

## CICLADORA PNEUMÁTICA

José Neri Sorgatto; Leandro Carniel; Marcos Sutili; Michel Mauricio Gonsales<sup>1</sup>  
Anderson Baldissera; Maria Regina Thomaz<sup>2</sup>

### RESUMO

Com o pleno desenvolvimento de tecnologias, busca-se cada vez mais a perfeição em produtos e projetos, visando a qualidade e obviamente o lucro das partes envolvidas. A pesquisa em questão, é uma pesquisa indutiva, exploratória e descritiva e tem como foco a aplicação das ferramentas no desenvolvimento de um produto completo, ou seja, a elaboração de um projeto do início ao fim. O projeto é um conjunto de informações confrontadas entre si para definir uma solução viável de algum problema ou necessidade, ferramentas como QFD, matriz morfológica e matriz de avaliação relatam muito bem esse procedimento, criando assim um parâmetro que segue fielmente o que o cliente almeja. O objetivo dessa pesquisa é encontrar uma forma eficiente para testar resinas odontológicas através de uma cicladora, que simula a mastigação da mordida humana.

**Palavras chaves:** Cicladora. Ferramentas de Projeto. Equipamento odontológico.

### 1 INTRODUÇÃO

Um bom projeto depende de vários fatores, que variam da concepção da ideia inicial, ou seja, o surgimento ou entendimento de um problema ou necessidade, percorrendo todo um processo onde ocorrem correções e adequações, chegando em sua fase final que é o conceito de um projeto. Mas para entender melhor o que é um projeto deve-se compreender o modo de como é executado.

Segundo Montes (2008), projeto é um esforço temporário empreendido para gerar um produto, serviço ou resultado exclusivo. No entanto para que ele seja executado de forma que venha a atender a demanda exigida, ou seja, ao que o cliente necessita, deve-se seguir alguns passos que para (AVELLAR e DUARTE, 2011) consiste em métodos e ou ferramentas utilizadas para fins de verificação, sejam elas de duração, custo, desempenho e processos que venham a garantir a aderência do produto aos seus objetivos.

Porém, como isso é feito? Para uma boa elaboração e execução de um projeto pode ser dividido em etapas. A etapa principal é onde começa o projeto e dá ênfase as etapas

---

<sup>1</sup> Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF: josesorgatto@hotmail.com. leandrocarniel.lc@gmail.com. marcosutili@hotmail.com. michel.gonsales@gmail.com.

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: anderson.baldissera@hotmail.com. mare\_mrt@yahoo.com.br.

subsequentes, estas denominadas etapas secundárias que podem ser divididas em quatro grupos distintos possuindo uma ramificação que é a etapa terciária onde cada uma delas contem tópicos que fornece uma base concreta para o início de um projeto. Tais tópicos são específicos e com características diferentes, no entanto, visa o mesmo objetivo que é a criação de um produto, serviços, ou resultados exclusivos.

Neste artigo demonstra-se como elaborar um projeto, comentando e exemplificando desde a coleta de requisitos de um cliente ou grupo específico até o seu projeto executivo. Este artigo tem como base aulas ministradas na instituição UCEFF Faculdades pelo professor e engenheiro Baldissera (2017), bem como, livros de vários autores especialistas nesse assunto.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um projeto surge geralmente de uma necessidade, uma demanda ou até mesmo de um problema, sabendo disso e tendo em mente que para dar soluções a tais elementos deve-se seguir alguns passos importantes, esses passos são descritos na sequência do artigo, onde é expressado de maneira concreta cada um deles, visando é claro, um bom entendimento.

### 2.1 REQUISITOS, QFD E ESTRUTURA FUNCIONAL

A coleta dos **requisitos do cliente** pode ser efetuada a partir de pesquisas, observações ou percepção de uma dificuldade, portanto, é a etapa onde se inicia tudo, ou seja, a partir de uma necessidade se constrói algumas soluções que vão sendo moldadas de acordo com o desejado, buscando sempre seguir a objetivo que é suprir tal necessidade.

Os requisitos do cliente são a base de um projeto, é a situação onde é coletada informações das necessidades encontradas em um determinado ponto, para Back (2008), uma das características mais complexas na resolução das necessidades é a objetividade.

Ou seja, nessa etapa possivelmente ocorrerá a maior chance de erro, pois, ao coletar dados das necessidades presentes, esses dados podem vir do conhecimento ou necessidade do próprio projetista, sendo que, isso pode vir a ocasionar erros futuros, ou até mesmo a concepção do produto totalmente fora do que realmente o cliente necessita, totalmente fora da objetividade.

Posteriormente os **requisitos técnicos** são elaborados, esta é etapa do desenvolvimento de um projeto onde o projetista elabora-os a partir dos requisitos do cliente, visando transferir

de linguagem informal para a linguagem técnica todas essas informações, transformando todos os dados fornecidos em algo concreto do qual possa ser elaborado ideias e soluções

Quando o QFD é definido podemos começar a elaboração da **estrutura funcional** que é a definição preliminar de uma solução, onde as etapas de trabalho na concepção de um problema são divididas em subfunções, portanto, dará opções na solução dos problemas, trazendo alternativas e criatividade para o funcionamento do equipamento ou da máquina (PAHL *et al.*,2005).

Portanto, temos que pensar em estruturas de funções devem ser as mais simples possíveis, pois assim conduzem normalmente a sistemas simples e economicamente viáveis (PAHL *et al.*,2005).

### 2.1.1 Matriz morfológica e Matriz de avaliação e projeto básico

“Uma matriz morfológica é uma forma de estimulação randômica que pode ser usada individualmente ou em grupos, e que existe há algum tempo já mas é ideal para gerarmos ideias quando temos uma noção do que queremos, mas não de como queremos chegar (CHESHIRE, 2010).

