base magnética permanente

Fonte: próprio autor

Para Cheng e Melo Filho (2010), a avaliação dos produtos da empresa e dos

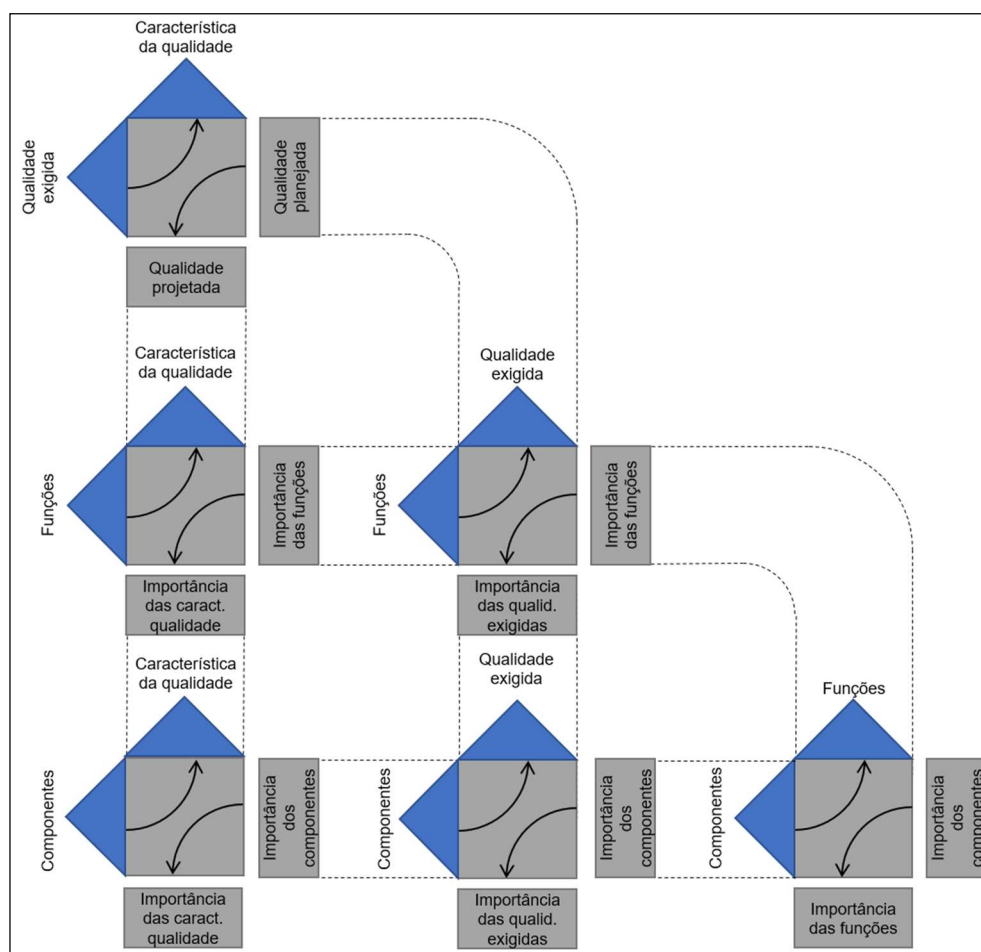
concorrentes é necessário a criação e manutenção de estrutura de laboratório capaz de realizar testes e medições, quando a empresa não dispõe deste tipo de estrutura pode utilizar laboratórios de universidades ou centros de pesquisa.

4.8 Desdobramento da função qualidade

Conforme Rozenfeld et al. (2006), o desdobramento da função qualidade é uma metodologia que consiste em um conjunto de passos e tabelas específicas que permitem a transformação das necessidades dos clientes em especificações de projeto.

Na Figura 33 é apresentado o modelo conceitual para o desenvolvimento do equipamento de medição angular, direcionado para a dimensão qualidade positiva, onde foram destacadas as matrizes de função e de componentes.

Figura 33 – Modelo conceitual de desenvolvimento do equipamento de medição angular.



Fonte: próprio autor

Segundo Rozenfeld et al. (2006), nem todos os requisitos do produto da primeira matriz precisam ser desdobrados, pode-se utilizar somente aqueles que representam obstáculos de ordem técnica, e que se mostram realmente importantes para a satisfação do cliente.

4.8.1 Casa da Qualidade

Na

Figura 34 é mostrada a matriz denominada casa da qualidade, é a partir dela que

vamos fazer os desdobramentos conforme mostrados na Figura 33.

Figura 34 – Casa da qualidade.

Qualidade exigidas	Características da qualidade			Acabamento		Custo			Dimensões			Precisão		Resistência		Simplicidade		Qualidade planejada																		
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Rugosidade		Produção		Despesas fixas		Tamanho			Material		Mpa		Design		Avaliação de desempenho		Pesos															
				Ra	Rz	R\$	R\$	Altura	Comprimento	Largura	Peso	Usinagem	Resistência a flexão	Resistência a impacto	Resistência a torção	Empresa X	Empresa Y	Índice de melhoria	Argumento de venda	Peso absoluto	Peso relativo															
Características	Nível 1	Nível 2	Nível 3	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑													
Projeto																																				
Manuseio																																				
Qualidade projetada																																				

Totais = 121 100%

Correlações

- 9 Forte
- 3 Média
- 1 Fraca
- 0 Inexistente

Fonte: próprio autor

4.8.2 Desdobramento da Função

Na Figura 35 é apresentado o desdobramento da função em relação as características da qualidade, onde pode ser verificado que a função que mais se destaca é a de medição.

Figura 35 – Desdobramento da função x características da qualidade.

Função	Características da qualidade		Acabamento		Custo			Dimensões			Precisão		Resistência			Simplicidade		Pesos		
	Nível 1	Nível 2	Rugosidade	Tratamento superficial	Produção			Tamanho			Material	Usinagem	Resistência mecânica			Design	Versátil	Peso absoluto	Peso relativo	
	Nível 2	Nível 3			Diretos	Indiretos	Despesas fixas	Altura	Comprimento	Largura			Peso	Resistência a flexão	Resistência a impacto					Resistência a torção
	Nível 3	Nível 3			Nível 3	Nível 3	Nível 3	Nível 3	Nível 3	Nível 3			Nível 3	Nível 3	Nível 3					Nível 3
Medir	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	1,686	57%	
Usinar	3	1	0	0	0	0	1	1	1	1	3	1	3	3	3	0	1	1,263	43%	
Total = 2,95																		100%		
Pesos	Peso absoluto	2,0	1,0	2,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	1,5	2,5	0,7	1,2	0,7	1,5	2,1	20,84		
	Peso relativo	9,4%	4,8%	13,7%	4,7%	4,8%	3,8%	3,8%	3,8%	3,4%	7,1%	11,8%	3,2%	5,6%	3,2%	7,3%	9,9%	100%		
Correlações		● 9 Forte		● 3 Média		● 1 Fraca		0 Inexistente												

Fonte: próprio autor

Utilizando as informações obtidas na Figura 35, é feito o desdobramento da qualidade exigida para obter os valores das funções na Figura 36, e pode-se analisar que em relação a qualidade exigida, a medição é a função que se destaca.

Figura 36 – Desdobramento da função x qualidade exigidas.

