



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**DAVID MARQUES SARMENTO**

**ANÁLISE DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE NECESSIDADES,  
COMPRAS E ESTOQUE DE COMPONENTES ELETRÔNICOS, UTILIZADOS  
PARA PROTÓTIPOS, PEQUENOS E MÉDIOS LOTES DE PRODUÇÃO DE  
PLACAS ELETRÔNICAS: CASO DA EMPRESA PRODUZA S/A**

Palhoça

2019

**DAVID MARQUES SARMENTO**

**ANÁLISE DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE NECESSIDADES,  
COMPRAS E ESTOQUE DE COMPONENTES ELETRÔNICOS, UTILIZADOS  
PARA PROTÓTIPOS, PEQUENOS E MÉDIOS LOTES DE PRODUÇÃO DE  
PLACAS ELETRÔNICAS: CASO DA EMPRESA PRODUZA S/A**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Paulo Roberto May, MSc.

Palhoça

Ano 2019

**DAVID MARQUES SARMENTO**

**ANÁLISE DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE NECESSIDADES,  
COMPRAS E ESTOQUE DE COMPONENTES ELETRÔNICOS, UTILIZADOS  
PARA PROTÓTIPOS, PEQUENOS E MÉDIOS LOTES DE PRODUÇÃO DE  
PLACAS ELETRÔNICAS: CASO DA EMPRESA PRODUZA S/A**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Palhoça, 17 de junho de 2019.

---

Professor e orientador Paulo Roberto May, MSc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Juliano Mazute, MSc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Valnei Carlos Denardin, MSc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho à toda minha família, em especial a minha mãe Cláudia, a meu pai Renato “*In Memoriam*”, a minha esposa Carmencita e minha filha recém nascida Maria Vitória, por todo amor, apoio e inspiração, essenciais para conclusão dessa etapa.

.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade do Sul de Santa Catarina e ao Curso de Engenharia de Produção por toda estrutura, apoio oferecido e ensinamento compartilhado durante esta caminhada.

Ao meu professor orientador Paulo Roberto May, que não mediu esforços para auxiliar na conclusão deste trabalho, acompanhando cada passo, me tranquilizou e dividiu seu conhecimento comigo.

Agradeço à empresa Produza S/A, por permitir a elaboração deste trabalho, toda sua estrutura e fornecimento dos dados essenciais para a conclusão deste estudo. Empresa que tem toda minha gratidão, pois além do estudo realizado, me proporcionou toda a flexibilidade e confiança necessária para que fosse possível estudar e me desenvolver junto com a empresa.

Agradeço aos meus amigos, que são como irmãos e estão ao meu lado nos momentos bons e ruins. E aos amigos e colegas que fiz na universidade, pelos momentos de companheirismo e descontração no decorrer do curso.

Em especial, agradeço aos meus familiares, meu pai Renato Sarmento “*In Memoriam*”, que sempre esteve em meus pensamentos, me inspirando e foi um dos principais responsáveis por proporcionar a oportunidade que tive de estudar e estar concluindo este objetivo. Minha mãe, Claudia R. Berwanger, que fez de tudo para proporcionar essa oportunidade, sempre me incentivando e sendo meu maior exemplo e orgulho de pessoa. E minha esposa, Carmencita S. Schweitzer, que me acompanhou desde o início, me apoiando para que essa etapa fosse concluída, além de me dar a maior motivação que eu poderia ter, minha filha recém nascida Maria Vitória S. Sarmento.

“Mais arriscado que mudar é continuar fazendo a mesma coisa.” (Peter Drucker).

## RESUMO

A produção de protótipos, pequenos e médios lotes de produção têm o propósito de auxiliar o desenvolvimento de produtos de empresas de desenvolvimento tecnológico. No mercado altamente competitivo, o tempo é crucial para sucesso dos projetos. A Produza S/A, empresa do estudo de caso, realiza a terceirização completa ou parcial, fornecendo ao mercado a industrialização de protótipos, pequenos e médios lotes de produtos eletrônicos. Além da manufatura de placas eletrônicas, presta serviços de administração da logística de compra e distribuição de componentes. O objetivo geral deste trabalho foi o de analisar o processo de planejamento de necessidades, compras e o estoque de componentes eletrônicos da empresa. Na análise do processo de compras, observou-se que a busca por componentes eletrônicos é realizada exatamente pelo código de fabricação do componente definida na lista de materiais do produto. E que as principais dificuldades na obtenção de componentes são: *lead time* alto e obsolescência. Além disso, a maior parte de itens que possuem dificuldades de compras são componentes de menor valor agregado, como resistores e capacitores. Na análise do estoque, eles também representam a maior parte, com mais de oitenta por cento do estoque de componentes. Como a empresa do estudo de caso presta serviços para outras empresas, que são as responsáveis pelos produtos produzidos, foi realizada uma pesquisa com os clientes, para identificar os principais critérios na utilização de resistores e capacitores em seus projetos. Concluiu-se que, para esses itens e a maior parte dos clientes, há a possibilidade de utilização de componentes equivalentes, ou seja, que não possuam o mesmo código de fabricação, mas que possuam as mesmas características técnicas. Entretanto, apesar de afirmarem que na maior parte das vezes aceitarão utilizar os componentes equivalentes sugeridos, sempre devem ser consultados sobre a possibilidade de uso no seu produto.

**Palavras-chave:** Resistores. Capacitores. Código de fabricação. Indústria eletrônica. Compra de componentes eletrônicos.

## ABSTRACT

*The production of prototypes, small and medium production lots have the purpose of helping the development of products of technological development companies. In the highly competitive market, time is crucial to project success. The Produza S/A, the company of the case study, performs the complete or partial outsourcing, providing to the market the industrialization of prototypes, small and medium lots of electronic products. In addition to the manufacture of electronic boards, it provides logistics management services for the purchase and distribution of components. The general objective of this work was to analyze the process of planning needs, purchases and stock of electronic components of the company. In the analysis of the purchasing process, it was observed that the search for electronic components is carried out exactly by the manufacturing part number of the component defined in the product bill of materials. Also that the main difficulties in obtaining components are: high lead time and obsolescence. Also, most most items that have difficulties to buy are components of lower value added, such as resistors and capacitors. In stock analysis, they also account for the higher bulk of components, with more than eighty percent of the stock of components. As the case study company provides services to other companies, which are responsible for the products produced, a survey was conducted with clients to identify the main criteria in the use of resistors and capacitors in their projects. It was concluded that for these items and the majority of customers, there is the possibility of using similar components, that is, that do not have the same manufacturing part number, but have the same technical characteristics. However, although they say that they will generally agree to use the suggested equivalent components, they should always be consulted about the possibility of use in their product.*

**Keywords:** *Resistors. Capacitors. Manufacturing part number. Electronic industry. Purchase of electronic components.*

## LISTA DE SIGLAS

BOM - *Bill of Materials*

CEMS - *Contract Electronic Manufacturing Services*

CM - *Contract Manufacturer*

EIA - *Electronic Industries Association*

EMS - *Electronic Manufacturing Service*

IPN – *Internal Part Number*

MELF - *Metal Electrode Face Bonded*

MOQ - *Minimum Order Quantity*

MPN - *Manufacturer Part Number*

MRP - *Materials Requirements Planning*

OEM - *Original Equipment Manufacturer*

PCI – *Placa de Circuito Impresso*

PTH - *Pin Through Hole*

RoHS - *Restriction on the Use of Hazardous Substances*

SC - *Solicitação de Compra*

SMD - *Surface Mounting Device*

SMT - *Surface Mount Technology*

THT - *Through-hole technology*

## LISTA DE FIGURAS

Figure 1 - Componente PTH .....	27
Figure 2- Componentes axiais e radiais.....	28
Figure 3 - Componente SMD .....	29
Figure 4 - Exemplo Flat Chip 1210.....	30
Figure 5- Tipos de Melf.....	32
Figure 6 - Exemplo tântalo A .....	33
Figure 7 - Exemplo capacitor eletrolítico SMD .....	34
Figure 8 - Exemplo identificação de resistor PTH .....	38
Figure 9 - Identificação de resistores SMD do tipo E24 e E96 .....	39
Figure 10 - Exemplos de marcações de capacitores .....	43
Figure 11 - Polaridade capacitores .....	43
Figure 12 - Estrutura de produto para o telefone.....	46
Figure 13 - MPN – Manufacturing Part Number. ....	48
Figure 14- Esquema do planejamento de materiais em um MRP .....	52
Figure 15 - Exemplo do Diagrama de Pareto .....	56
Figure 16 - Organograma setorial da empresa.....	59
Figure 17 - Imagem Satélite da Produza S/A em Florianópolis/SC .....	60
Figure 18 - Imagem externa da Produza S/A em Florianópolis/SC .....	60
Figure 19 - Organograma da empresa localizando as áreas de estudo .....	61
Figure 20 - Estrutura de Produto no MRP da empresa.....	64
Figure 21 - Setor de estoque .....	69
Figure 22 - Identificação rolo de componentes .....	70

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência de alterações na BOM.....	49
Gráfico 2 – Gráfico em radar da importância dada aos critérios de seleção .....	49
Gráfico 3 – Motivos das dificuldades de compras de componentes eletrônicos .....	67
Gráfico 4 – Componentes com dificuldades de compras por característica técnica .....	67
Gráfico 5 – Componentes com dificuldades de compras por tecnologia de montagem.....	68
Gráfico 6 – Componentes em estoque por característica técnica .....	72
Gráfico 7 – Quantidade de unidades de embalagem em estoque por tipo.....	73
Gráfico 8 – Componentes em estoque por tecnologia de montagem .....	73
Gráfico 9 – Primeira questão, características de um resistor.....	78
Gráfico 10 – Segunda questão, características de um capacitor .....	78
Gráfico 11 – Terceira questão, utilização de componentes equivalentes .....	79
Gráfico 12 – Quarta questão, notificação da utilização de componentes equivalentes .....	80
Gráfico 13 – Quinta questão, tipos de componentes que poderiam ser comprados equivalentes .....	81
Gráfico 14 – Oitava questão, número de colaboradores dos clientes participantes .....	82
Gráfico 15 – Nona questão, tempo de existência dos clientes participantes .....	83
Gráfico 16 – Décima questão, seguimentos de atuação dos clientes participantes .....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Encapsulamentos Flat chip .....	31
Tabela 2 - Encapsulamentos tântalo .....	32
Tabela 3 – Características dos tipos mais comuns de resistores.....	36
Tabela 4 – Marcações BS 1852 de multiplicador de resistor .....	39
Tabela 5 – Marcações BS 1852 de tolerância do resistor.....	39
Tabela 6 – Características dos tipos mais comuns de capacitor .....	42
Tabela 7 – Taxa de falhas para diferentes níveis de qualidade .....	44
Tabela 8 - Lista de Material para o Telefone.....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características similares em uma família de componentes .....	25
Quadro 2 - Tipos de resistores SMD .....	36
Quadro 3 - Especificações tipo E24 .....	36
Quadro 4 - Especificações tipo E96 .....	37
Quadro 5 – Valores para identificação de resistores .....	38
Quadro 6 – Identificação de resistores E192 e alguns da série E96 .....	40
Quadro 7 - Bill of Materials (BOM).....	63
Quadro 8 - Estoque de componentes da empresa por ano de última movimentação .....	71
Quadro 9 - Os 15 tipos de capacitores mais usados. ....	75
Quadro 10 - Os 15 tipos de resistores mais usados. ....	76