Sabendo que, o projeto básico aprofunda a definição técnica do produto, otimiza os seus parâmetros principais e confirma o atendimento aos objetivos do projeto, no projeto básico se estabelece o que é necessário, verificável e atingível, [...] para ser verificável, a especificação deve declarar algo que pode ser aferido por exames, análise, teste ou demonstração. Se uma especificação não é atingível, não a razão para redigi-la (BACK *et al.*,2008).

Os principais benefícios obtidos com a elaboração, sistemática das especificações de projeto repercute em melhor qualidade, em termos de precisão. Para alcançar esses objetivos, a equipe de projeto precisa ser criativa, para tal, recomenda-se usar métodos que permitem obter, de forma rápida, um conjunto de soluções inovadoras (BACK *et al.*,2008).

### 2.1.2 Matriz responsabilidade, projeto executivo e cronograma

Dentro da área de desenvolvimento de projetos mecânicos há muitas pessoas envolvidas, sendo necessária uma boa comunicação para facilitar as tarefas. Dessa forma, as atribuições envolvidas devem ser de certa forma classificadas, sendo por exemplo a informação de que um colaborador deve intervir e tomar uma atitude, ou apenas ser informado da situação.

A melhor forma de garantir que os processos ocorrerão de maneira prevista é mapear todas as partes envolvidas, nessas horas a matriz de responsabilidade ajuda na comunicação, organização de projeto e gestão de pessoas. A matriz é quem aloca a responsabilidade de cada integrante da equipe do projeto (recursos humanos) sobre cada entrega e seus respectivos pacotes de trabalho (MONTES, 2017).

O **projeto executivo** deverá conter todos os elementos necessários para a realização de projeto, detalhando de forma geral os desenhos informacionais, com vista que representam todos os detalhes construtivos com base no projeto básico aprovado. Além de um relatório técnico, contendo a revisão e complementação do memorial descritivo e do memorial de cálculo apresentados naquela etapa de desenvolvimento do projeto. O Projeto Executivo conterá ainda a revisão do orçamento detalhado da execução dos serviços e obras, elaborado na etapa anterior, fundamentada no detalhamento e nos eventuais ajustes realizados no Projeto Básico.

Dentro do projeto executivo o produto ficará tangível, ou seja, com um ponto de vista físico, possibilitando eventuais correções. Para que ocorra o sucesso do projeto de produto resultará do sucesso do projeto de cada um dos seus elementos. Por essa razão, os requisitos técnicos e os objetivos de prazo, investimentos e custos do projeto deverão ser desdobrados e designados ao subprojeto de todos os elementos.

Essa fase envolve a execução de cada atividade e tarefa listadas no plano de projeto. Enquanto as atividades e tarefas estão sendo executadas, uma série de processos de gerenciamento são empreendidos para monitorar e controlar os resultados sendo saída pelo projeto. Isso inclui a identificação de mudanças, riscos e problemas, a revisão da qualidade de entrega e a mensuração de cada ser produzido com relação aos critérios de aceitação. Uma vez que, todos os resultados foram produzidos e o cliente aceitou a solução final, o projeto está pronto para o fechamento.

Com base em todo os passos do projeto conhecidos na matéria estudada, vimos que tudo gira em torno de uma programação, desde a primeira etapa seguimos um direcionamento com um objetivo final, porém todos do grupo pesquisando em diferentes fontes para que de fato atingirmos o alvo, a conclusão de cada etapa.

Para melhor planejar, executar e controlar um projeto, nós o dividimos em menores, que denominamos fases, cujos nomes e quantidades são determinados pelas necessidades de controle da organização ou organizações envolvidas no projeto.

Nesta primeira fase, são colocados os objetivos para o programa de projeto: produto (necessidades, funções e atributos), mercado a que se destina, prazo para a

implantação, ciclo de vida, recursos para o desenvolvimento, investimentos na implantação, custos de fabricação e lucratividade global desejada para o programa (MADUREIRA, 2010, p, 286).

O processo de “elaboração do **cronograma** do projeto” é responsável por estabelecer as datas de início e de conclusão das atividades do projeto. Um dos dados necessários para esse processo é o calendário, com os períodos em que o trabalho estará autorizado. Um procedimento que é empregado é o de nivelar os recursos. Um dos resultados deste processo é o próprio cronograma do projeto.

Os grupos de processos não ocorrem somente uma vez durante o projeto, podendo ocorrer em todas as fases do mesmo. Por exemplo, durante a fase de construção de uma casa é necessário autorizar o início da obra (iniciação), definir o escopo, cronograma e orçamento (planejamento) em função da fase anterior de *design* (projeto), executar o trabalho planejado (execução), monitorar o trabalho em andamento (controle) e formalizar o fim da construção (encerramento).

### 2.1.3 Especificações técnicas, proposta comercial e memorial de calculo

Uma especificação técnica é um documento que define um conjunto de exigências que um produto ou montagem deve atender ou superar. Um produto ou montagem que não atende a todas as exigências especificamente expressas não atende às especificações, e muitas vezes é chamado de “fora das especificações.” Especificações são usadas quando um contrato para produtos ou serviços técnicos é emitido. As especificações técnicas definem as exigências para atender ao contrato. (BACK, *et al*, 2008).

Nesta parte do estudo, definimos de forma geral os componentes que estariam a nossa disposição e que atenderiam as necessidades do produto, como a parte estrutural por exemplo, sendo que é um equipamento que necessita de precisão como neste caso, não podendo ocorrer deformações. Outros componentes como as bases de fixação foram definidos algumas necessidades a serem atendidas, pois além de fixar de forma ajustável cada corpo de prova, será submetido ao esforço do cilindro pneumático.