Função	Qualidade exigidas		Características							Projeto					Manuseio					Pesos			
	Nível 1	Nível 2	Modularidade			Padronização				Qualidade	Dimensional	Material	Informações					Peso absoluto	Peso relativo				
	Nível 2	Nível 3	Ampla gama de utilização	Apta a receber acessórios	Mala de uma forma de fixar a peça	Possibilidade de agregar acessório de medição	Padronização de componentes	Valor de fabricação	Efetividade na medição	Equipamento de qualidade	Usinagem precisa	Dimensional compacto	Transportável com pouco esforço	Resistência ao desgaste	Material de qualidade	Fácil compreensão na utilização	Fácil de entender o modo de transporte			Simplicidade na medição	Facilitar montagem e desmontagem	Manual intuitivo	Fácil de limpar
	Nível 3	Nível 3																					
Medir	3	3																3	3				
Usinar	1	0	3	0	3	0	3	0	3	1	9	0	0	9	3	1	1	1	1	0	9	2,621	48%
Total = 5,465																						100%	
Pesos	Peso absoluto	4,8	7,2	9,6	10,8	15,0	5,4	8,0	9,0	6,0	2,7	3,0	9,6	8,0	3,6	3,0	8,0	2,7	2,0	2,7	121		
	Peso relativo	4,0%	5,9%	7,9%	8,9%	12,4%	4,5%	6,6%	7,4%	5,0%	2,2%	2,5%	7,9%	6,6%	3,0%	2,5%	6,6%	2,2%	1,7%	2,2%	100%		
Correlações		● 9 Forte		● 3 Média		● 1 Fraca		0 Inexistente															

Fonte: próprio autor

4.8.3 Desdobramento de Componentes

Utilizando as informações encontradas até o momento, juntamente com um esboço do produto, pode-se acrescentar os componentes na matriz para utilizar o desdobramento de componentes considerando as características da qualidade conforme mostrado na Figura 37.

Figura 37 – Desdobramento de componentes x características da qualidade.

Componentes	Características da qualidade		Acabamento		Custo			Dimensões			Precisão		Resistência			Simplicidade		Pesos	
	Nível 1	Nível 2	Rugosidade	Tratamento superficial	Produção			Tamanho			Material	Usinagem	Resistência mecânica			Design	Versatil	Peso absoluto	Peso relativo
					Diretos	Indiretos	Despesas fixas	Altura	Comprimento	Largura			Resistência à flexão	Resistência a impacto	Resistência à torção				
Base de fixação	3	3	3	3	3	0	3	0	0	9	3	3	9	3	3	9	3,758	25%	
Cilindro Base	9	3	3	3	3	0	1	0	1	3	3	9	3	9	3	1	3,853	25%	
Encosto	3	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,669	4%	
Mesa medição	9	9	3	3	3	0	1	3	3	9	3	9	9	9	9	3	5,257	34%	
Parafuso	0	0	3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,532	3%	
Presilha fixa	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	3	0,627	4%	
Presilha móvel	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3	0,627	4%		
Total = 15,32																	100%		
Pesos	Peso absoluto	2,0	1,0	2,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	1,5	2,5	0,7	1,2	0,7	1,5	2,1	20,84	
	Peso relativo	9,4%	4,8%	13,7%	4,7%	4,8%	3,8%	3,8%	3,8%	3,4%	7,1%	11,8%	3,2%	5,6%	3,2%	7,3%	9,9%	100%	
Correlações		● 9 Forte		● 3 Média		● 1 Fraca		0 Inexistente											

Fonte: próprio autor

Analisando os dados da Figura 37, pode-se observar que o componente que demandara maior atenção é a mesa medição, seguido do cilindro base e da base de fixação.

Utilizando os dados encontrados no desdobramento de componentes pela característica de qualidade (Figura 37), vamos analisar a correlação entre as qualidades exigidas e dos componentes, conforme mostrado na Figura 38.

Figura 38 – Desdobramento dos componentes x qualidade exigidas.

Componentes	Qualidade exigidas	Características										Projeto					Manuseio					Pesos									
		Nível 2					Nível 1					Modularidade		Padronização		Qualidade		Dimensional	Material		Informações										
		Ampla gama de utilização		Apta a receber acessórios		Mala de uma forma de fixar a peça	Possibilidade de agregar acessório de medição		Padronização de componentes		Valor de fabricação	Efetividade na medição		Equipamento de qualidade		Usinagem precisa	Dimensional compacto	Transportável com pouco esforço		Resistência ao desgaste	Material de qualidade		Fácil compreensão na utilização		Fácil de entender o modo de transporte		Simplicidade na medição	Facilitar montagem e desmontagem		Manual intuitivo	Fácil de limpar
Base de fixação	1	0	1	0	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	0	3	0	3	1,562	12%			
Cilindro Base	0	0	0	0	1	3	3	9	3	3	3	3	1	3	9	0	0	1	3	0	1	3	0	3	0	3	2,347	18%			
Encosto	1	1	3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	3	0	1	0,933	7%					
Mesa medição	3	3	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	1	1	3	1	0	3	6,223	47%				
Parafuso	0	1	1	1	9	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1,617	12%				
Presilha fixa	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,208	2%				
Presilha móvel	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	1	0,311	2%				
Total = 13,2 100%																															
Pesos	Peso absoluto	4,8	7,2	9,6	10,8	15,0	5,4	8,0	9,0	6,0	2,7	3,0	9,6	8,0	3,6	3,0	8,0	2,7	2,0	2,7	121										
	Peso relativo	4,0%	5,9%	7,9%	8,9%	12,4%	4,5%	6,6%	7,4%	5,0%	2,2%	2,5%	7,9%	6,6%	3,0%	2,5%	6,6%	2,2%	1,7%	2,2%	100%										
Correlações: ● 9 Forte ● 3 Média ● 1 Fraca 0 Inexistente																															

Fonte: próprio autor

Analisando a matriz de desdobramento dos componentes x qualidade exigidas observa-se que o componente mais impactado pelas qualidades exigidas é a mesa de medição.

4.8.4 Desdobramento de componentes em relação a Função

Na Figura 39 foi elaborado uma matriz correlacionando a função com os componentes.

Figura 39 – Desdobramento da qualidade exigidas x componentes.

Componentes	Função	Medir	Usinagem	Pesos	
				Peso absoluto	Peso relativo
				Base de fixação	0
Cilindro Base	3	3	3	16%	
Encosto	1	1	1	5%	
Mesa medição	9	9	9	47%	
Parafuso	3	3	3	16%	
Presilha fixa	0	1	0,462	2%	
Presilha móvel	0	3	1,385	7%	
Total =				19,23	100%
Pesos	Peso absoluto	2,3	1,9	4,207	
	Peso relativo	53,8%	46,2%	100%	

Correlações	
● 9	Forte
● 3	Média
● 1	Fraca
0	Inexistente

Fonte: próprio autor

Analisando os dados da matriz apresentada na Figura 39 pode-se observar que existe alguns componentes, base de fixação, presilha fixa e presilha móvel, que só se fazem necessários para a usinagem, desta forma pensando em modularidade, e no conceito de acessórios, pode-se construir um equipamento para medição, que com a adição de acessórios, pode ser utilizado para a usinagem.

Na Figura 40 foi formado um mapa de visão macro utilizando a combinação das matrizes, correlacionando a matriz QFD com as matrizes de função e componente, possibilitando uma visão generalizada sobre os conceitos utilizados. As matrizes ficam ativas durante todo o desenvolvimento do produto, assim na fase de desenvolvimento do conceito do produto pode-se revisar as matrizes com novas considerações, lembrando que os impactos das modificações realizadas devem ser analisados nas demais matrizes.

Para exemplificar na Figura 40 foi destacado em vermelho uma rota lógica para a análise da qualidade exigida de Efetividade na medição, observa-se que o maior impacto desta qualidade exigida em relação a função é quanto a medição, e em relação aos componentes, a Mesa de medição é o destaque, visto que na matriz que correlaciona as funções com os componentes, a mesa de medição aparece em destaque.

O mapa de visão macro também auxilia a todos os envolvidos no projeto, que não estão familiarizados com alguma etapa, a compreender as especificações, pois com ele é possível explicar de uma forma lógica a razão pelas quais as decisões foram tomadas.

Figura 40 – Mapa de visão macro do desdobramento.