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1	PROBLEMA.....	17
1.2	JUSTIFICATIVA .....	18
1.3	OBJETIVO GERAL .....	19
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>19</b>
1.4	LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	19
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	20
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
3.1	TERCEIRIZAÇÃO.....	23
<b>3.1.2</b>	<b>Serviço Eletrônico de Manufatura.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Montagem de protótipos e pequenas séries.....</b>	<b>24</b>
3.2	CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS .....	25
<b>3.2.1</b>	<b>Tecnologia de Montagem.....</b>	<b>26</b>
3.2.1.1	Componentes PTH.....	26
3.2.1.1.1	<i>Axiais e Radiais .....</i>	<i>27</i>
3.2.1.2	Componentes SMD .....	28
3.2.1.2.1	<i>Encapsulamentos SMD.....</i>	<i>29</i>
<b>3.2.2</b>	<b>Componentes Passivos, Ativos e Discretos.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Resistores.....</b>	<b>35</b>
3.2.3.1	Especificações de Resistores .....	35
3.2.3.2	Identificação dos resistores.....	37
<b>3.2.4</b>	<b>Capacitores .....</b>	<b>40</b>
3.2.4.1	Especificações de capacitores.....	41
3.2.4.2	Identificação de capacitores .....	42
<b>3.2.5</b>	<b>Taxa de falhas entre componentes.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Componentes eletrônicos <i>Lead Free</i> .....</b>	<b>45</b>
3.3	ESTRUTURA DE PRODUTO.....	46
<b>3.3.1</b>	<b>BOM - <i>Bill of Materials</i> .....</b>	<b>46</b>
3.3.1.1	<i>MPN – Manufacturer part number .....</i>	<i>47</i>
<b>3.3.2</b>	<b>Alterações de BOM .....</b>	<b>48</b>
3.4	SUPRIMENTOS.....	50

<b>3.4.1</b>	<b>Estoque de Materiais.....</b>	<b>50</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Planejamento de materiais .....</b>	<b>51</b>
3.4.2.1	MRP - <i>Materials Requirements Planning</i> .....	52
3.4.2.1.1	<i>Percentual de perda de processo.....</i>	<i>53</i>
<b>3.4.3</b>	<b>Compras de materiais .....</b>	<b>53</b>
3.5	DIAGRAMA DE PARETO.....	55
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO .....</b>	<b>57</b>
4.1	PERFIL DA EMPRESA .....	57
<b>4.1.1</b>	<b>Localização da empresa .....</b>	<b>59</b>
4.2	ÁREA DE ESTUDO.....	60
4.3	ANÁLISE DO PROCEDIMENTO .....	62
<b>4.3.1</b>	<b>Setor de Engenharia de Produto.....</b>	<b>62</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Setor de PCP &amp; Suprimentos .....</b>	<b>65</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Setor de Compras .....</b>	<b>66</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Estoque .....</b>	<b>69</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Análise das Estruturas de Produtos .....</b>	<b>74</b>
<b>4.3.6</b>	<b>Posicionamento dos clientes ativos da empresa.....</b>	<b>76</b>
4.3.6.1	Resultados.....	77
4.4	CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO.....	84
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>87</b>
5.1	SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS.....	88
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE A – TIPOS DE CAPACITORES MAIS USADOS.....</b>	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE B – TIPOS DE RESISTORES MAIS USADOS. ....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE C – CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO NA</b>	
	<b>EMPRESA.....</b>	<b>98</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a ABINEE (2018) o faturamento brasileiro do setor elétrico e eletrônico cresceu 5% no ano de 2017, na comparação com 2016, atingindo R\$ 136 bilhões. Em 2017, as compras externas de produtos elétricos e eletrônicos expandiram 16% na comparação com igual período do ano anterior, atingindo US\$ 29,6 bilhões, onde se destacaram as importações de componentes elétricos e eletrônicos, que representaram 60% dessas compras, somando US\$ 17,8 bilhões em 2017, com aumento de 27% na comparação com o ano anterior.

Segundo levantamento realizado pelo Labelectron (2007 apud ACATE, 2007) a indústria brasileira tem demandas expressivas em pequenas séries e prototipagem de placas eletrônicas como elemento chave na inovação de produtos. O estudo foi realizado nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e obteve importantes resultados, detectando que inúmeras empresas de desenvolvimento eletrônico necessitam montar suas placas eletrônicas em pequenos lotes. O estudo revela que muitas não têm acesso a tecnologias necessárias para montagem e grande dificuldade para encontrar fornecedores nacionais com capacidades de produzir em pequenas quantidades com preços competitivos.

Na indústria de terceirização da manufatura eletrônica de protótipos, pequenos e médios lotes de produção, uma das grandes dificuldades é o processo logístico de componentes eletrônicos, devido à escassez de fabricantes nacionais de componentes eletrônicos, gerando necessidade de importação. Visando atender um mercado que necessita de agilidade no desenvolvimento de seus produtos, a indústria eletrônica precisa que seus processos sejam ágeis e contribuam no mercado que exige o menor tempo aliado a qualidade de produção como determinante para o sucesso dos produtos.

No Brasil, a compra de componentes eletrônicos é dificultada devido à deficiência estrutural do complexo eletrônico brasileiro, de quase ausência da fabricação de componentes eletrônicos. E o tempo de introdução de qualquer novo produto na indústria brasileira, que do pedido a montadora de placas eletrônicas até a entrada do produto na linha de montagem, é de cerca de três meses afirma BNDS (2010).

Conforme SEBEM (2007) uma eficiente gestão de suprimentos num mercado altamente volátil, como o de produtos de eletrônica, vem se tornando uma necessidade que impacta diretamente na competitividade no mercado de industrialização eletrônica, devido à representatividade da matéria-prima no faturamento total do produto vendido que chega a cerca de 60%.

O estudo de caso desenvolvido visa analisar o processo de compras, desde especificação e planejamento de necessidades, as listas de materiais dos mais diversos clientes e o estoque de componentes eletrônicos da empresa, utilizados para protótipos, pequenos e médios de produção de placas eletrônicas, estudo de caso realizado na empresa Produza S/A. Empresa de terceirização completa ou parcial, que fornece ao mercado a industrialização de protótipos, pequenos e médios lotes de produtos eletrônicos. Além da manufatura de placas eletrônicas, presta serviços de administração da logística de compra e distribuição de componentes e materiais nacionais e importados, testes funcionais e integração completa de equipamentos para as empresas de base tecnológica da região sul e do país.

## 1.1 PROBLEMA

Os diversos clientes da Produza S/A, definem e enviam as listas de materiais de seus produtos para realização de todo processo de produção, que se inicia na preparação da documentação pelo setor de Engenharia Industrial, para que se inicie o processo de compras dos componentes eletrônicos. As listas de matérias dos produtos são chamadas de *Bill Of Materials* (BOM). Cada item da BOM, possui um código exclusivo, chamado na indústria de *Manufacturer Part Number* (MPN). No processo de compras atual, a compra é realizada exatamente pelo MPN de cada material definido. No mercado, existem componentes com mesmas características, mas com códigos de fabricação diferentes.

Uma questão importante em discussão na empresa é a análise da possibilidade de que para itens de menor valor agregado, como resistores e capacitores, se a definição destes materiais pode ser realizada por meio de suas características técnicas e não exatamente pelo código de fabricação. Gerando assim, a oportunidade de compras otimizadas para os diversos clientes e a utilização do estoque excessivo de itens equivalentes, mas com códigos de fabricação diferentes. Situação, que hoje, fica impossibilitada de ser utilizada em produtos que não solicitem exatamente o MPN definido.

As dificuldades de compra de componentes eletrônicos tendem a ocorrer por quatro motivos:

- *Lead time* alto ou falta de estoque nos fornecedores;
- Obsolescência;
- Compra mínima maior do que o necessário; e
- Custo elevado.

Quando ocorre a detecção de um dos problemas citados, perde-se tempo na comunicação entre a empresa do estudo de caso e o cliente, e na busca por itens alternativos.

Com isso, buscou-se analisar o processo de compras, desde especificação e planejamento de necessidades, as listas de materiais dos produtos dos mais diversos clientes e o estoque atual de componentes eletrônicos da empresa Produza S/A, a fim de responder a seguinte pergunta:

Como otimizar o processo de compras e estoque de componentes eletrônicos para produção de protótipos, pequenos e médios lotes de placas eletrônicas na empresa Produza S/A?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A Produza S/A, na função de *Contract manufacturer* (CM) ou mais especificamente *Electronic Manufacturing Service* (EMS), além da montagem de produtos eletrônicos, realiza a compra de componentes eletrônicos e gestão de estoque dos mesmos. Levando em conta a carência de fabricantes de componentes eletrônicos no país, o processo logístico se resume na importação por intermédio de fornecedores de países como China e Estados Unidos.

A produção de protótipos, pequenos e médios lotes de produção têm o propósito de auxiliar o desenvolvimento de produtos de empresas de desenvolvimento tecnológico que não possuem estrutura e tecnologia para produção dos mesmos. No mercado altamente competitivo, o tempo é crucial para sucesso dos projetos.

O processo de importação é realizado para os mais diversos produtos e clientes. E o estoque da empresa é composto de componentes eletrônicos dos mais variados fabricantes, devido às variações das listas de matérias dos produtos.

A necessidade do estudo caracteriza-se pelo elevado tempo do processo de compras e o estoque excessivo para uma empresa que realiza compras dedicadas a pequenos e médios lotes. Ou seja, é necessário analisar o processo de compras, desde a especificação e planejamento das necessidades, as listas de materiais dos mais variados clientes e o estoque atual de componentes eletrônicos da empresa, para identificar possíveis melhorias que aumentariam a competitividade do setor com menores prazos de industrialização.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é:

Analisar o processo de planejamento de necessidades, compras e o estoque de componentes eletrônicos da empresa, para montagem de protótipos, pequenos e médios lotes de produção de placas eletrônicas: caso da empresa Produza S/A.