Quando se trata de **proposta comercial**, entra em um contexto o lucro, visado por fornecedor e cliente, diretamente ou indiretamente. A proposta deve ser algo direto, pois nesse patamar do projeto o cliente deve estar ciente do que estará adquirindo, dessa forma não deve ser abordado um novo contato apenas para apresentar novamente o produto. Há vários fatores

que devem ser abordados na proposta, como os prazos de validade da proposta, do serviço, de quais serviços serão executados, ou seja, de forma geral, ser específico, não deixar nada somente no diálogo, pois como já foi dito, o principal aspecto a ser analisado é o lucro.

O preço máximo com que o produto chegará às mãos do consumidor final será proposto pela área de vendas, visando ao seu sucesso comercial e à competitividade no mercado, a partir desse valor, a empresa deverá retroagir na cadeia produtiva, e estabelecer limites para o seu custo de produção. Esse custo resultará da dedução no valor do preço das parcelas de custos do fabricante, do distribuidor e do vendedor, incluídos os impostos e as respectivas margens de lucro. (MADUREIRA, 2010, p, 346).

Dentro das atividades cotidianas, devido alguns integrantes do grupo ter um breve conhecimento na área, o que mais ocorre com envolvimento comercial é a falta especificações técnicas, que afetam por consequência a proposta comercial, tanto por o cliente não ver tanto valor no produto, quanto a lucratividade do fornecedor.

#### 2.1.4 Lista de materiais e manual

Como um importante portador de informações, uma lista ou um jogo de listas de peças para cada conjunto de desenhos fazem parte da descrição completa de um objeto, para que sua produção ocorra sem discussões. Essa lista pode ser gerada na folha de desenho ou pode ser criada separadamente, para fabricação e montagem da máquina a lista é gerada junto ao desenho, para facilitar o entendimento do desenho técnico sendo possível identificar rapidamente qualquer componente presente em um determinado conjunto de peças (PAHL, 2005).

O primeiro item o NR12.125, enfatiza que, “as máquinas e equipamentos devem possuir manual de instruções fornecido pelo fabricante ou importador, com informações relativas à segurança em todas as fases de utilização”

O item NR12.126, estabelece que quando a máquina ou equipamento não possui ou teve extraviado o seu respectivo **Manual** de Instruções, e este apresente riscos, caberá ao empregador providenciar a reconstituição do mesmo, porém realizado, sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado, ou seja, por um engenheiro devidamente credenciado no CREA.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia presente nesse artigo é a indutiva, exploratória e descritiva. Foi elaborada a coleta de dados juntamente com pesquisas em documentos, porém, em primeira análise foi realizada uma pesquisa de campo. Através de um questionário realizado, podemos identificar quais eram as necessidades e solicitações, ou seja, esses eram os requisitos do cliente, posteriormente esses mesmo requisitos foram convertidos em requisitos técnicos através de uma reunião e estudo do caso dos envolvidos, que nada mais é do que transformar os requisitos do cliente de uma linguagem informal para especificações técnicas.

Em seguida foi utilizado a ferramenta desdobramento da função da qualidade (QFD) onde foi possível qualificar os requisitos confrontando-os uns aos outros, com isso foi possível qualificar de modo hierárquico cada requisito. Posteriormente, pode-se partir para a etapa da estrutura funcional, atribuindo funções parciais e elementares para cada um dos requisitos técnicos.

Com a estrutura funcional, criou-se a matriz morfológica, nela foi exemplificado possíveis equipamentos, ferramentas, elementos e materiais para a construção do produto, dando origem a 04 (quatro) possibilidades de modelos básicos teóricos, após essa definição foi utilizado uma ferramenta chamada passa não passa, onde confronta-se os requisitos técnicos com os possíveis itens a serem utilizados, assim, cada um dos 04 (quatro) modelos recebe uma nota referente aos itens que passaram e os que não, podendo assim escolher o modelo com maior pontuação, ou seja, o que melhor se qualifica com os requisitos.

Com a escolha do modelo já definido, foi elaborado a proposta comercial, as especificações técnicas, juntamente com o projeto básico do equipamento, após este procedimento e a aceitação do cliente perante esses documentos, parte-se para as etapas finais que são: o projeto executivo, memorial de cálculo, cronograma para instalação e a elaboração dos manuais de montagem e operação.

O equipamento solicitado em questão é uma cicladora (que simula a mastigação da mordida humana), esta deverá possuir um indicador de ruptura de um corpo de prova, que utilizada a força pneumática como matéria prima descolando cilindros continuamente sobre as amostras, exercendo assim uma carga pré-definida em cada ciclo efetuado, quando a amostra sofre um determinado esforço e se rompe, a máquina indicara em qual ciclo ocorreu.

#### **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**







Com o auxílio do QFD organizamos os requisitos do cliente e os requisitos técnicos em forma hierarquicamente conforme Quadro 1.

**Quadro 1: Requisitos do cliente e requisito técnicos**

	Requisitos do cliente hierarquicamente		Requisitos técnicos hierarquicamente
1	Precisão	1	Indicador de ciclos
2	Fácil higienização	2	Qualidade
3	Contador de ciclos	3	Precisão de resultados
4	Agilidade	4	Fornece laudo de testes
5	Segurança	5	Indicador de força aplicada
6	Indicador de ruptura	6	Variação de frequência
7	Satisfação	7	Baixo desgaste
8	Qualidade	8	Regulável
9	Baixo custo	9	Design
10	Robusto	10	Segurança na operação
11	Automático	11	Normas técnica de segurança
12	Versatilidade	12	Baixa manutenção
13	Fácil operação	13	Adaptativo
14	Baixa manutenção	14	Baixo consumo de energia
15	Apropriado para teste	15	Ergonômico
		16	Resistente
		17	Baixo índice de ruídos
		18	Manual instruções
		19	Manual de operação
		20	Fácil higienização

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Seguindo os dados do QFD, da se início a **estrutura funcional**, dando definições preliminares de uma solução aonde etapas do trabalho serão divididas em subfunções com opções na solução de eventuais problemas, através de alternativa criativas para o melhor funcionamento do equipamento. Separando os em funções globais e funções secundárias, mostrados no Quadro 2.