Características da qualidade			Qualidade planejada																											
			Acabamento				Custo				Dimensões			Precisão		Resistência		Simplicidade		Avaliação de desempenho				Pesos						
Qualidade exigida	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Ra	RS	Ri	Rf	Altura	Comprimento	Largura	Peso	Material	Usinagem	Resistência à flexão	Resistência a impacto	Resistência à torção	Design	Versátil	Grau de importância	Nossa empresa	Empresa X	Empresa Y	Plano de qualidade	Índice de melhoria	Argumento de venda	Peso absoluto	Peso relativo			
	Características	Modularidade	Padronização	Ampla gama de utilização	0	0	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	1	1	1	2	2	1,2	4,8	4%
Apta a receber acessórios				0	0	0	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	1	1	2	2	1,2	7,2	6%
Mais de uma forma de fixar a peça				0	0	0	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	4	1	1	1	2	2	1,2	9,6	8%
Possibilidade de agregar acessório de medição				0	0	0	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	1	1	3	3	1,2	10,8	9%
Valor de fabricação				0	0	0	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	1	1	3	3	1,5	15	12%
Projeto	Qualidade	Dimensional	Efetividade na medição	9	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	4	4	4	1,33	1,2	8	7%	
			Equipamento de qualidade	3	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	4	4	4	2	1,5	9	7%	
			Usinagem precisa	9	0	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	4	4	4	2	1	6	5%
			Dimensional compacto	0	0	1	1	1	1	9	9	9	9	9	3	0	0	0	0	0	0	3	4	4	2	3	0,75	1,2	2,7	2%
			Transportável com pouco esforço	0	0	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	3	3	4	4	3	4	1	1	3
Manuseio	Informações	Material	Resistência ao desgaste	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3	3	4	2	1,2	9,6	8%	
			Material de qualidade	1	3	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3	3	4	2	1	8	7%	
			Fácil compreensão na utilização	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	4	4	1	1,2	3,6	3%
			Fácil de entender o modo de transporte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	3	4	1	1	3	2%
			Simplicidade na medição	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	4	3	4	1,33	1,5	8	7%
Qualidade projetada	Pesos	Valores e comparações	Peso absoluto	2,0	1,0	2,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	1,5	2,5	0,7	1,2	0,7	1,5	2,1	20,8	Correlações: 9 Forte, 3 Média, 1 Fraca, 0 Inexistente									
			Peso relativo	9,4%	4,8%	13,7%	4,7%	4,8%	3,8%	3,8%	3,8%	3,4%	7,1%	11,8%	3,2%	5,6%	3,2%	7,3%	9,9%	###										
			Nossa empresa																											
			Produto empresa X																											
			Produto empresa Y																											

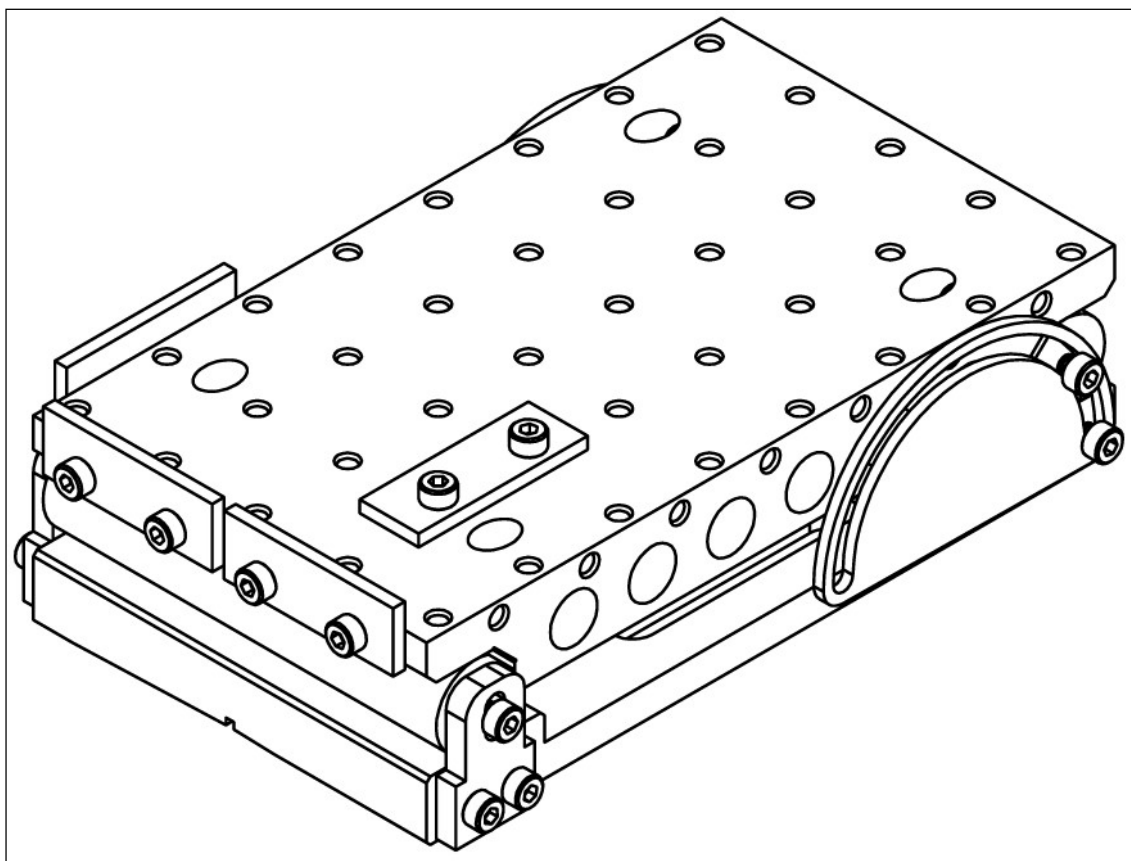
Fonte: próprio autor

4.9 Projeto do conceito do produto

4.9.1 Projeto conceitual 3D

O projeto conceitual é a fase em que ocorre a concepção do produto por meio da busca, criação e representação e seleção das soluções, essa fase é situada num contexto subjetivo, tendo forte dependência do uso da criatividade e conhecimento, transformando o abstrato em concreto. Na Figura 41 é mostrada a representação em 3D do conceito que chegamos com o auxílio da metodologia QFD.