#### 1.3.1 Objetivos Específicos

- Descrever a organização objeto do estudo;
- Entender o processo de planejamento de necessidades e compras de componentes eletrônicos;
- Analisar o estoque de componentes eletrônicos da empresa;
- Analisar as estruturas de produtos dos clientes ativos da empresa;
- Conhecer o posicionamento dos clientes sobre exigências na compra de componentes; e
- Propor, se necessário, melhorias.

### 1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa específica e todos os dados coletados correspondem ao período de estudo, sendo assim, as técnicas e métodos em estudo, novas aplicações e generalizações merecem um maior aprofundamento para serem aplicados em outras empresas.

O autor possui envolvimento de aproximadamente dez anos com empresa onde é realizado o estudo de caso, fator que, mesmo com todos os cuidados em buscar uma postura o mais isenta possível, pode ter influência na análise, interpretação e apresentação dos fatos.

Outra limitação existente no estudo ocorre devido à compatibilização da terminologia acadêmica com as práticas da indústria, exigindo um esforço do autor para interpretação e utilização das informações recebidas.

Nas análises, apesar de existirem outros problemas que implicam dificuldades no processo de compras de componentes eletrônicos, o foco do trabalho foi em questões de mercado, como: *leadtime*, obsolescência, compra mínima necessária e custos, por exemplo.

A possível expansão deste estudo para os demais processos, bem como uma pesquisa estruturada e mais detalhada poderá ser realizada em fases posteriores a conclusão deste trabalho.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso foi dividido de forma a facilitar o entendimento do tema proposto, como segue:

- Capítulo 1 – introdução, problema, justificativa, objetivos geral e específicos, limitações da pesquisa, e estrutura do TCC.
- Capítulo 2 – Metodologia.
- Capítulo 3 – Fundamentação Teórica.
- Capítulo 4 – Perfil da empresa, apresentação e discussão dos Resultados.
- Conclusão - Conclusões e Recomendações para trabalhos Futuros.

## 2 METODOLOGIA

O embasamento teórico e metodológico existe para dar sustentação ao trabalho científico. A metodologia neste trabalho de conclusão de curso é uma pesquisa aplicada, com abordagem quanti-qualitativa. Em relação ao objetivo ela é descritiva. Os procedimentos utilizados para coleta e análise dos dados são: pesquisa bibliográfica, análise documental, estudo de caso e observação participante.

A pesquisa descritiva, segundo Triviños (2009), possibilita ao investigador ampliar sua experiência em relação a um determinado problema.

A descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, até mesmo, o estabelecimento de relação entre as variáveis, bem como, a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, dentre elas, a aplicação de questionários e a observação sistemática. (GIL, 2010, p. 42)

Na afirmação de Gil (2010, p.29), pesquisa bibliográfica está presente em todas as pesquisas acadêmicas que são elaboradas para dar fundamentação teórica ao trabalho. Segundo o autor, a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado.

Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anis de congressos científicos. Todavia, em virtude da disseminação de novos formatos de informação, estas pesquisas passaram a incluir outros tios de fontes, como discos, fitas magnéticas, CDs, bem como material disponibilizado pela internet. (GIL, 2010, p.42)

Pesquisa documental é fundamentada em documentos, escritos ou não, estabelecendo o que se denomina de fontes primárias. E pode ser realizada no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois, documentando a atividade, argumenta Marconi; Lakatos (2010). Entende-se por documento qualquer objeto capaz de comprovar algum fato ou acontecimento (LAKATOS, *et al*, 2010, p.159).

O procedimento metodológico de estudo de caso, foi escolhido por ter sido realizado em uma organização específica. Sendo uma das principais funções do estudo de caso, a explicação dos fatos ocorridos em um contexto social, são relacionadas com variações sistemáticas, que quando ocorre assim é necessário que se apresente em tabelas, quadros ou gráficos com uma análise que os caracterizam. (FACHIN, 2006).

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso que ocorre por meio da observação participante, por ser uma das grandes tendências metodológicas nesse campo da administração, por permitir que se façam levantamentos, observações e experimentos que permitem atingir conhecimento sobre opiniões, atitudes, e percepções dos indivíduos agentes de todo processo. (TRIVIÑOS, 2009).

De acordo com Marconi; Lakatos (2010) observação participante tem o objetivo de inserir o observador e o observado no mesmo contexto, com o intuito de que o observador seja parte integrante do grupo, vivenciando todos os passos do processo que os outros vivenciam.

Segundo Lakatos (2010) o desenvolvimento da pesquisa pode ser realizada de forma não estruturada, ou seja, as perguntas podem ser abertas e respondidas em uma conversa informal. O entrevistador possui liberdade de desenvolvimento, podendo direcionar em qualquer situação que considere adequada e explorar de maneira mais ampla as questões necessárias. Se realizada de maneira não dirigida, o entrevistador possui total liberdade para expressar suas opiniões, onde sua principal função é incentivar, porém sem força-lo na resposta, o entrevistado a falar sobre determinado assunto.

Para compreender o comportamento dos clientes da empresa na definição de alguns itens específicos, foi realizada uma pesquisa informal, com dados coletados diretamente com os entrevistados, que são todos os clientes ativos da Produza S/A e que realizam, além da industrialização das placas eletrônicas, toda ou parte da logística dos componentes eletrônicos utilizados.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse Capítulo os principais conceitos necessários para a compreensão dos estudos são apresentados.

#### 3.1 TERCEIRIZAÇÃO

A terceirização é o processo de transferência para terceiros de atividades que não são a especialidade tecnológica da empresa. Ou seja, a fabricação de seu produto é transferida a um fornecedor que, com processos mais modernos e produtivos, devido a ser sua atividade principal e maior especialidade, garantem melhor qualidade e menores custos. Os fornecedores e compradores de serviços devem atuar em parceria, onde a confiança é uma condição indispensável, devido que recursos e informações, geralmente confidenciais são trocados entre as empresas. (OLIVEIRA, 2011)

Dentro da terceirização, há seguimentos específicos, nos tópicos a seguir são explicados os conceitos de serviço eletrônicos de manufatura e montagem de pequenas séries.

##### 3.1.2 Serviço Eletrônico de Manufatura

A empresa do estudo de caso presta serviços de montagens de placas eletrônicas para clientes que irão utiliza-las em seus produtos.

Nas palavras de Conceição *et al.* (2009, p.1):

Uma característica relevante do setor eletroeletrônico é a predominância de um modelo organizacional em que as empresas detentoras da marca, denominadas OEM (Original Equipment Manufacturer), terceirizam a produção para as empresas que prestam serviços de manufatura, denominadas EMS (Electronic Manufacturing Services). As empresas de serviço eletrônico de manufatura EMS (Electronic Manufacturing Service) ou CEMS (Contract Electronic Manufacturing Services) são um caso especial de CM (Contract Manufacturer).

A Produza S/A ([2018b]), se autodenomina como uma CM, que são empresas que realizam a terceirização, completa ou parcial, fornecendo a industrialização de lotes de produtos eletrônicos, também pode ser mais especificamente definida como EMS. Além disso, estas empresas podem realizar a compra e administração de todos os componentes e materiais necessários para produção, realização de testes, integração e distribuição dos produtos, prestando um serviço completo de manufatura eletrônica.

Para Arruñada e Vázquez (2006) ser uma CM envolve a terceirização de todo um processo de fabricação até o ponto em que, em muitos casos, não seja mais necessário que nenhum funcionário da contratante chegue a tocar no produto que está sendo produzido e vendido, ou seja, você contrata a CM e seu produto está apto a ser vendido e entregue ao cliente final.

### **3.1.3 Montagem de protótipos e pequenas séries**

A Produza S/A possui uma modalidade específica, que atende clientes que possuem necessidade de montagem de protótipos e pequenas séries.

Para Scharma e E.Moody (2003, p.241): “A indústria eletrônica costuma estar adiante das demais quando se trata da rápida produção e da introdução imediata de novos produtos, caracterizados por uma vida curta nas prateleiras.”

Na produção de protótipos e pequenas séries e em regime de EMS, destacam-se duas principais características das operações: o baixo volume e a alta variedade de produtos. Conforme Slack, Chambers e Johnston (2002) a produção em baixo volume possui baixa repetição, maior participação do funcionário no trabalho, menor sistematização e conseqüentemente um alto custo unitário. A alta variedade, apesar de na indústria eletrônica os processos de manufatura de produtos diferentes serem familiares, proporciona o atendimento um número maior de clientes e necessidades e possui como principal característica a flexibilidade de produtos: que é a habilidade de introduzir protótipos, ajustar o número de produtos produzidos e reprogramação das prioridades de produção, e conseqüentemente também geram um alto custo por produto.

De acordo com Pyzdek (2003, apud Doro, 2009), uma indústria de produção corrida curta ocorre quando um número alto de atividades envolvendo diferentes produtos são realizadas em um ciclo de produção que geralmente pode ocorrer em uma semana ou mês. Em alguns casos, mais comum, lotes com poucos produtos iguais são produzidos e em alguns casos somente uma única unidade é produzida de um produto.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS

No estudo de caso são analisados os processos de especificação, planejamento de necessidades, compras e estoque de componentes eletrônicos, sendo necessário a compreensão de conceitos importantes sobre o assunto.

Componentes eletrônicos são quaisquer dispositivos que manipulem eletricidade. Equipamentos eletrônicos fazem uso de uma variedade de componentes, que podem ser de diferentes formas e tamanhos e podem realizar diferentes funções elétricas que dependem de como são usados. (KHANDPUR, 2005)

De acordo com Braga (2001), os componentes eletrônicos básicos são iguais em projetos eletrônicos, onde o que muda são suas configurações e o modo como são usados nos mais variados circuitos. Ou seja, o mesmo componente eletrônico usado em um robô, pode ser encontrado em um televisor.