## Quadro 2- Estrutura Funcional

Função geral	Função parcial	Função elementar	Descrição
Indicador de ciclos	Demonstra ciclo de trabalho	Informar ciclo atual	Indicador eletrônico visor/tela
Controlador	Controlar acionamentos de cilindros pneumáticos	Controlar acionamento parcial	Por unidade de cilindro pneumático
	Acionamento eletromecânico	Controlar frequência	Válvulas
Precisão em resultados	Boa fixação	Programável	Controlar força
	Base regulável	Material resistente	Controlar ciclo
Fornecer laudo de teste	Registro do processo	Sem folgas	Aços/fibras/polímeros
		Opções para corpo de prova distintos	Travar corpo de prova
Indicador de força aplicada	Demonstrar força atuante momentânea	Leitura	fixação por garras ajustáveis
		Calculo	Por Sensores
Variação de frequência	Permitir alteração na velocidade do ciclo	Mostrar força de processo	Software
		Ajuste de força	Indicador em tela
Fornecer laudo de teste	Registro do processo	Possibilidade de ajuste	Válvula / CLP
			Válvula regulador
			Potenciômetro

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Com a estrutura funcional pronta, aplicou-se uma técnica desenvolvida por, Fritz Zwicky que chamamos de matriz morfológica. Que condiz, com combinações e recombinações, que possibilitam cruzamento de elementos para uma possível solução, servindo de base para ideias futuras. Com isso pode-se qualificar cada componente de acordo com sua função e adequação aos requisitos.

Uma listagem visual de componentes, mostrando funcionalidade e soluções, indicados no Quadro 3.

## Quadro 2: Matriz Morfológica

FUNÇÃO GERAL	FUNÇÃO PARCIAL	FUNÇÃO ELEMENTAR	Modelos				Melhores configurações			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
Indicador de ciclos	Demonstra ciclo de trabalho	Informar ciclo atual	 Tablet	 Display Digital	 notebook	 IHM	II	IV	I	III
Controlador	Controlar acionamentos de cilindros pneumáticos	Controlar acionamento parcial	 Valvula Simples acionamento	 Valvula duplo acionamento	 Pressostato digital	 Regulador pneumático	II	IV	I	III
		Controlar frequência	 Valvula duplo acionamento	 Valvula Simples Acionamento	 CLP	 Arduino	III	IV	I	II
	acionamento eletromecânico	Programável	 pesos manuais	 Celula de carga	 Motor de passo	 Pneumatica	IV	I	III	II
		controlar força e ciclo	 Inversor de Frequencia	 Sensor Indutivo	 Sensor Foto Eletrico	 Incoeder	I	II	III	IV

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Analisando com dados na **matriz morfológica**, aonde as linhas são as características do projeto e as suas colunas as soluções viáveis.

Com as opções definidas foi criada uma forma de classificação, através do mapeamento de componentes que melhores se adequaram para sua função dentro da máquina. Com base no que o cliente solicitou e nos requisitos técnicos confrontando-os quais são mais apropriados.

Usando uma tabela onde P significa passa para melhores opções e NP descartando o uso, conforme Quadro 4.

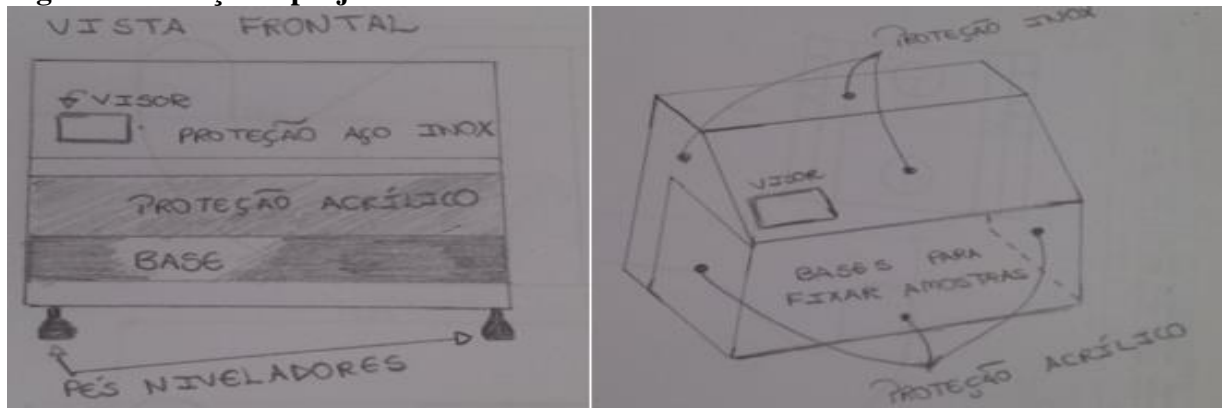
**Quadro 3: Matriz Passa não passa**

Necessidades do cliente	Opções			
	I	II	III	IV
PRECISÃO	P	P	NP	P
FACIL HEGIENIZAÇÃO	P	P	NP	P
CONTADOR DE CICLOS	P	P	P	P
AGILIDADE	NP	NP	NP	NP
SEGURANÇA	P	P	P	NP
INDICADOR DE RUPTURA	P	NP	NP	NP
SATISFAÇÃO	P	P	NP	NP
QUALIDADE	P	P	P	NP
BAIXO CUSTO	P	P	P	P
ROBUSTO	P	P	P	P
AUTOMÁTICO	NP	NP	NP	NP
VERSATILIDADE	P	P	P	NP
FACIL OPERAÇÃO	P	P	P	P
BAIXA MANUTENÇÃO	P	P	P	P
APROPRIADO PARA TESTE	P	P	NP	NP
TOTAL	13	12	8	7

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Seguiu-se então, para a fase do **projeto básico**, os principais objetivos deste processo qual passa os requisitos do produto, é trazer para ao projeto, objetividade, precisão em termos de componentes e funções, prazo e custos. Desse modo, quando se chega em uma concepção de produto, serão relacionados os requisitos para definir o layout.