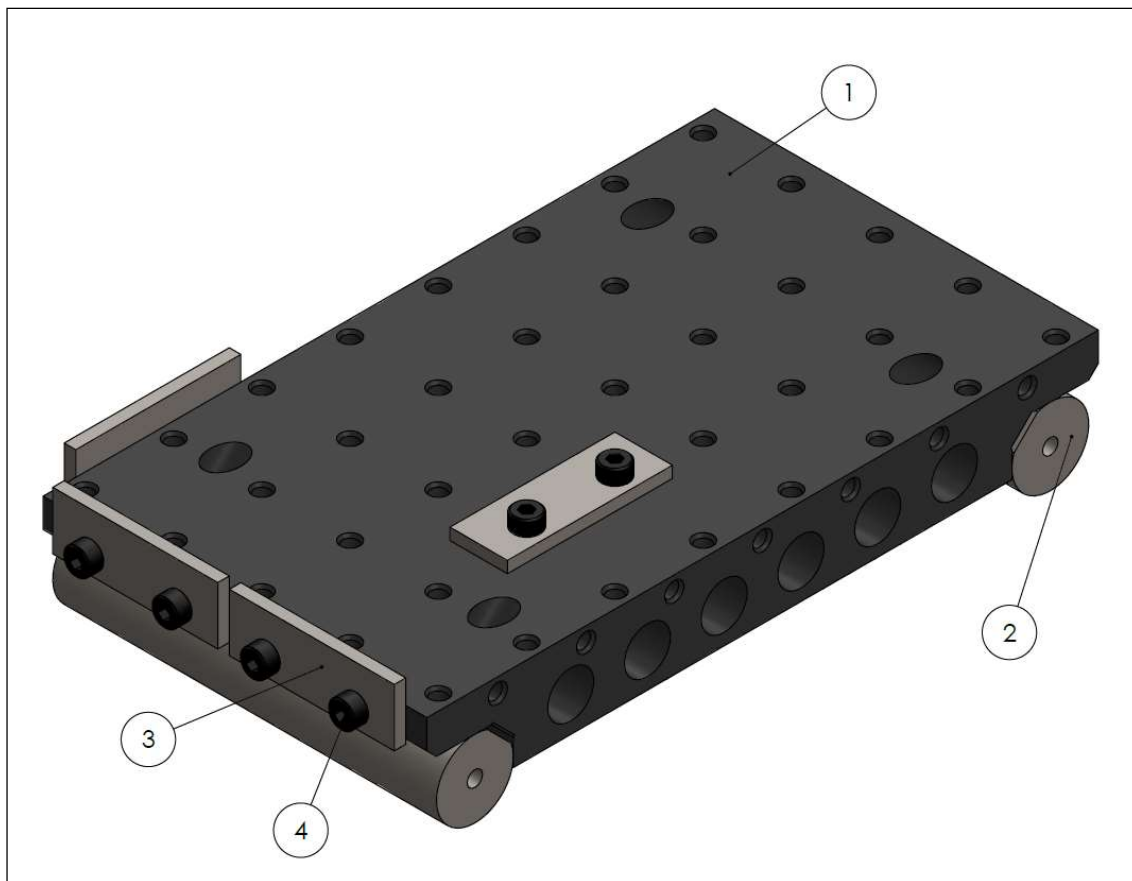
Figura 41 – Desenho 3D de conceito do equipamento de medição angular.



Fonte: próprio autor

Como pode-se verificar na Figura 42 no componente 1 a mesa de medição foram disponibilizadas 40 furações M4x0,7 no topo e 22 furações nas laterais, para possibilitar a fixação de acessórios, ainda na Figura 42 pode-se observar que as furações são utilizadas para a fixação do componente 3 os encostos, podendo esses serem colocados em outras posições, seja na lateral ou no topo da mesa de medição.

Figura 42 – Desenho 3D da mesa de medição.

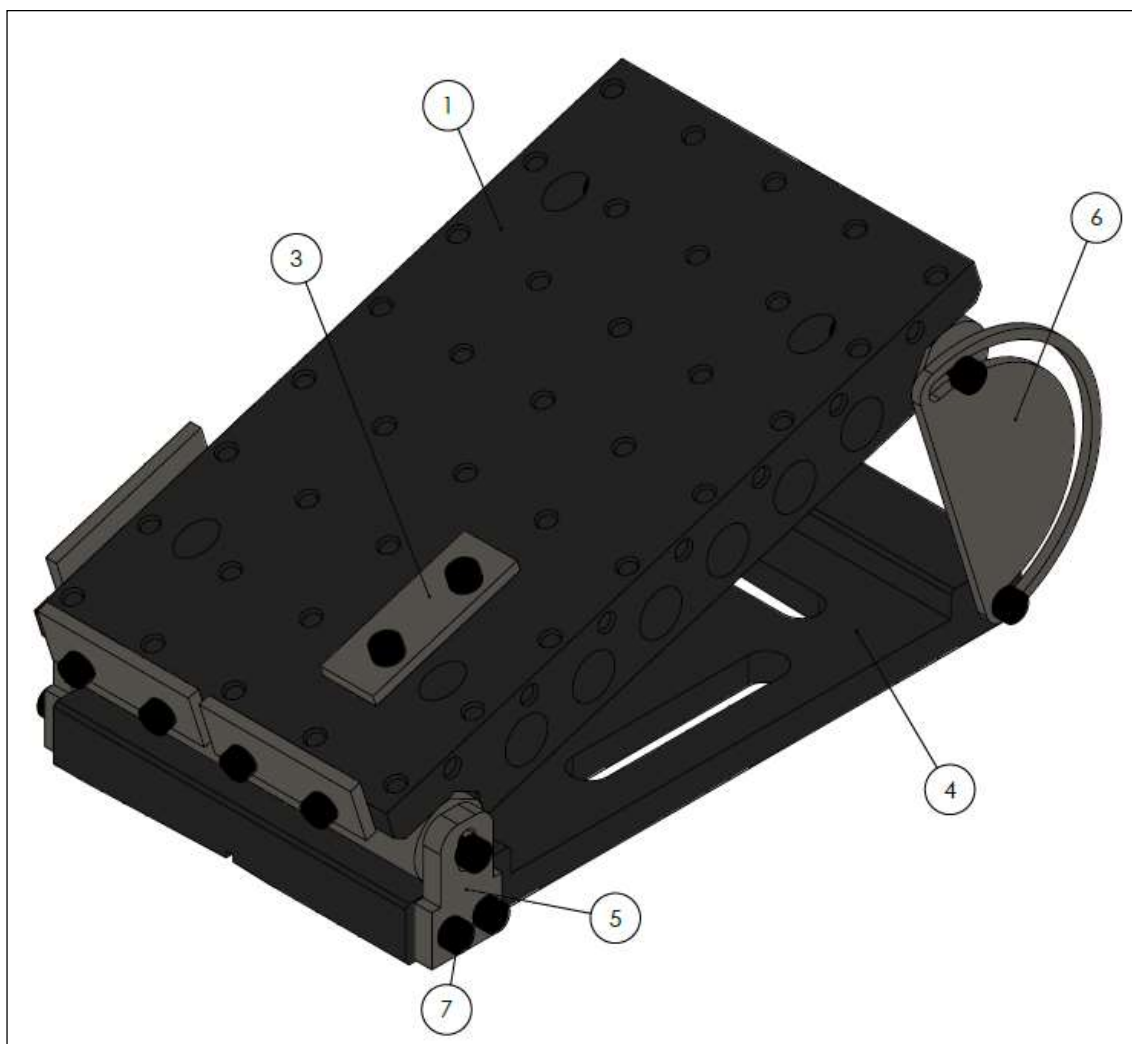


Fonte: próprio autor

Na Figura 43 foram adicionados os componentes necessários para utilizar o equipamento para a usinagem, nessa concepção, a altura máxima de blocos padrões para definir o ângulo é de 45mm.

Para utilizar o equipamento em uma máquina operatriz deve-se acoplar os componentes 4, 5 e 6, mostrados na Figura 43, nessa concepção, a altura máxima de blocos padrões para definir o ângulo é de 45mm, podendo ser aumentado trocando o componente 6 para uma versão maior. Com a inclusão do componente 6 pode-se assim fixar o equipamento via parafuso ou presilhas, esses sistemas geralmente são disponibilizados juntamente com as máquinas operatrizes