Quadro 1 – Características similares em uma família de componentes

<b>Tipo de componente</b>	<b>Características</b>	<b>Exemplos</b>
Passivos	Sub-tipo	Capacitores, indutores, resistores, cristais, transformadores, etc.
	Material/Sub-montagem	Eletrolíticos em alumínio, <i>thin film</i> , ferrite, cerâmicos, etc.
	Package (formato)	<i>Surface</i> (SMD), <i>chassis</i> , <i>through hole</i> , etc.
Circuitos integrados (CIs)	Sub-tipo	Memórias, circuitos lógicos, controladores, conversores, etc.
	Tecnologia	CMOS, NMOS, Bipolar, etc.
	Processo de fabricação	Litografia, deposição, oxidação, difusão, etc.
	Package (formato)	DIP, SOIC, PLCC, QFP, PGA, PBGA, etc.
	Tipo de acabamento	<i>Leadframe</i> interno ou externo, fios de ligação, etc.
Semicondutores discretos	Sub-tipo	Diodos, transistores, retificadores, TVS, LEDs, etc.
	Tecnologia	IGBT, <i>power MOS</i> , <i>power Bipolar</i> , ópticos, etc.
	Processo de fabricação	Dopagem por antimônio ou boro, difusão, oxidação, etc.
	Package (formato)	TO-220, SOT-23, D0-41, SOIC, etc.
	Tipo de acabamento	<i>Leadframe</i> interno ou externo, fios de ligação, etc.

Fonte: Pagan (2013, p.42).

De acordo com Pagan (2013) para qualificação dos componentes eletrônicos existem inúmeras normas e procedimentos. O setor automotivo, por exemplo, divide esses

procedimentos em três categorias: componentes passivos, circuitos integrados e semicondutores discretos. No quadro 1, o autor mostra as características similares em uma família de componentes.

Os componentes eletrônicos possuem características que variam desde tecnologia de montagem e seus tipos e subtipos que variam conforme funcionalidade e aplicação. As características básicas são explicadas a seguir.

### 3.2.1 Tecnologia de Montagem

As duas principais tecnologias de montagem são: *Through-hole technology* (THT) que é a tecnologia, onde os componentes chamados de *Pin Through Hole* (PTH) são montados e soldados através de furos; e a tecnologia *Surface Mount Technology* (SMT), que é o processo onde os componentes, chamados *Surface Mounting Device* (SMD), são montados e soldados na superfície da placa de circuito impresso (PCI).

Doro (2004) afirma que os componentes eletrônicos podem ser soldados em ilhas, que também são conhecidas como *pads*. Os *pads* são partes das trilhas, porém com espaço contendo uma junta de solda que ficam entre o terminal do componente e a PCI. As ilhas podem possuir furos, utilizados para montagem de componentes PTH ou estarem apenas na superfície da placa, para montagem dos componentes SMD.

A seguir são mostrados conceitos básicos sobre componentes PTH e componentes SMD.

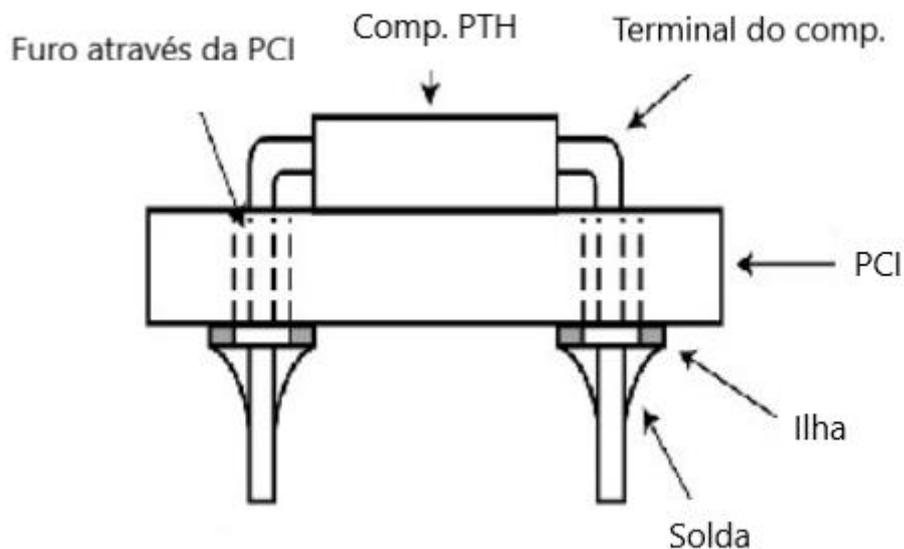
#### 3.2.1.1 Componentes PTH

Componentes PTH são usados na tecnologia de montagem THT, onde os terminais dos componentes atravessam furos das placas e são soldados, na PCI, por meio deles.

Todos os componentes PTH possuem terminais como interface entre o componente e o circuito da placa. Os terminais podem ser redondos, planos ou com cortes específicos. É necessário assegurar que os terminais estejam preparados e que a inserção seja controlada de modo que o isolamento dos terminais não se estenda para dentro do furo da placa, o que pode impactar no processo de soldagem. (IPC, 2012)

Na figura 1, observa-se um exemplo de componente PTH montado, e observa-se que a soldagem ocorre através do furo da placa de circuito impresso.

Figure 1 - Componente PTH



Fonte: Adaptado de FUSE TTN (1999)

#### 3.2.1.1.1 Axiais e Radiais

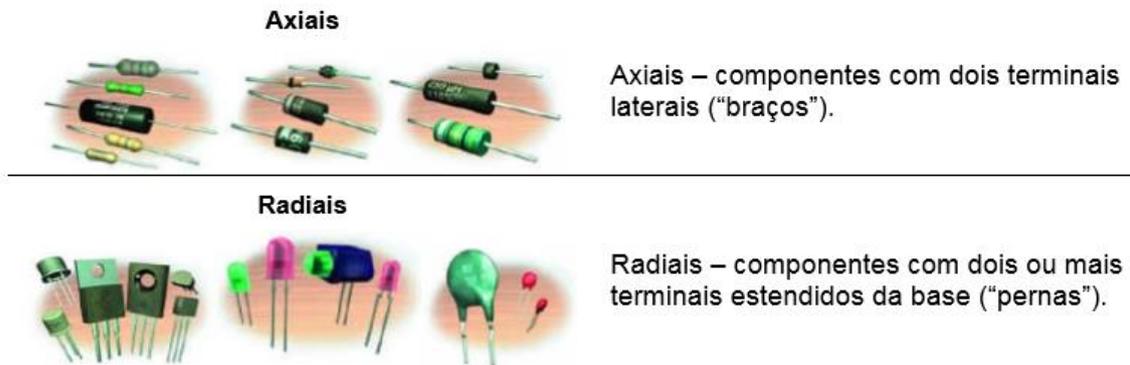
Os principais formatos de componentes PTH, com relação aos terminais, são os componentes axiais e os radiais.

Componentes axiais possuem dois terminais, cada um saindo de uma das extremidades opostas do componente ao longo do seu eixo longitudinal e geralmente possuem formato cilíndrico. O terminal geralmente é redondo em seção transversal. A identificação do componente, bem como sua marcação de polaridade (quando necessário), são em maior parte, marcadas no corpo do componente. (IPC, 2012)

Componentes radiais possuem uma variedade de formas: cilíndrica, quadrada, retangular, *cracker* e *kidney*. Podem ter dois ou mais terminais que saem da base do componente. Alguns tipos típicos de componentes com terminais radiais são os capacitores e transistores. (IPC, 2012)

Na figura 2, são mostrados alguns exemplos de componentes PTH com terminais axiais e radiais.

Figure 2- Componentes axiais e radiais



Fonte: Adaptado de IPC (2001 apud Doro, 2004)

### 3.2.1.2 Componentes SMD

Componentes SMD são, atualmente, muito usados na indústria, devido suas dimensões e processos estáveis de montagem.

De acordo com Faria (2014), atualmente a utilização de resistores e capacitores convencionais ou PTH é cada vez menor, pois foram substituídos por componentes muito menores, chamados de SMD. Praticamente todos os componentes utilizados na eletrônica possuem versões em SMD. As principais vantagens no uso dos componentes SMD são:

- Redução do tamanho e peso;
- Menor custo;
- Montagem pode ser realizada automaticamente em máquinas de alta velocidade, chamadas de *pick & place*;
- Redução da área da placa utilizada;
- Melhor desempenho em frequências altas;
- Redução do risco de solda “trincada” por queda do produto; e
- Aumento da produtividade em série.

Componentes SMD, ativos ou passivos, não possuem funcionalidades diferentes dos componentes convencionais PTH. A principal diferença entre eles, além do método de montagem, é o encapsulamento com tamanhos menores, que tornam possíveis a montagem de placas eletrônicas em dois lados, melhor aproveitamento dos espaços, gerando produtos confiáveis com pesos, volumes e custos menores. (PRASAD, 1997)

A tecnologia SMT oferece maior densidade de componentes e suporta maior desempenho. A fabricação, geralmente ocorre por meio de processos automatizados envolvendo alto capital e investimento. (FUZE TTN, 1999)

Diferentemente dos componentes PTH que são montados e soldados através de furos, os componentes SMD são montados e soldados diretamente na superfície da placa de circuito impresso, conforme demonstra a figura 3. (KHANDPUR, 2005)

Figure 3 - Componente SMD



Fonte: Adaptado de Khandpur (2005)

#### 3.2.1.2.1 Encapsulamentos SMD

Os componentes SMD possuem encapsulamentos padrões, ou seja, possuem dimensões padronizadas, proporcionando agilidade para elaboração de programas de máquinas.

A indústria de encapsulamentos SMD para componentes passivos é mais simples, pois os formatos são geralmente retangulares ou cilíndricos. (PRASAD, 1997)

De acordo com Topline ([2019]), existem muitos tipos diferentes de encapsulamentos de componentes SMD e cada vez que um novo encapsulamento é desenvolvido um novo nome é criado, e geralmente estes nomes são as abreviaturas de suas iniciais.

A seguir serão descritos os principais encapsulamentos utilizados em resistores e capacitores SMD:

- Flat Chip;
- MELF (*Metal Electrode Face Bonded*);
- Tântalo;

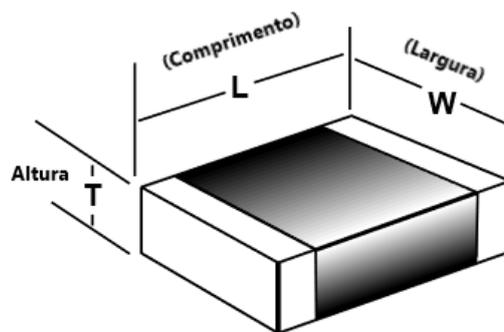
- Capacitores Eletrolíticos SMD.

### 3.2.1.2.1.1 Flat Chip

Os chips SMD possuem nomenclatura tendo como base suas dimensões de comprimento e largura na unidade de medida imperial, nos primeiros dois dígitos se referem ao comprimento e os dois últimos se referem a largura e a altura não é incluída na nomenclatura. (TOPLINE, [2019])

A figura 4 mostra um exemplo de encapsulamento *flat chip*.