Trabalhando dessa forma, relacionamos todos os requisitos para chegarmos em uma grande gama de materiais que poderíamos estar implantando na cicladora pneumática, levando em consideração, o conhecimento dos integrantes do grupo, o tempo de pesquisa e construção e custo. Definimos em nosso projeto básico conforme os esboços, conforme a Figura 2.

**Figura 2: Esboço do projeto**

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Seguindo na produção do projeto criou-se um **cronograma**, que é responsável por estabelecer datas de início e conclusão das tarefas. A melhor ferramenta para que o projeto flua é o calendário, um princípio funcional que é levado em consideração é nivelar as tarefas de cada integrante, evitando a sobrecarga, garantindo prazos e qualidade.

Juntamente com o cronograma foi criado a **matriz de responsabilidade** para facilitar a comunicação entre integrantes e possibilita uma fluência das tarefas que são destinadas para cada membro do grupo. Dessa forma as atribuições envolvidas devem ser de certa forma classificadas, sendo por exemplo a informação de que um colaborador deve intervir e tomar uma atitude, ou apenas ser informado da situação. A melhor forma de garantir que os processos ocorrerão de maneira prevista é mapear todas as partes envolvidas, nessas horas a matriz de responsabilidade ajuda na comunicação, organização de projeto e gestão de pessoas, mostrado na Quadro 5.

**Quadro 5: Cronograma, Matriz responsabilidade**

PROJETO DE MAQUINAS	DATAS INICIO	DATAS TÉRMINO	MATRIZ DE RESPONSABILIDADE			
			(JO)- JOSÉ	(LE)- LEANDRO	(MAR)- MARCO	(MCH)- MICHEL
	24/07/17	27/11/17	ANALIZE	EXECUÇÃO	COOPERAÇÃO	
<b>1ª PARTE</b>						
REQUISITOS DO CLIENTE	24/07/17	31/07/17	LE,JO,MAR,MCH	LE,JO	MAR,MCH	
REQUISITOS DO PROJETO	31/07/17	07/08/17	LE,JO,MAR,MCH	JO,LE,MAR	MCH	
QFD- CASA DA QUALIDADE	07/08/17	14/08/17	JO,MAR	MCH	LE	
ENTREGA N1.1 - AULA 04	14/08/17	21/08/17	LE,JO,MAR,MCH	JO	LE,JO,MAR,MCH	
<b>2ª PARTE</b>						
ESTRUTURA FUNCIONAL	21/08/17	28/08/17	MCH	JO,LE,MAR,MCH	JO,LE,MAR,MCH	
MATRIZ MORFOLÓGICA	28/08/17	04/09/17	LE,JO	JO,LE,MAR,MCH	JO,LE,MAR,MCH	
MATRIZ PASSA NÃO PASSA	04/09/17	11/09/17	LE	LE	JO,MAR,MCH	
PROJETO BÁSICO	11/09/17	18/09/17	MCH	MCH	JO,LE,MAR	
CRONOGRAMA	11/09/17	18/09/17	LE,JO,MAR,MCH	LE		
MATRIZ RESPONSABILIDADE	11/09/17	18/09/17	JO,LE,MAR,MCH	LE,MCH	JO,MAR	
ENTREGA N1.2 - AULA 8	11/09/17	18/09/17	JO,LE,MAR,MCH	JO		
<b>3ª PARTE</b>						
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMERCIAL	18/09/17	25/09/17	JO,LE,MAR,MCH	JO,LE,MAR,MCH		
PROPOSTA COMERCIAL	25/09/17	02/10/17	JO,MAR	LE,MCH	JO,MAR	
ENTREGA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO ARTIGO	02/10/17	09/10/17	LE,JO,MAR,MCH	JO	LE,JO,MAR,MCH	
ENTREGA N1.3 - AULA	02/10/17	09/10/17		JO		
<b>4ª PARTE</b>						
PROJETO EXECUTIVO	09/10/17	16/10/17	LE,JO,MAR,MCH	MCH	LE,JO,MAR	
MEMORIAL DE CÁLCULO	16/10/17	23/10/17	LE,JO,MAR,MCH	JO,MAR	LE,MCH	
LISTA DE MATERIAIS	23/10/17	30/10/17	LE,JO,MAR,MCH	LE,JO,MAR,MCH		
MANUAL MONTAGEM	30/10/17	06/11/17	JO,LE,MAR	MCH	JO,LE,MAR	
MANUAL DE OPERAÇÃO	06/11/17	13/11/17	JO,MCH,MAR	LE	JO,MCH,MAR	
ENTREGA ARTIGO - N2	13/11/17	20/11/17	LE,JO,MAR,MCH	JO		
ENTREGA N2 - AULA	20/11/17	27/11/17		LE,JO,MAR,MCH		

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Como já foi construída a matriz passa não passa a escolha se deu pela maior pontuação, partindo então para a fase da **especificação técnica e comercial** onde definimos suas características foi elaborado também manuais cronograma de entrega e garantia, após pesquisa e estudo dos itens foi elaborada os seguintes dados contidos no Quadro 6.