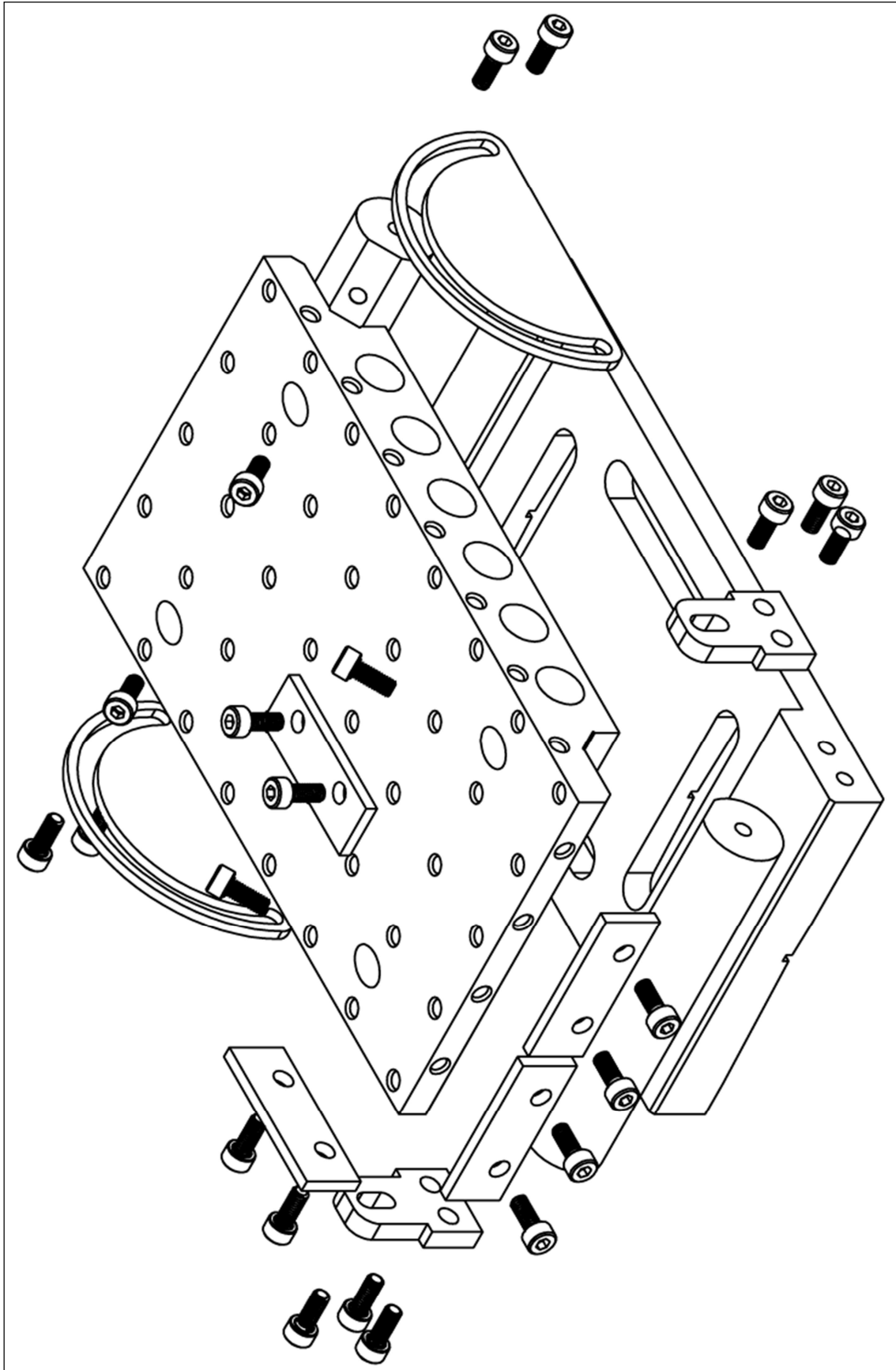
Figura 43 – Desenho 3D de conceito do equipamento para medição angular com acessórios para usinagem.



Fonte: próprio autor

A Figura 44 representa uma vista explodida do equipamento, para uma melhor visualização dos componentes, nos Apêndices de A até G foram elaborados desenho detalhados de cada peça para auxiliar em um melhor entendimento de cada peça do equipamento, com todo o dimensional.

Figura 44 – Desenho 3D de conceito do equipamento para medição angular em explosão.



Fonte: próprio autor

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível aprofundar-se nas pesquisas sobre métodos de medição para formar uma base para o entendimento da medição angular, assim como a aplicação da metodologia do QFD.

Nas pesquisas em artigos foram encontrados muitos trabalhos que abordam a casa da qualidade como a principal ferramenta do QFD, porém somente nas pesquisas bibliográficas foi possível aprofundar-se nos desdobramentos do QFD, e perceber que não é necessário se limitar-se a utilização do QFD, mas sim agregar essa ferramenta as outras ferramentas de desenvolvimento de produtos e estudo de produtos que existem, pois ela é uma ferramenta que aborda toda a vida útil do produto.

Não se limitando somente ao desenvolvimento e o método QFD, ela pode ser aplicada também em processos, na produção e no pós-vendas, com o intuito de organizar e deixar as informações claras para todos os envolvidos nas etapas de produção.

Por fim, esse trabalho atingiu seu objetivo na aplicação da metodologia QFD na elaboração de um conceito de um equipamento de medição angular, trazendo ganhos em termos de entendimento das necessidades dos clientes transformando-as em características de qualidade mensuráveis no produto.

Dentre as oportunidades de estudo futuro, destacam-se a análise de custos e fornecedores para a produção do equipamento, levando em consideração as necessidades do produto e os equipamentos para a produção.

Ainda, pode-se avaliar um *layout* de produção do componente e uma análise de métodos e tempos, com o objetivo de se encontrar o método mais eficiente para a produção.

REFERÊNCIAS

AKAO, Yoji. **Quality Function Deployment - QFD: Integrating Customer Requirements into Product Design**. New York: Productivity Press, 1990. 392 p. Translated by Glenn H. Mazur.

AKAO, Yoji; MAZUR, Glenn H. **The leading edge in QFD: past, present and future**. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 20, n. 1, p. 20-35, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6409: Tolerâncias geométricas - Tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento - Generalidades, sím.** Rio de Janeiro: Abnt, 1997. 19 p.

BAXTER, Mike R.. **Projeto de Produto: Guia prático para design de novos produtos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2000. 260 p.

BONETTI, Cristian Ariel et al. **PROJETO DE TRANSPORTADOR E ASSENTADOR DE PORCELANAS**. Anais da Engenharia Mecânica / ISSN 2594-4649, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 75 - 97, apr. 2019. ISSN 2594-4649. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/engmec/article/view/232>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

CARNEVALLI, José Antonio; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Empresas de referência na utilização do desdobramento da função qualidade. Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p.1-18, 1 fev. 2009. Quadrimestral. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da UFRGS.. Disponível em: <<https://doi.org/10.22456/1983-8026.7789>>. Acesso em: 03 maio 2019.

CAROLINA MENDES (Santo Amaro - São Paulo). 2prÓ Comunicação. **Food ingredients Innovation Awards 2019 anuncia vencedores: Produtos funcionais e veganos, aroma e ingrediente com fonte de ferro orgânico são os grandes venced.** 2019. Disponível em: <<https://www.fi-events.com.br/pt/multimidia/1467-produtos-funcionais-e-veganos-aroma-e-ingrediente-co>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

CHAO, L.P.; ISHII, K. **Project quality function deployment**. International Journal of Quality & Reliability Management, v.21, n.9, p. 938-958, 2004.

CHENG, Lin Chih; MELO FILHO, Leonel del Rey de. **QFD desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos: o método que busca a satisfação do cliente e induz a construção de sistema robusto de desenvolviment**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2010. 539 p.

COSTA, A.I.A. et al. **Quality function deployment in the food industry: a review**. Food Science & Technology, v.11, n.9-10, p. 306-314, 2001.

DALCHASSO, Alex et al. **DESENVOLVIMENTO DE UM REMOVEDOR DE RODAS E CUBO**. Anais da Engenharia Mecânica / ISSN 2594-4649, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 1 - 16, apr. 2019. ISSN 2594-4649. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/engmec/article/view/228>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

ÉPOCA NEGÓCIOS: Por que a Apple se tornou a empresa mais valiosa do mundo. São Paulo: Editora Globo S/a, 11 ago. 2011. Escrito Por David Cohen. Disponível em: <<http://epocanegocios.globo.com/Revista/Common/0,,EMI256665-16355,00-POR+QUE+A+APPLE+SE+TORNOU+A+EMPR>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

ESTELA BENETTI (Santa Catarina). Nsc Tv. Embraco e WEG conquistam o Prêmio Nacional de Inovação. Nsc Total. Florianópolis, p. 1-2. 11 jun. 2019. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/colunistas/estela-benetti/embraco-e-weg-conquistam-o-premio-nacional-de-inovacao>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

EXAME: As 10 empresas mais valiosas do mundo. São Paulo: Editora Abril, 28 abr. 2018. Escrito Por Karla Mamona. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/mercados/as-10-maiores-empresas-mais-valiosas-do-mundo/>>. Acesso em: 07 mar. 2019.