Figure 4 - Exemplo Flat Chip 1210



### EXEMPLO:



Fonte: Adaptado Topline (2019, p.5)

Os *chips* SMD encontrados atualmente na indústria são: 01005, 0201, 0603, 0805, 1008, 1206, 1206, 1210, 1806, 1812, 2010 e 2512. Suas dimensões, tanto no sistema imperial, quanto no métrico são visto na tabela 1.

Tabela 1 - Encapsulamentos Flat chip

[in ]x [in]	Non-Metric (imperial Code)	Metric	[mm] x [mm]
	008004	0201**	0,25 x 0,125
	n.a.	03015*	0,3 x 0,15
0,016 in x 0,0079	01005	0402	0,4 x 0,2
0,024 in x 0,012	0201	0603	0,6 x 0,3
0,039 in x 0,020	0402	1005	1,0 x 0,5
0,063 in x 0,031	0603	1680	1,6 x 0,8
0,079 in x 0,049	0805	2012	2,0 x 1,25
0,098 in x 0,079	1008	2520	2,5 x 2,0
0,13 in x 0,063	1206	3216	3,2 x 1,6
0,13 in x 0,098	1210	3225	3,2 x 2,5
0,18 in x 0,063	1806	4516	4,5 x 1,6
0,18 in x 0,13	1812	4532	4,5 x 3,2
0,20 in x 0,098	2010	5025	5,0 x 2,5
0,25 in x 0,13 in	2512	6332	6,3 x 3,2

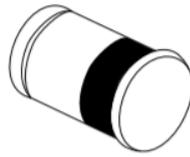
Fonte: Heilmann (2013, p.4)

### 3.2.1.2.1.2 MELF

MELF significa *Metal Electrode Face Bonded* e consiste em dois terminais ligados em um corpo cilíndrico. Os resistores e capacitores MELF exigem tratamento especial durante a montagem e sua maior desvantagem é que eles tendem a rolar fora de suas posições durante o processo de montagem. (TOPLINE, [2019])

A imagem de um MELF, e seus respectivos tipos, é visualizada na figura 5. Além de resistores e capacitores, são muito usados em outro tipo de componente eletrônico, os diodos.

Figure 5- Tipos de Melf



### Capacitores e Resistores

- 0805
- 1206
- 1406
- 2308

### Diodos

- SOD 80 Mini-melf  
1.6mm x 3.5 mm
- SM1 Melf  
2.5mm x 5.0mm

Fonte: Adaptado Topline ([2019], p.11)

#### 3.2.1.2.1.3 Tântalo

A indústria eletrônica adotou tamanhos padrões para encapsulamento de tântalo, usados em capacitores. Foram estabelecidos quatro tamanhos padrões designados com as letras A, B, C e D ou por sua métrica de 4 dígitos. (TOPLINE, 2019)

Os tipos quatro tipos de tântalo são vistos na tabela 2.

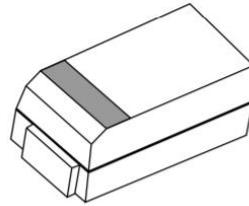
Tabela 2 - Encapsulamentos tântalo

<b>Código de Letras</b>	<b>Código métrico</b>	<b>Dimensões</b>
A	3216	3.2 X 1.6mm
B	3528	3.5 x 2.8mm
C	6032	6.0 x 3.2mm
D	7343	7.3 x 4.3mm

Fonte: Adaptado Topline ([2019], p.12)

A figura 6 mostra um exemplo de tântalo A.

Figure 6 - Exemplo tântalo A



**Exemplo  
tipo A:**

<p><b>32</b></p> <p>(Comprimento) <b>Length</b></p> <p><b>3.2 mm</b></p>	<p><b>16</b></p> <p>(Largura) <b>Width</b></p> <p><b>1.6 mm</b></p>
--	---

Fonte: Adaptado Topline (2019, p.11)

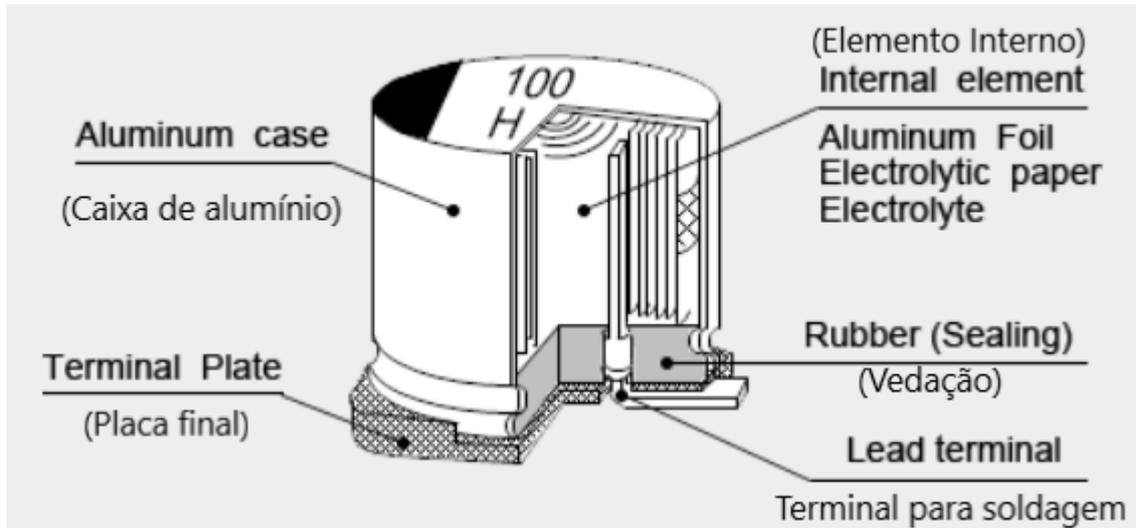
#### 3.2.1.2.1.4 Capacitores Eletrolíticos SMD

Comuns em projetos eletrônicos, os capacitores eletrolíticos são geralmente de alumínio e em alguns casos possuem restrições de temperatura.

Os capacitores eletrolíticos SMD geralmente são cilíndricos e possuem algumas características importantes: alta confiabilidade, longa vida, baixa impedância e alta corrente de oscilação. Seus encapsulamentos variam de acordo com o diâmetro e altura do componente. (PANASONIC, 2019)

A figura 7 mostra um exemplo de capacitor eletrolítico SMD e sua respectiva estrutura.

Figure 7 - Exemplo capacitor eletrolítico SMD



Fonte: Adaptado de PANASONIC ([2019])

### 3.2.2 Componentes Passivos, Ativos e Discretos

Os componentes possuem características que os diferenciam de forma geral, entre elas os componentes podem ser classificados em: passivos, ativos e discretos.

Os componentes eletrônicos passivos são os que não podem gerar voltagem ou corrente por si mesmo, destacam-se entre eles: resistores, capacitores e indutores. E os componentes ativos, são os demais que são capazes de gerar energia, como por exemplo: transistores e circuitos integrados. (TOOLEY, 2007)

Para Braga (2001) os componentes passivos são aqueles que não amplificam nem geram sinais e são usados, basicamente na função de polarização, acoplamento ou desacoplamento de circuitos. E os componentes ativos são aqueles que podem gerar ou amplificar sinais, os mais usados atualmente são os que tratam das propriedades dos materiais semicondutores. Alguns exemplos são os transistores e circuitos integrados.

No entender de Khandpur (2005) componentes ativos são dispositivos, geralmente chamados de semicondutores e são capazes de controlar voltagens ou correntes e podem criar uma ação de chaveamento no circuito. Além disso, podem amplificar ou interpretar um sinal. Exemplos de componentes ativos são: diodos, transistores e circuitos integrados.

Componentes discretos são componentes encapsulados com apenas um ou dois elementos funcionais, diferentemente dos não discretos, chamados de circuitos integrados. Os circuitos integrados são formados por vários componentes discretos interconectados em um único encapsulamento para executar múltiplas funções. (KHANDPUR, 2005)

No desenvolvimento do trabalho, verificou-se a alta representatividade de componentes passivos discretos, especificamente resistores e capacitores, nas dificuldades de compras e estoque excessivo, sendo assim se fez necessário um melhor entendimento sobre esses componentes.

### 3.2.3 Resistores

Resistores são um dos componentes mais usados em projetos eletrônicos e seu conceito é de extrema importância para entendimento do estudo de caso.

Para Tooley (2007, p.20) “os resistores são um meio de controlar correntes e voltagens presentes nos circuitos eletrônicos. Eles também podem agir como cargas para simular a presença de um circuito durante o teste”.

“Resistores são componentes que têm por finalidade oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica por meio de seu material. A essa oposição damos o nome de resistência elétrica, que possui como unidade Ohm.” (CAPUANO; MARINO, 2002, p.9)

#### 3.2.3.1 Especificações de Resistores

Resistores possuem características específicas e são utilizadas para especificação e utilização em cada aplicação.

Tooley (2007) menciona as especificações dos resistores, que de forma geral, são definidas por:

- Resistência, expressa em ohms ( $\Omega$ ), quiloohm ( $k\Omega$ ) ou megaohm ( $M\Omega$ );
- Tolerância ou precisão é o desvio percentual máximo permitido a partir do valor padrão; e
- Potência nominal, expressa em watts (W), podendo ser maior ou igual a dissipação de potência máxima.

O mesmo autor acrescenta que em considerações práticas e para uso de determinadas aplicações, o coeficiente de temperatura, o ruído, a estabilidade e a temperatura de operação, podem ser levados em consideração no momento da especificação. Os tipos mais comuns de resistores são de: filme de carbono, filme metálico, óxido metálico, fio sobre cerâmica, fio sobre vidro e revestido com metal.

A tabela 3 mostra os seis tipos mais comuns de resistores e os valores mais usuais de especificações.