**Quadro 4: Especificação técnica.**

Nome técnico: Cicladora pneumática
Nome comercial: Cicladora IRP5HZ
Peso: 25kg
Altura: 606 mm
Altura da abertura frontal: 244mm
Profundidade: 379 mm
Comprimento: 846 mm
Chapa inoxidável AISI 304 #2mm
Lubrificante processual: Vaselina
Montagem estrutural: Solda Sanitária (TIG)

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Na sequência, no Quadro 7 foi especificado os seguintes recursos para a Cicladora:

**Quadro 5: Recursos cicladora**

A Cicladora possui os seguintes recursos:
---

Alimentação Bivolt (110 ou 220 V);
Ajuste de contagem de Ciclos com parada automática;
Sistema com proteção contra quedas de Energia, a Cicladora retoma o ensaio mantendo a contagem assim que a Energia retornar;
Ajuste na frequência dos pistões com valor máximo de até 5 Hz;
Possibilidade de configuração de acordo com o corpo de prova no recuo dos pistões;
Interface com o usuário constituída de um display contendo status do programa, contagens e temporizações e botões para ajuste dos parâmetros;
Conjunto de Alongadores em inox que são adaptáveis a vários tipos de corpo de prova;
Pressão de trabalho recomendada:
Mínima 4 Bar                      Máxima – 6 Bar

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Com a o desenvolvimento da proposta comercial juntamente com a especificação técnica foi dado sequência no projeto 3D que foi utilizada a ferramenta SolidWorks para sua consolidação. Juntamente com o projeto 3D fez-se necessário a elaboração de uma lista de custos conforme Quadros 8 e 9, uma lista de materiais indicada na tabela 9, um memorial de cálculo e manual de montagem e operação.

#### Quadro 6: Valor do equipamento

Quantidade	Descrição	Valor unitário	Valor Total
	Material Estrutural		R\$ 1160,00
	Materiais pneumáticos		R\$ 1960,00
	Materiais Elétricos		R\$ 2310,00
40	Horas projeto	R\$ 20,00	R\$ 800,00
80	Horas fabricação	R\$ 20,00	R\$ 1600,00
08	Horas corte dobra / usinagem	R\$ 150,00	R\$ 1200,00
10	Horas programação	R\$ 25,00	R\$ 250,00
TOTAL	R\$ 9280,00		

Fonte: Dados da pesquisa (2017).



**Quadro: 7 Lista de materiais**

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	PC0001-U	SAPATA M12	4
2	PC0001-M	Cilindro pneumático CD85N25-100	6
3	PC0002-U	CONEXAO EM L QSL-1/8-10	12
4	CMT-0002U	SUPORTE HASTE CILINDRO	6
5	632581	PORCA M8	6
6	PC0003-U	Filtro regulador 1/4 com manômetro	1
7	CMT-0003U	FECHAMENTO MAQUINA	1
8	PC0004-U	BOTÃO EMERGENCIA	1
9	CMT-0004U	PROTEÇÃO	2
10	CMT-0005U	TAMPA FRONTAL	1
11	PC0005-U	DOBRADIÇA PLASTICA	2
12	PC0006-U	PUCHADOR ALUMINIO	1
13	PC0007-U	CLIL 02 WEG	1

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O memorial de cálculo, levou em consideração as forças exercidas durante o processo de ciclagem, baseando-se também na utilização da máquina foi fornecido uma tabela com parâmetros de força e pressão equivalentes. Com base nisso chegou-se no memorial adequado para o processo, conforme o Quadro 10 contém a força teórica aplicada em cada pistão.

Diâmetro da haste: **25mm**

Curso da haste: **100mm**

Rosca da haste: **Externa M12x 1,5**

Amortecimento: **Flexível amortecimento para ambos os lados.**

**Quadro 8: Força aplicada em cada pistão**

FORÇAS		PRESSÕES		DIÂMETRO
N	Kgf	Mpa	BAR	mm
50	5,10	0,10	1	25
100	10,20	0,20	2	25
150	15,30	0,31	3,1	25
200	20,40	0,41	4,1	25
250	25,51	0,51	5,1	25
300	30,61	0,61	6,1	25
350	35,71	0,71	7,1	25
400	40,81	0,81	8,1	25
450	45,91	0,91	9,1	25
500	51,02	1,02	10	25

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

**1 bar = 100000 Pa** (Unidade SI de pascal N/m<sup>2</sup>)

**P**= Pressão (N/m<sup>2</sup>)

**A**= Área (m<sup>2</sup>)

**F**= Força (N)

**Fórmulas para encontrar essas unidades:**

$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = D^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$F = A \cdot P$$

$$A = \frac{F}{P}$$

Exemplificaremos uma amostra para entendimento de regulagem da máquina, no caso o usuário da máquina queira usar no filtro regulador de pressão para detectar a força na amostra. (Consta no manômetro do filtro 6 bar). 6 bar = 600000 Pa) Pa = N/ m<sup>2</sup>

Diâmetro do cilindro. D = 25mm ou 0,025m.

$$A = (0,025^2) \cdot \frac{\pi}{4} = 0.000490873 \text{ m}^2$$

$$F = 0.000490873 \text{ m}^2 \cdot 600000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 294.5238 \text{ N ou } 30,05 \text{ kgf}$$

$$P = 294.5238 \text{ N} / 0.000490873 \text{ m}^2 = 600000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ ou } 6 \text{ bar}$$

Cálculo de consumo médio de ar comprimido por unidade de pistão. Lembrando que esse valor é com a extensão total da haste do cilindro, já com a utilização das ponteiras, esse valor irá variar em 50%.