FERRAZ, Davi Paiva; COSTA, Ranna Dourado Barbosa; MAGALHÃES, Mariana Gomes. **Aplicação do desdobramento da função qualidade (Matriz QFD) em uma microempresa do setor de beleza localizada em Belém – PA.** Conbrepro: VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, p.1-10, 5 dez. 2018. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2018/anais.php>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

FITZPATRICK, Michael. **Introdução à Manufatura.** Porto Alegre: Amgh, 2013. 358 p. Tradução de Sergio Luís Rabelo de Almeida, et al.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO (São Paulo). **Mecânica: Metrologia.** São Paulo: Globo S.a., 2000. 240 p. (Telecurso 2000).

HALOG, A. et al. Using quality function deployment for technique selection for optimum environmental performance improvement. *Journal of Cleaner Production*, v.9, n.5, p. 387-394, 2001.

HSIAO, S.W; LIU, E. A structural component-based approach for designing product family. *Computers in Industry*, v.56, n.1, p. 13-28, 2005.

INMETRO (Ed.). **Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais de termos associados.** Duque de Caxias: Inmetro, 2012. 94 p. Traduzido por grupo de trabalho luso-brasileiro.

INSIZE DO BRASIL IMP. EXP. COM. LTDA. (São Paulo). **Catálogo de produtos: Instrumentos de medição.** 2013. Disponível em: <<http://www.insize.com.br/produtos/produtos.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

LIN, S.J; WEI, C.C. A Study on the Linear Programming in Time Cost Analysis of Product Improve Design- a Focus on Computer Mouse Products. *Journal of American Academy of Business*, v.7, n.2, p. 182-186, 2005.

LIRA, Francisco Adval da. **Metrologia na Industria.** 7. ed. São Paulo: Érica, 2009.

248 p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 320 p.

MARSOT, J. QFD: a methodological tool for integration of ergonomics at the design stage. *Applied Ergonomics*, v.36, n.2, p. 185-192, 2005.

MASUI, K. et al. Applying Quality Function Deployment to environmentally conscious design. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v.20, n.1, p. 90-106, 2003.

MIGUEL, P.A.C. The state-of-the-art of the Brazilian QFD applications at the top 500 companies. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v.20, n.1, p. 74-89, 2003.

MOURA, Cassiano Rodrigues et al. **Desenvolvimento do conceito de uma plataforma de acesso a piscinas para pessoas com mobilidade reduz.** *Exacta: Engenharia de produção*, São Paulo, v. 17, n. 1, p.1-13, 26 mar. 2019. Trimestral. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5585/exactaep.v17n1.8049>>. Acesso em: 02 maio 2019.

MOURA, Cassiano Rodrigues et al. **Projeto conceitual de um Tênis Térmico baseado na aplicação da metodologia de desenvolvimento de produto.** *Revista Técnico-científica do IFSC, Florianópolis*, v. 7, n. 2, p.78-88, 1 jul. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1982>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 199 p. 5ª Edição Ampliada e Atualizada segundo Nova Ortografia e Normas da ABNT.

OLIVEIRA, Denis Ramos de et al. **Processo de desenvolvimento de produto no setor de embalagens: proposta de inovação incremental com enfoque na maior praticidade no uso do papel alumínio.** *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, Bauru, v. 13, n. 3, p.325-349, 1 set. 2018. A Fundação para o Desenvolvimento de Bauru (FunDeB). <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v13i3.1964>. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1964/862>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

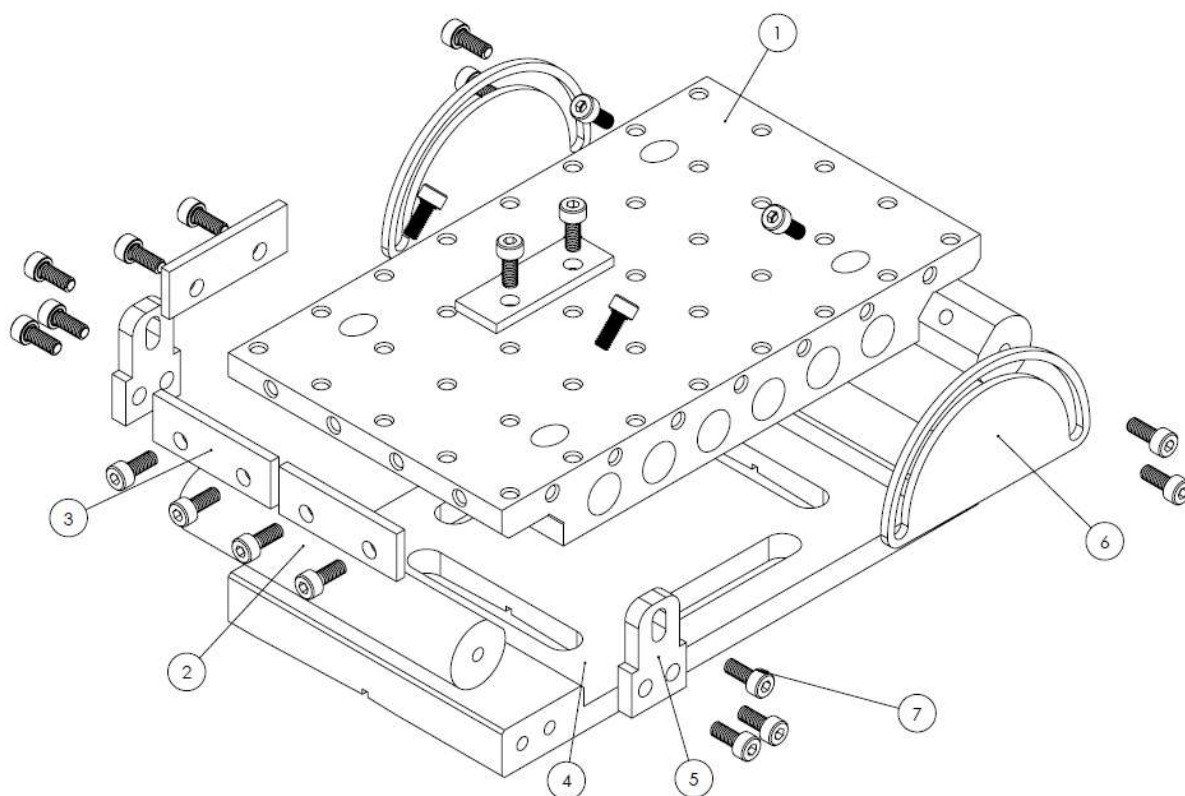
PAHL, Gerhard et al. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013. 412 p. Tradução Hans Andres Werner.

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006. 542 p.

SILVA NETO, João Cirilo da. **Metrologia e Controle Dimensional: Conceitos, Normas e Aplicação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 239 p.