Tabela 3 – Características dos tipos mais comuns de resistores

Propriedade	Tipo de resistor					
	Filme de carbono	Filme metálico	Óxido metálico	Fio sobre Cerâmica	Fio sobre Vidro	Revestido com metal
Intervalo de resistência ( $\Omega$ )	10 a 10M	1 a 1M	10 a 10M	0,47 a 22k	0,1 a 22k	0,05 a 10k
Tolerância típica (%)	$\pm 5$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$
Potência nominal (W)	0,25 a 2	0,125 a 0,5	0,25 a 0,5	4 a 17	2 a 4	10 a 300
Coefficiente de temperatura (ppm/ $^{\circ}\text{C}$ )	-250	+50 a +100	+250	+250	+75	+50
Estabilidade	Satisfatória	Excelente	Excelente	Boa	Boa	Boa
Ruído	Satisfatório	Excelente	Excelente	n.a.	n.a.	n.a.
Temperatura de operação ( $^{\circ}\text{C}$ )	-45 a +125	-45 a +125	-45 a +125	-45 a +125	-45 a +125	-55 a +200
Aplicações típicas	Propósito geral	Amplificadores, equipamentos de teste e outros que requeiram componentes de baixo ruído e alta tolerância		Fontes de alimentação, carregamentos, aplicações de média e alta potência		Aplicações de potência muito alta

Fonte: Tooley (2007, p.21)

Os resistores SMD possuem tipos definidos pela *Electronic Industries Association* (EIA). Esses valores padrões são conhecidos como valores preferidos e são classificados conforme a tolerância. A maior parte dos tipos utilizados são E24 ou E96 e as séries E12 e E48 praticamente não são usadas em resistores SMD. (FARIA, 2014)

Os principais tipos e suas respectivas tolerâncias são mostradas no quadro 2.

Quadro 2 - Tipos de resistores SMD

<b>E12</b>	<b>10% de tolerância</b>
<b>E24</b>	<b>5% de tolerância</b>
<b>E48</b>	<b>2% de tolerância</b>
<b>E96</b>	<b>1% de tolerância</b>
<b>E192</b>	<b>0,5%, 0.25%, 0,1% ou menor</b>

Fonte: Faria (2014, p2)

As especificações da série E24 são mostradas no quadro 3, podendo ser multiplicado por 1, 10, 100, 1K, 10K, 100K, 1M e 10M. (FARIA, 2014)

Quadro 3 - Especificações tipo E24

<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>2,2</b>	<b>2,7</b>	<b>3,3</b>	<b>3,9</b>	<b>4,3</b>	<b>4,7</b>	<b>5,6</b>	<b>6,8</b>	<b>8,2</b>
----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Fonte: Faria (2014, p3)

As especificações da série E96 são mostradas no quadro 4, podendo ser multiplicado por 1, 10, 100, 1K, 10K, 100K, 1M e 10M. (FARIA, 2014)

Quadro 4 - Especificações tipo E96

1,00	1,02	1,05	1,07	1,10	1,13	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30	1,33
1,37	1,40	1,43	1,47	1,50	1,54	1,58	1,62	1,65	1,69	1,74	1,78	1,82
1,87	1,91	1,96	2,00	2,05	2,10	2,15	2,21	2,26	2,32	2,37	2,43	2,49
2,55	2,61	2,67	2,74	2,80	2,87	2,94	3,01	3,09	3,16	3,24	3,32	3,40
3,48	3,57	3,65	3,74	3,83	3,92	4,02	4,12	4,22	4,32	4,42	4,53	4,64
4,75	4,87	4,99	5,11	5,23	5,36	5,49	5,62	5,76	5,90	6,04	6,19	6,34
6,49	6,65	6,81	6,98	7,15	7,32	7,50	7,68	7,87	8,06	8,25	8,45	8,66
8,87	9,09	9,31	9,53	9,76								

Fonte: Faria (2014, p3)

E por fim, Faria (2014, p.3) afirma que “a série E192 possui um número muito maior de combinações que podem ser obtidas nas fichas técnicas dos fabricantes.”

A maior parte dos resistores pode ser identificada conforme mostra o tópico a seguir.

### 3.2.3.2 Identificação dos resistores

A maioria dos resistores PTH possuem identificações que podem ser expressos por faixas coloridas, E resistores SMD, costumam ser identificados por letras e números impressos.

Na codificação por faixas coloridas, a primeira, segunda e terceira faixas são algoritmos do valor da resistência do item, a quarta faixa o fator multiplicador e a última referente a tolerância. E no método impresso, um método comum utilizado é a codificação BS 1852, que envolve a marcação de um ponto decimal com uma letra que indica o multiplicador e uma letra subsequente que indica a tolerância. (TOOLEY, 2007)

O quadro 5, mostra os valores que representam cada faixa de cor de um resistor que utiliza o método de faixas coloridas para identificação.

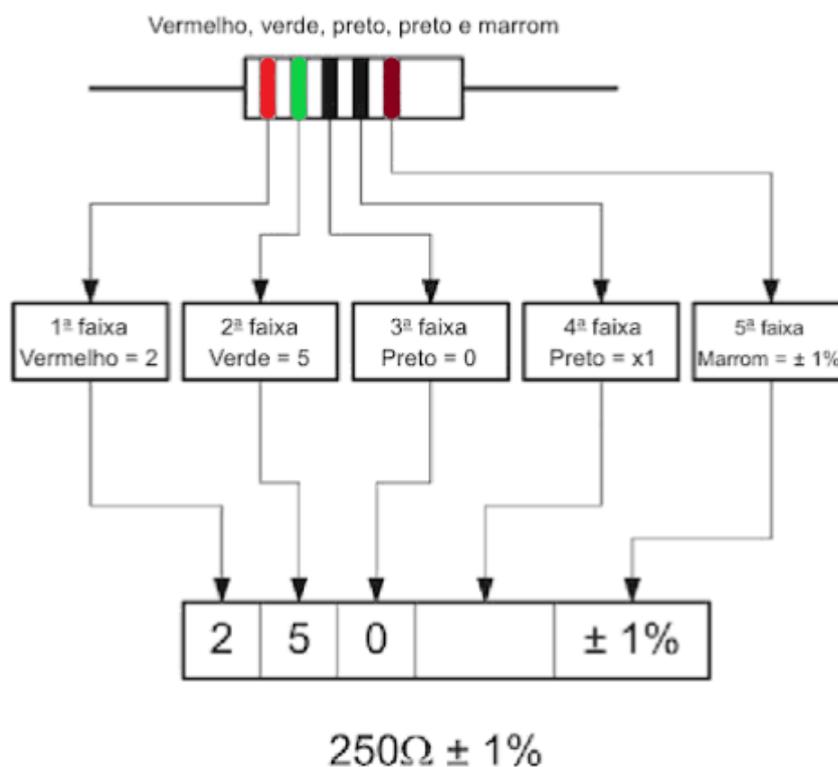
Quadro 5 – Valores para identificação de resistores

Color	Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Black	Preto	0	0	0	x 1 $\Omega$	
Brown	Marrom	1	1	1	x 10 $\Omega$	+/- 1%
Red	Vermelho	2	2	2	x 100 $\Omega$	+/- 2%
Orange	Laranja	3	3	3	x 1K $\Omega$	
Yellow	Amarelo	4	4	4	x 10K $\Omega$	
Green	Verde	5	5	5	x 100K $\Omega$	+/- .5%
Blue	Azul	6	6	6	x 1M $\Omega$	+/- .25%
Violet	Violeta	7	7	7	x 10M $\Omega$	+/- .1%
Gray	Cinza	8	8	8		+/- .05%
White	Branco	9	9	9		
Gold	Dourado				x .1 $\Omega$	+/- 5%
Silver	Prateado				x .01 $\Omega$	+/- 10%

Fonte: Athos Electronics (2019)

Um exemplo de identificação de componentes por intermédio de faixas de cores é mostrado na figura 8.

Figure 8 - Exemplo identificação de resistor PTH



Fonte: Adaptado de Tooley (2007)

Nas tabelas 4 e 5, respectivamente, verifica-se as letras referentes ao multiplicador da resistência e a tolerância, pelo método BS 1852. E um exemplo para compreensão é um

resistor marcado com da seguinte forma: 4R7K que expressa um resistor de 4,7 ohm ( $\Omega$ ) com +ou- 10% de tolerância.

Tabela 4 – Marcações BS 1852 de multiplicador de resistor

<i>Letra</i>	<i>Multiplicador</i>
R	1
K	1.000
M	1.000.000

Fonte: Tooley (2007, p.24)

Tabela 5 – Marcações BS 1852 de tolerância do resistor

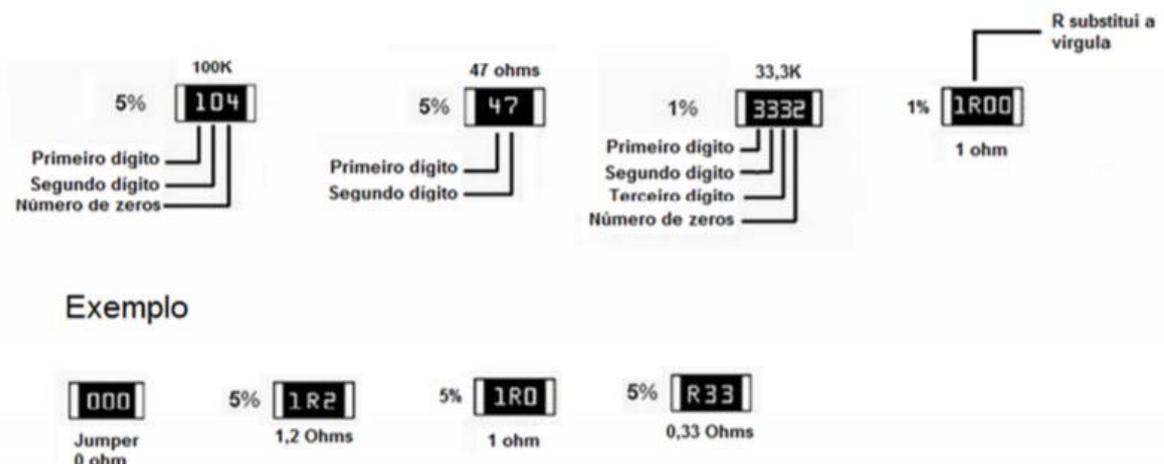
<i>Letra</i>	<i>Multiplicador</i>
F	$\pm 1\%$
G	$\pm 2\%$
J	$\pm 5\%$
K	$\pm 10\%$
M	$\pm 20\%$

Fonte: Tooley (2007, p.24)

Para identificação de resistores SMD, Faria (2014) afirma que a EIA e outras associações especificam valores padrões a serem utilizados nos resistores. E que a maioria dos resistores utilizados são do tipo E24 ou E96 que são gravados com letras e números.

A leitura dos tipos E24 e E96 ocorrem conforme a figura 9.

Figure 9 - Identificação de resistores SMD do tipo E24 e E96



Fonte: Faria (2014, p.2)

De acordo com Faria (2014), para identificação da série E192 e alguns componentes da série E96, que dependem do fabricante, são utilizados códigos para definir a resistência e letras como multiplicador do valor.