**C**: Consumo de ar comprimido (l/s)

**A**: Área efetiva do pistão (mm<sup>2</sup>)

**L**: Curso de avanço e retorno do cilindro (mm) 2x o curso somando avanço e retorno

**ηc**: Números de ciclos por segundo

**P**: Pressão de trabalho (bar)

$$C = \frac{A \cdot L \cdot \eta_c \cdot (P_t + 1,013)}{1,013 \times 10^6}$$

$$1,013 \times 10^6$$

Cálculo demonstrativo do cilindro utilizado em nosso equipamento de diâmetro de 25mm, usando número de ciclos de  $\eta_c$ : 0,5 um ciclo a cada 2 segundo e uma pressão de estimada de  $P = 6$  bar.

$$A = D^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$A = (25\text{mm})^2 \cdot \pi / 4 = 490.873 \text{ mm}^2 \text{ ou } 0.000490873\text{m}^2$$

$$L = 2 \times 100\text{mm} = 200\text{mm}$$

$$\eta_c = 0,5$$

$$C = \frac{490.873\text{mm}^2 \times 200\text{mm} \times 0,5 (6 + 1,013)}{1.013 \times 10^6}$$

$$C = 0.33981426 \text{ L/s}$$

CÁLCULO DE CONSUMO INSTANTÂNIO AR COMPRIMIDO POR UNIDADE DE PISTÃO

$$C_i = (\text{L/m})$$

$$C_i = \frac{A \cdot L (P_t + 1,013) \cdot 60}{t \cdot (1,013 \times 10^6)}$$

$$A = D^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$A = (25\text{mm})^2 \cdot \pi / 4 = 490.873 \text{ mm}^2 \text{ ou } 0.000490873\text{m}^2$$

$$t = \text{segundo}$$

$$L = \text{curso de avanço}$$

$$P = \text{Pressão}$$

$$C_i = \frac{490.873\text{mm}^2 \cdot 100\text{mm} \cdot (6 + 1,013) \cdot 60}{1\text{s} \cdot (1,013 \times 10^6)}$$

$$C_i = 20,38 \text{ L/m}$$

O manual de instruções Figura 3 contém informações extremamente necessárias para a utilização do produto, lá é exemplificado de forma clara como realizar os procedimentos cabíveis na preparação das amostras e como efetuar a correta programação do sistema. Possui também lista de materiais que possivelmente com o passar do tempo necessitarão de reparo ou substituição, possui o código e é demonstrado em uma vista explodida da máquina onde cada peça se encontra.

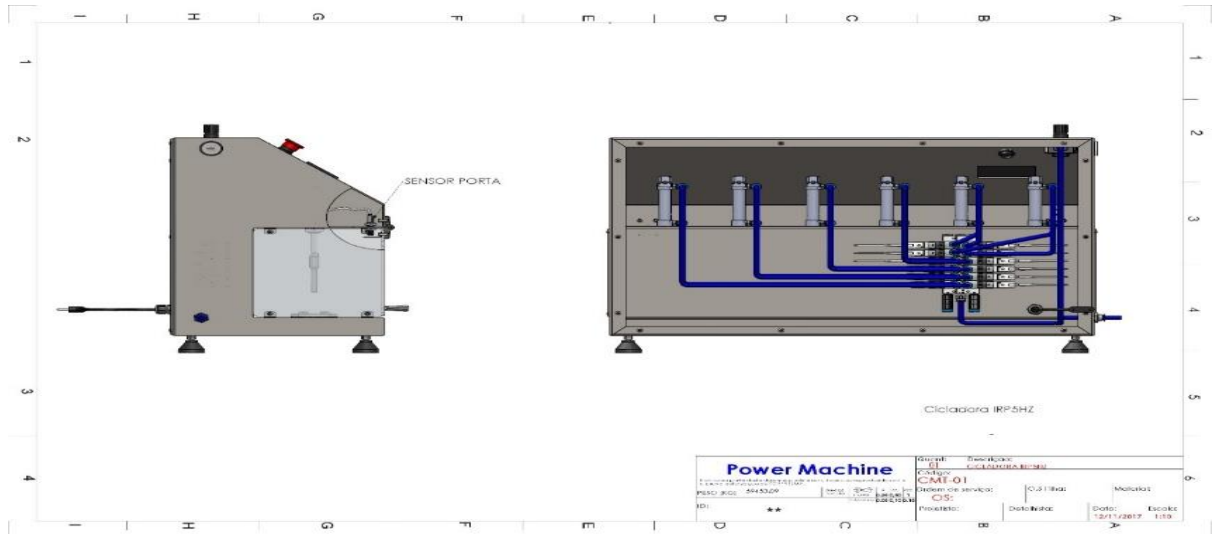
**Figura 1 - Manual de instruções**



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Por fim chegou-se no seguinte projeto executivo, na Figura 4 mostra a parte pneumática.

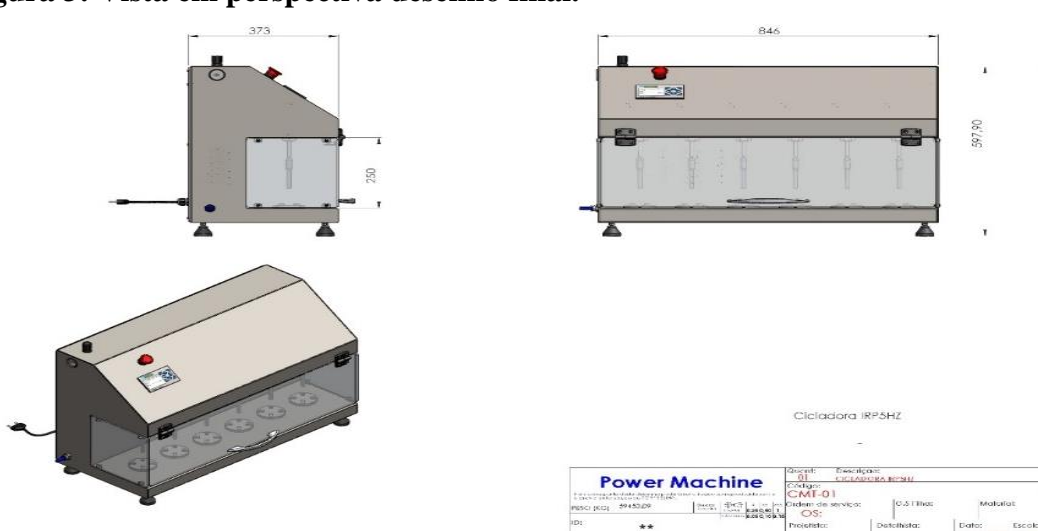
**Figura 2 - Projeto executivo, detalhe pneumática**



Fonte: Dados da pesquisa, auxílio Software Solidworks (2017).