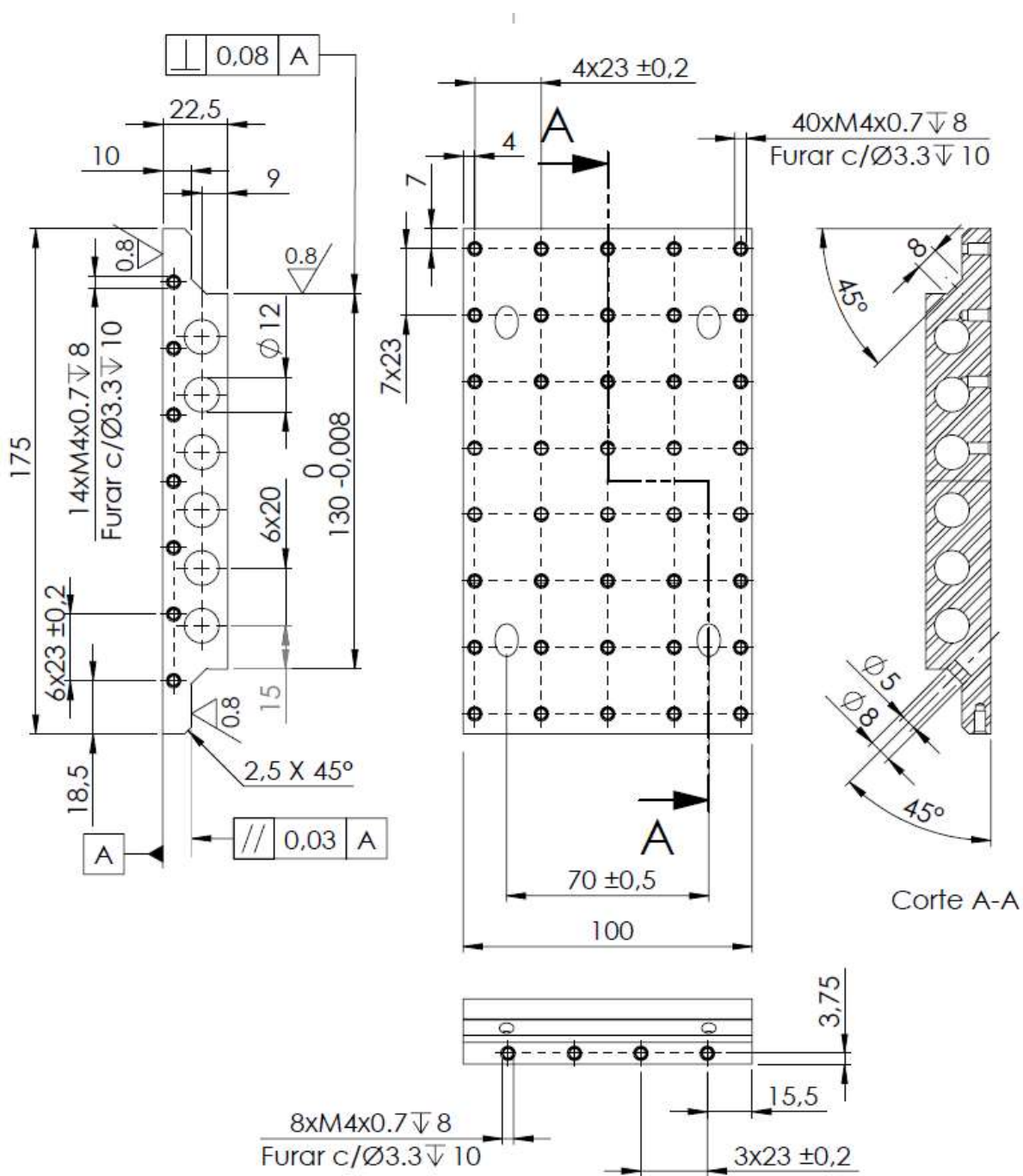
WICKERT, André R. et al. DESSALINIZADOR DE OLEÓ DE COZINHA. Anais da Engenharia Mecânica / ISSN 2594-4649, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 34 - 52, apr. 2019. ISSN 2594-4649. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/engmec/article/view/230>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

APÊNDICE A – Desenho do conjunto montado

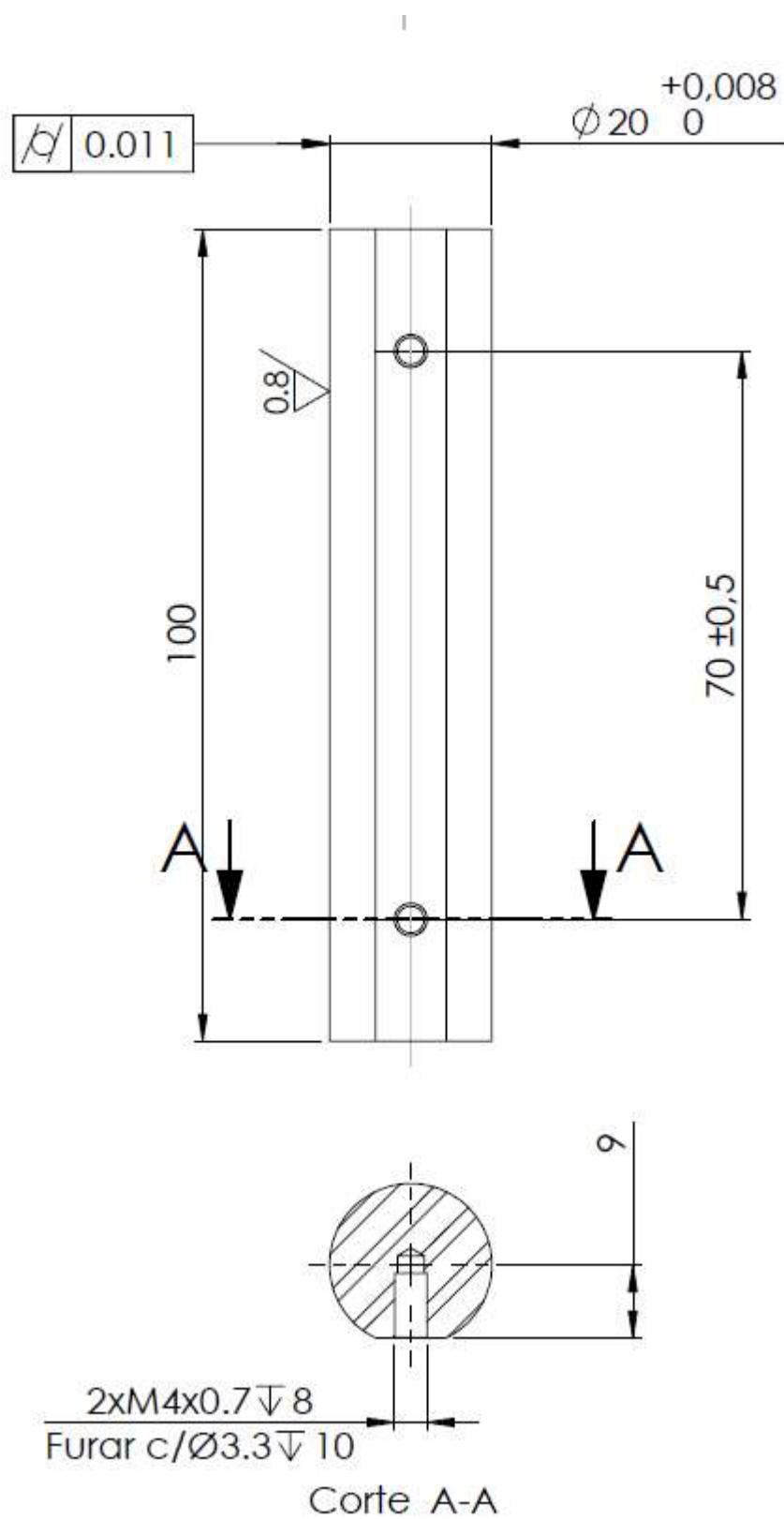


POS.	Material	Descrição	Qtd.
1	Ferro Fundido	Mesa Medição	1
2	Aço Carbono	Cilindro Base	2
3	Aço Carbono	Encosto	4
4	Ferro Fundido	Base Fixação	1
5	Aço Carbono	Presilha Fixa	2
6	Aço Carbono	Presilha Móvel	2
7	Aço Carbono	Parafuso ISO 4762 M4x10 12.9	22