O quadro 6 mostra os códigos e letras utilizados para identificação dos resistores da série E192 e alguns casos da série E96.

Quadro 6 – Identificação de resistores E192 e alguns da série E96

Valor	Código								
100	01	162	21	261	41	422	61	681	81
102	02	165	22	267	42	432	62	698	82
105	03	169	23	274	43	442	63	716	83
107	04	174	24	280	44	453	64	732	84
110	05	178	25	287	45	464	65	750	85
113	06	182	26	294	46	475	66	768	86
115	07	187	27	301	47	487	67	787	87
118	08	191	28	309	48	499	68	806	88
121	09	196	29	316	49	511	69	825	89
124	10	200	30	324	50	523	70	845	90
127	11	205	31	332	51	536	71	866	91
130	12	210	32	340	52	549	72	887	92
133	13	215	33	348	53	562	73	909	93
137	14	221	34	357	54	576	74	931	94
140	15	226	35	365	55	590	75	953	95
143	16	232	36	374	56	604	76	976	96
147	17	237	37	383	57	619	77	-	-
150	18	243	38	392	58	634	78	-	-
154	19	249	39	402	59	649	79	-	-
158	20	255	40	412	60	665	80	-	-

Code	A	B	C	D	E	F	G	H	X	Y	Z
Multiplier	$10^0$	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$

Fonte: Adaptado de Faria (2014, p.3)

Além dos resistores, outro item muito usado em projetos eletrônicos, são os capacitores.

### 3.2.4 Capacitores

Os capacitores, junto com os resistores, são os componentes de maior representatividade numérica em produtos eletrônicos.

Na afirmação de Capuano; Marino (2002, p.147) “O capacitor é um componente que tem como principal finalidade armazenar energia elétrica. É formado por duas placas condutoras, também denominadas armaduras, separadas por material isolante ou dielétrico.”

Os capacitores são componentes eletrônicos formados por duas placas metálicas paralelas, que quando uma tensão é aplicada sobre elas, uma fica placa carrega positivamente e a outra negativamente, onde as cargas positivas de um lado são atraídas pelas cargas negativas do outro lado, fazendo com que mesmo após a remoção da tensão, as cargas permanecem nas placas do capacitor. Capacitores se carregam rapidamente e se descarregam lentamente, ou seja, sua principal função é armazenar carga elétrica em seu interior por certo período. (TORRES, 2002)

#### 3.2.4.1 Especificações de capacitores

Capacitores, também possuem características específicas e são utilizadas para especificação e utilização em cada aplicação.

De acordo com Torres (2002) a principal especificação de um capacitor é a sua capacitância, que é a sua capacidade de armazenar cargas elétricas e é medida na unidade “Farad” e abreviado com “F”. Quanto maior for a capacitância de um capacitor maior é o tempo que ele demorará a se descarregar. A escolha do capacitor normalmente é realizada de acordo com a capacitância necessária, os tipos mais comuns são:

- Cerâmicos, que não possuem polaridade, em geral possuem baixa capacitância;
- Poliéster, não possui polaridade e em geral são maiores em tamanho e capacitância em relação aos cerâmicos;
- Eletrolíticos, possuem polaridade, conseguem atingir capacitâncias muito maiores que os cerâmicos e os de poliéster, porém também são muito maiores em tamanho;
- Tântalos, são polarizados e idênticos em funcionamento do que os eletrolíticos, a diferença é que devido ao material de seu dielétrico, possuem uma capacidade maior de armazenamento de cargas elétricas conseguindo ter tamanhos menores do que os eletrolíticos; e
- Variáveis, cuja capacitância varia por meio do afastamento e da aproximação das placas que compõem o capacitor, sendo feita por intermédio de um cursor central.

No que se refere a tipos de capacitores, Tooley (2007) cita como os mais comuns, os: cerâmico, eletrolítico, poliéster, mica e poliestireno. Em relação às especificações, afirma que as características normais dos capacitores de incluem:

- Capacitância, expresso em microfarads, nanofarads ou picofarads;
- Voltagem nominal, que é a voltagem máxima que pode ser aplicada sobre o capacitor; e
- Tolerância ou precisão, é o desvio percentual máximo permitido a partir do valor padrão.

Em outras considerações práticas e uso em determinadas aplicações, as especificações podem incluir o coeficiente de temperatura, a fuga de corrente, a estabilidade e o intervalo de temperatura operacional. (TOOLEY, 2007)

Na tabela 6, observam-se as características dos tipos mais comuns de capacitor citados por Tooley, (2007).

Tabela 6 – Características dos tipos mais comuns de capacitor

<i>Propriedade</i>	<i>Tipo do capacitor</i>				
	<i>Cerâmico</i>	<i>Eletrolítico</i>	<i>Poliéster</i>	<i>Mica</i>	<i>Poliestireno</i>
Intervalo de capacitância (F)	2,2 p a 100 n	100 n a 10 m	10 n a 2,2 $\mu$	0,47 a 22 k	10 p a 22 n
Tolerância típica (%)	$\pm 10$ e $\pm 20$	-10 a +50	$\pm 10$	$\pm 1$	$\pm 5$
Voltagem nominal típica (V)	50 a 200	6,3 a 400	100 a 400	350	100
Coeficiente de temperatura (ppm/ $^{\circ}$ C)	+100 a -4.700	+1.000 típico	+100 a +200	+50	+250
Estabilidade	Aceitável	Ruim	Boa	Excelente	Boa
Temperatura operacional	-85 a +85	-40 a +80	-40 a +100	-40 a +125	-40 a +100
Aplicações típicas	Alta frequência e baixo custo	Nivelamento e desacoplamento	Propósito geral	Circuitos ajustados e osciladores	Propósito geral

Fonte: Tooley (2007, p.32)

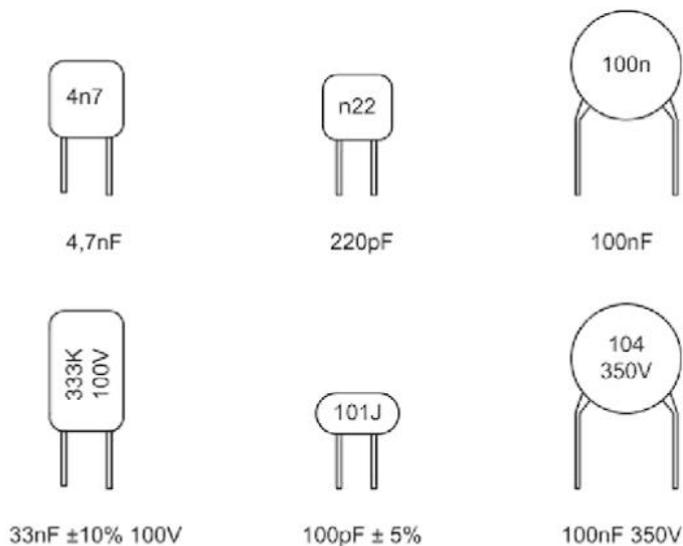
### 3.2.4.2 Identificação de capacitores

Os capacitores também podem ser identificados em alguns casos, a seguir alguns exemplos de identificação de capacitores.

As identificações de capacitores, de forma geral, são realizadas com marcadores escritos por extenso os seus valores de capacitância, voltagem e tolerância. Muitos fabricantes usam duas linhas, sendo a primeira para capacitância e tolerância e a segunda a voltagem. (TOOLEY, 2007)

A figura 10 dois mostra alguns tipos de marcações de identificação em capacitores.

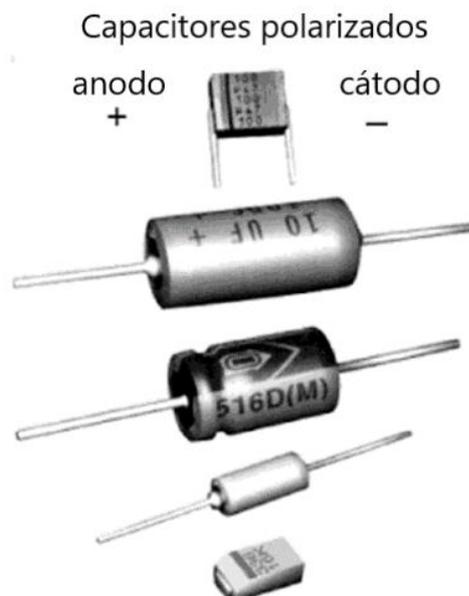
Figure 10 - Exemplos de marcações de capacitores



Fonte: Tooley (2007, p.34)

Um tipo de capacitor que dificilmente possui marcação é o capacitor cerâmico do tipo SMD, que é geralmente identificado por meio de medições com ferramentas como o multímetro.

Figure 11 - Polaridade capacitores



Fonte: Adaptado de Khandour (2005)

De acordo com Khandpur (2005) alguns tipos de capacitores são polarizados e seus terminais devem ser identificados com o polo positivo (anodo) e negativo (catodo), pois precisam ser montados corretamente na placa eletrônica, devido que ser montados invertidos

podem ser danificados e o circuito não funcionar corretamente. A figura 11 mostra alguns exemplos de polaridade nos capacitores.

### 3.2.5 Taxa de falhas entre componentes

No momento de especificar um componente eletrônico, é importante entender os riscos existentes nesse processo, entre os riscos, as possibilidades de falhas.