Na Figura 5 temos uma vista em perspectiva do desenho final.

**Figura 3: Vista em perspectiva desenho final.**

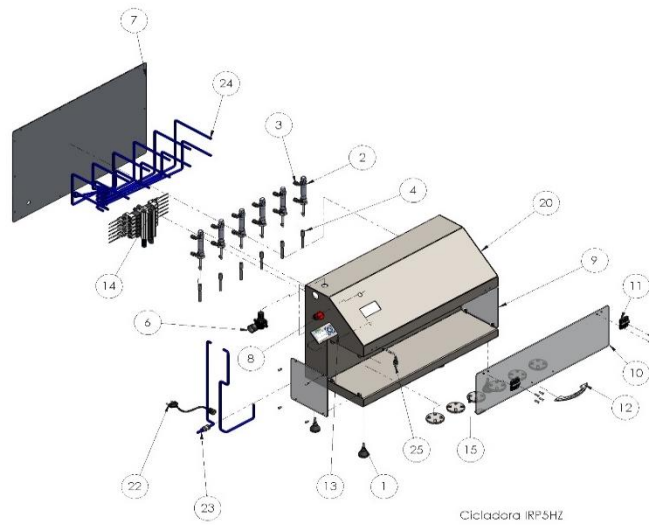


Fonte: Dados da pesquisa, auxílio do Software Solidworks (2017).

Na Figura 6 está representado o equipamento em uma vista explodida, com a nomenclatura dos componentes internos.

**Figura 4: Vista explodida**

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	PC0001-U	SAPATA M12	4
2	PC0001-M	Cilindro pneumático CDBR25-100	6
3	PC0002-U	CONEXAO EM L G3/1/8-10	12
4	CMT-0002U	SUPORTE HASTE CILINDRO	6
5	632581	PORCA M8	6
6	PC0003-U	Filtro regulador 1/4 com manômetro	1
7	CMT-0003U	FECHAMENTO MAQUINA	1
8	PC0004-U	BOTÃO EMERGENCIA	1
9	CMT-0004U	PROTEÇÃO	2
10	CMT-0005U	TAMPA FRONTAL	1
11	PC0005-U	DOBRAÇA PLASTICA	2
12	PC0006-U	PUCHADOR ALUMINIO	1
13	PC0007-U	CUL02 WEG	1
14	PC0002-M	CONJUNTO BLOCO DE VALVULA	1
15	CMT-0001-M	CONJUNTO MORDENTE	6
16	893254	PORCA M5	16
17	659871	PARAFUSO ALLEN M5X20	8
18	255671	PARAFUSO ALLEN ABALIADO M5X20	8
19	259783	PARAFUSO ALLEN ABALIADO M5X12	14
20	CMT-01-0001-M	CONJUNTO ESTRUTURA	1
21	PC00012-U	FRENSA CABO STECK PG 13.5.5802 U	1
22	PC00013-U	CABO ENERGIA	1
23	PC00014-U	UNIÃO PASSA-MURO G3/8-10	1
24	PC00015-U	MANGUEIRA PU 10	1
25	PC00017-U	SENSOR INDUTIVO M12	1
26	CMT-0013U	SUPORTE SENSOR	1



Cicladora IRP5HZ

<b>Power Machine</b>		Microt: 01	Emendaço: 01
PESO BRUTO: 9943209		Código: CMT-01	
Projeto: **		Orden de serviço: OS:	Detalhista: Data: Escola: 12/11/2017 11:10

Fonte: Dados da pesquisa, auxílio Software Solidworks (2017).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de todo o processo fornece uma maior possibilidade de sucesso frente aos requisitos fornecido pelo cliente, as ferramentas utilizadas, tal como o QFD, matriz morfológica e passa não passa quando construídas adequadamente garantem essa possibilidade, seus métodos são precisos e organizados que proporcionam uma visão ampla da questão elaborada, com isso os projetistas não serão tentados a utilizar uma ideia fixa ou até mesmo uma primeira solução, cada item é confrontado com o anterior, fazendo com que o projeto todo seja pensado e repensado, possibilitando a correção de erro ou alteração de características logo no começo.

O projeto da cicladora teve como objetivo não somente a concepção do produto final, mas sim, relatar cada processo, cada item e confronto construído durante toda a sua concepção, ou seja, o produto final nada mais é do que a junção de vários fragmentos adquiridos durante um determinado período pelo estudo e aplicação das ferramentas fornecidas para o processo.

## REFERÊNCIAS

AVELLAR, DUARTE, **Definição de projeto**. 23 dez. 2011. Disponível em: <http://www.avellareduarte.com.br>. Acesso em outubro 2017.



BACK, Nelson. *et al.* **Projetos integrados de produtos.** Planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Editora Malone Ltda. 2008.

CHESHIRE, Derek. **Matriz Morfológica.** Disponível em:  
<http://diretornak.com/matriz-morfologica>. Acesso em outubro 2017.

MADUREIRA, M, Omar. **Metodologia de projeto.** Planejamento, execução e gerenciamento. São Paulo. Editora Blucher. 2010.

MONTES, Eduardo. **Matriz de responsabilidade.** Disponível em:  
<https://escritoriodeprojetos.com.br/matriz-de-responsabilidades>. Acesso em outubro 2017.

MONTES, **O que é um projeto?** Minas Gerais, 15 fev. 2008. Disponível em:  
<https://escritoriodeprojetos.com.br/o-que-e-um-projeto>. Acesso em outubro 2017.  
Janeiro: Editora INTERCIÊNCIA, 2012.

NR, **Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego.** NR-12 - Máquinas e Equipamentos. 2009.

PAHL, G. *et al.* **Projeto na Engenharia:** fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos; métodos de aplicações. São Paulo: Edgar Blucher, 2005.