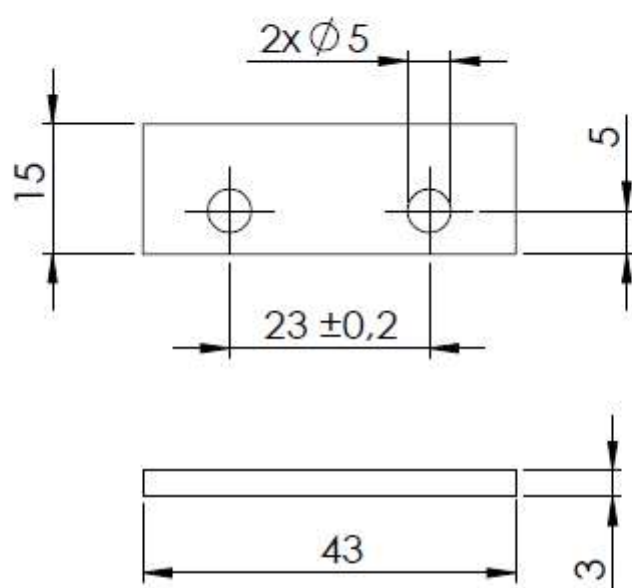
APÊNDICE B – Mesa de medição



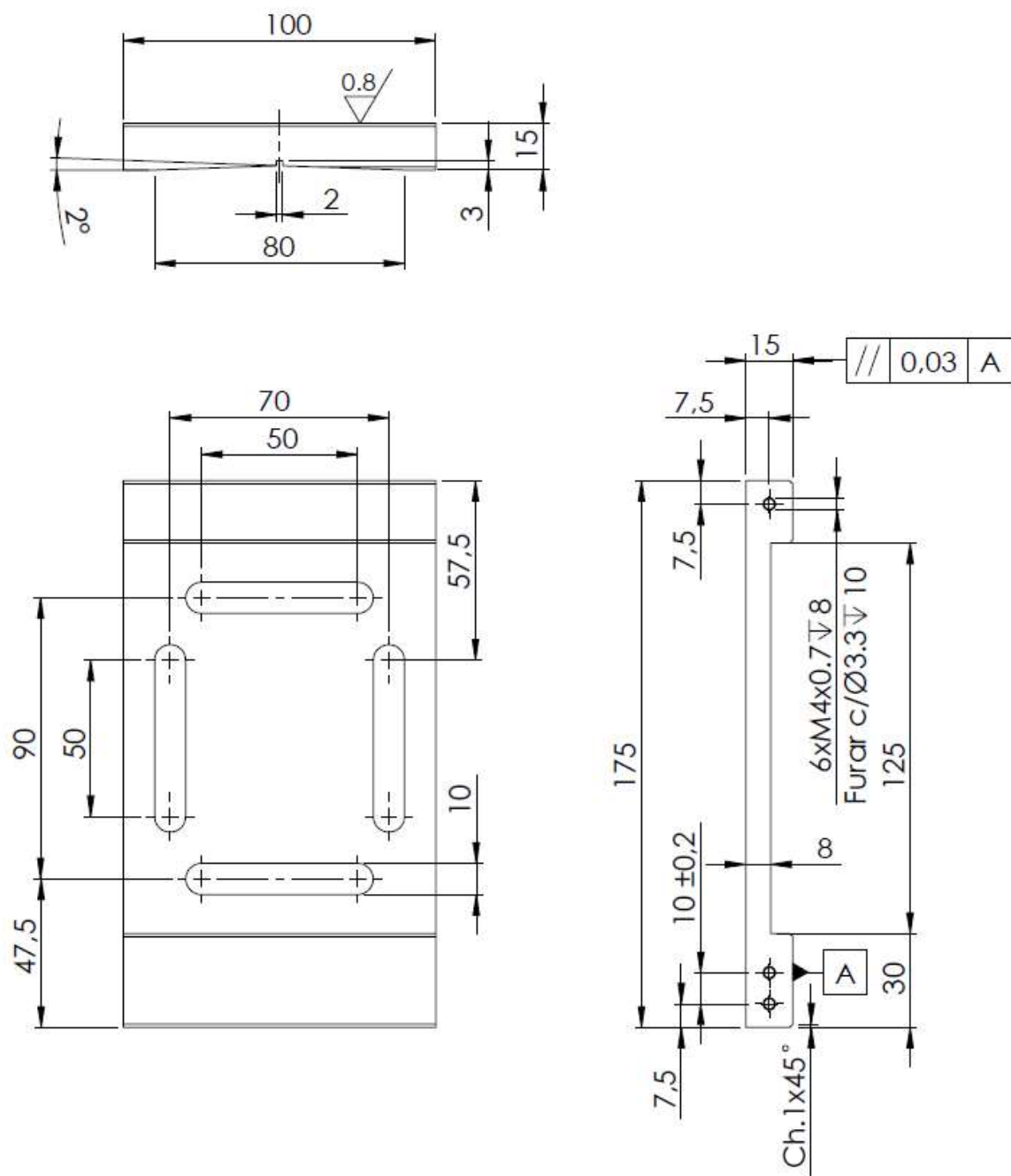
APÊNDICE C – Cilindro base



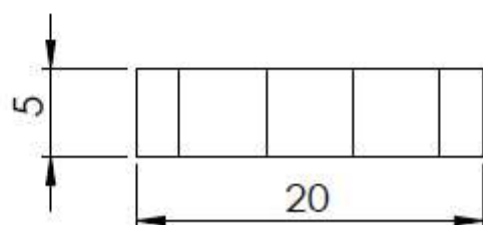
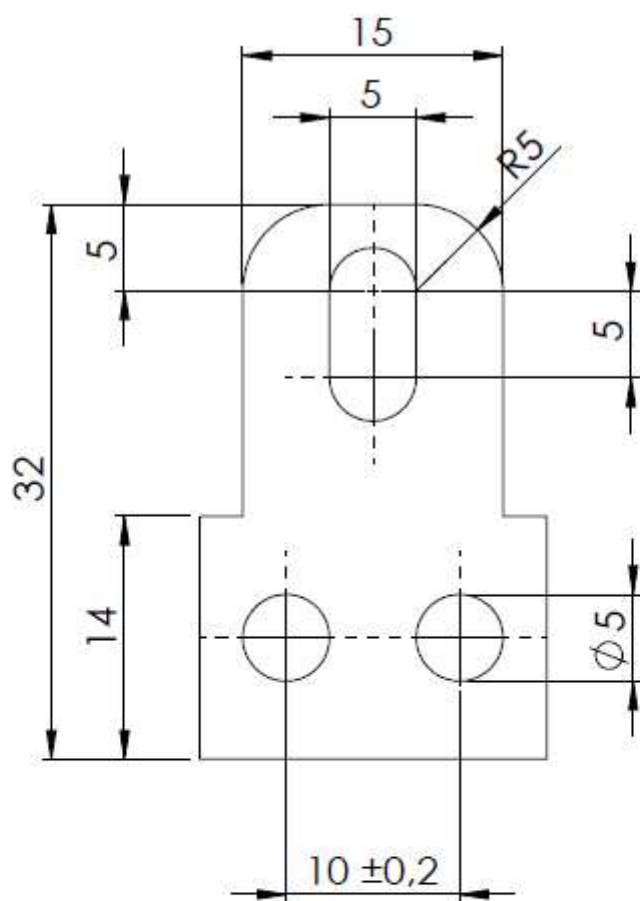
APÊNDICE D – Encosto



APÊNDICE E – Base de fixação



APÊNDICE F – Presilha fixa



APÊNDICE G – Presilha móvel