Seguimentos específicos de alta confiabilidade da indústria eletrônica, como a área militar, por exemplo, aplicam metodologias de análise de falhas em componentes eletrônicos como etapa inicial do ciclo de desenvolvimento de equipamentos e tem como objetivo principal estimar a relação da especificação do componente com sua confiabilidade e seu nível de qualidade no ambiente no qual irá operar. A taxa de falhas total do equipamento é calculada contando os componentes similares e dividindo-os em grupos, que são multiplicados por taxas de falhas genéricas fornecidas por manuais do seguimento. A taxa de falhas de cada um dos componentes é calculada separadamente conforme os graus de estresse específico ao qual cada componente é submetido como: umidade, temperatura, vibração e voltagem. Além disso, um componente pode apresentar diferentes taxas de falhas que dependem do seu nível de qualidade. (PEREIRA JUNIOR; SOUSA; VLASSOV, 2011)

Tabela 7 – Taxa de falhas para diferentes níveis de qualidade

Componente	Nível de qualidade do componente			
	q1	q2	q3	q4
Capacitor cerâmico CKR	0.0042	0.0249	0.0748	0.1241
Capacitor eletrolítico CSR	0.0022	0.0086	0.0257	0.0751
Resistor RCR	0.0139	0.0464	0.1392	0.4640
Resistor RLR	0.0008	0.0039	0.0111	0.0392
Diodo 1N6642	0.3290	0.7570	1.0810	2.5940
Transistor 2N2222A	0.0510	0.1940	0.2770	0.6650
CMOS gate, 14 pinos	2.3771	9.5082	19.0165	95.0823
Micro-processador 8-bits	23.2508	106.7473	172.4946	767.4732

Fonte: Adaptado de Pereira Junior, Sousa e Vlassov (2011)

A tabela 7 mostra diferentes taxas de falhas para diferentes níveis de qualidade em FIT, que é a unidade definida como uma falha por bilhões de horas para um conjunto de componentes em uma temperatura de 55°C, onde se percebe que para resistores e capacitores as taxas são insignificantes em comparação aos demais componentes, sendo o

microprocessador o componente com maior taxa de falhas. (PEREIRA JUNIOR; SOUSA; VLASSOV, 2011)

### 3.2.6 Componentes eletrônicos *Lead Free*

Atualmente, na indústria eletrônica há a possibilidade de utilização de ligas de solda, utilizadas para soldagem dos componentes eletrônicos nas PCI, contendo chumbo ou livres de chumbo, também conhecidas como *lead free*. Na União Europeia, além do chumbo, outras substâncias perigosas são restritas pela diretriz chamada de *Restriction on the Use of Hazardous Substances* (RoHS).

Todo o processo de fabricação de eletrônicos foi desenvolvido em torno das propriedades mecânicas e da temperatura de soldagem de chumbo estanho, que envolvem desde material da PCI, a liga de solda e os encapsulamentos dos componentes. (KOSTIC, 2011)

Para Boareto (2012) devido ao chumbo ser considerado uma substância perigosa, existe um grande esforço para restringir seu uso em equipamentos eletroeletrônicos. A diretiva RoHS restringe o uso de chumbo e outras substâncias em equipamentos eletroeletrônicos, porém somente em placas eletrônicas destinada para produtos de consumo e eletrodomésticos. Produtos de alta confiabilidade, como equipamentos aeronáuticos e militares, ainda podem utilizar chumbo em seus produtos. E soldagens de primeiro nível, que ocorrem dentro dos componentes de circuitos integrados, podem ser utilizadas ligas com chumbo possuindo mais que 80% de chumbo em sua composição.

Componentes eletrônicos com acabamentos contendo chumbo (Pb) foram descontinuados e já representam menos de 10% do mercado. Pois não é viável manter um processo de fabricação para pequenos mercados como militares e aeroespaciais, que representam menos de 1% do mercado. Mas, apesar de diminuir significativamente, alguns fornecedores continuam a oferecer versões contendo Pb para atender esse mercado específico, muitas vezes apenas sob encomenda. (KOSTIC, 2011)

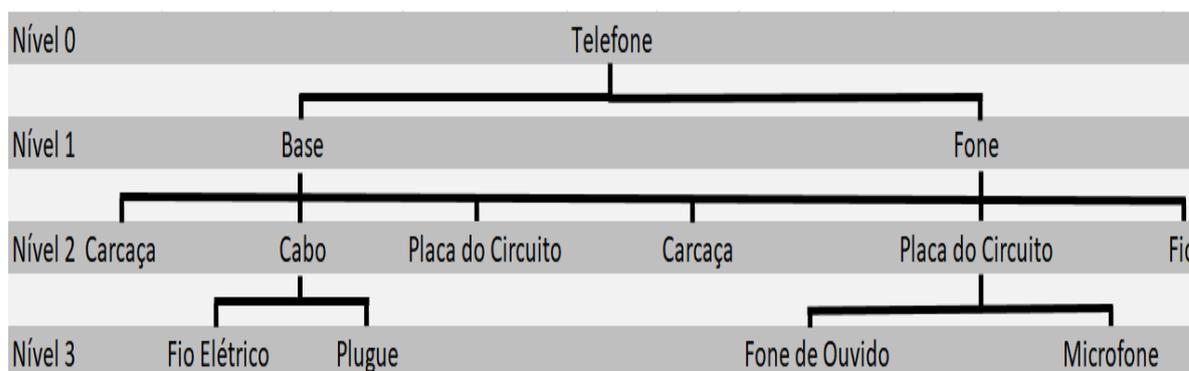
No momento, dentro do Brasil, não há restrições e a liga de solda com chumbo é muito usada nos processos de soldagem de componentes *leadfree*, que são a grande totalidade disponível no mercado. Sendo um dos grandes motivos dos fornecedores produzirem todos componentes atendendo a diretiva RoHS e mesmo assim continuarem sendo utilizados em países que ainda adotam o uso de ligas de chumbo em produtos comerciais.

### 3.3 ESTRUTURA DE PRODUTO

Todo produto deve possuir uma estrutura de produto, que é onde mostram-se todos os pacotes contendo componentes que se agregam para compor e formar um produto. A estrutura de produto é composta por listas de materiais com suas respectivas quantidades necessárias. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002)

Na figura 12, observa-se um exemplo de estrutura de produto de um telefone.

Figure 12 - Estrutura de produto para o telefone



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002, p.150)

Na estrutura de produto, os componentes que fazem parte de outros itens são chamados de “filhos”, e logo, os pacotes dos itens compostos por outros itens, são chamados de “pais”. Essas representações formam a estrutura de produto, que também pode ser chamada de “árvore de produto” e auxiliam na resposta de o que produzir e o que e quanto comprar de cada componente. O cálculo, conhecido como “explosão” de necessidades brutas, resulta na quantidade total de componentes necessários para fabricação de uma quantidade de produtos. (CORRÊA; CORRÊA, 2009)

#### 3.3.1 BOM - *Bill of Materials*

A lista de materiais ou BOM, como é chamada na indústria, é definida a seguir.

A lista de materiais incorpora a estrutura de produto e é um método usado na indústria, e em outras áreas, para definir produtos. Na BOM encontram-se os vários componentes especificados e as suas respectivas quantidades que devem ser reunidas para montagem de um produto. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002)

Na tabela 8 verifica-se um exemplo de BOM de um telefone.

Tabela 8 - Lista de Material para o Telefone

Nível 0	Nível 1	Nível2	Nível 3	Quantidade
				1
Telefone				1
	Base			1
		Carcaça		1
		Cabo		1
			Cabo Elétrico	1
			Plugue	1
		Placa do Circuito		1
	Fone			1
		Carcaça		1
		Placa do Circuito		1
			Fone de ouvido	1
			Microfone	1
		Fio		1

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002, p.150)

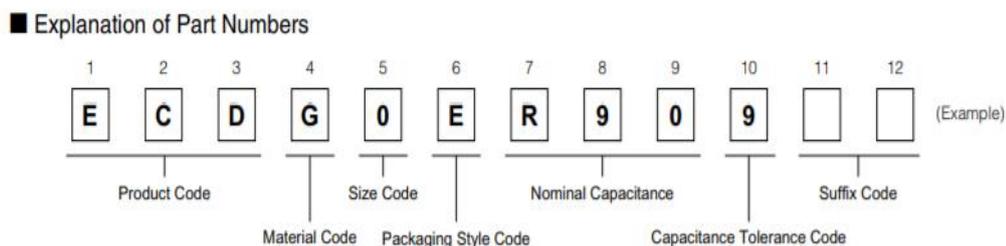
### 3.3.1.1 MPN – *Manufacturer part number*

Na indústria eletrônica, os fabricantes de componentes eletrônicos adotam o *Manufacturer Part Number* (MPN) para seus itens fabricados. Ou seja, no momento que for preciso realizar a compra de um componente eletrônico específico, deve-se procurar o mesmo no mercado, por meio do seu código específico. Sendo assim, é preciso que esses códigos estejam na BOM e Estrutura de Produto.

MPN é um identificador exclusivo definido pelo fabricante do produto para diferenciá-lo de outros produtos e possíveis falsificações ou similares. Esse código ajuda fabricantes e vendedores a identificar e gerenciar os níveis de estoque, e proporciona confiabilidade a compradores. Devido que, por intermédio de um código exclusivo, eles sabem que estão obtendo o componente certo. (LIBERMAN, 2017)

Na figura 13, verifica-se um exemplo de MPN.

Figure 13 - MPN – Manufacturing Part Number.



Fonte: Panasonic (2018).

### 3.3.2 Alterações de BOM

A definição dos componentes eletrônicos utilizados nos produtos eletrônicos, montados por uma montadora de placas eletrônicas, é realizada pelo contratante. Porém, ocorrem situações que geram a necessidade de alterações dos componentes definidos nas listas de materiais.

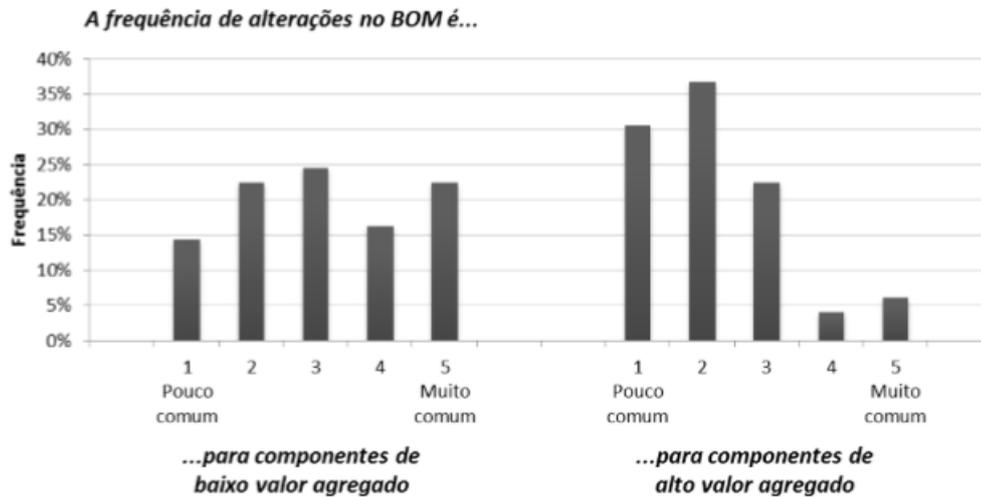
Pagan (2013) chama a atenção que a obsolescência foi dada como o principal causador de alterações de componentes em projetos eletrônicos e ocorrem sem aviso prévio do fornecedor.

Tradicionalmente na indústria de manufatura, é frequente a falta de comunicação entre a engenharia de produto e a engenharia de manufatura, onde inúmeros processos engessam a eficiência dos projetos. As decisões importantes que afetam todo o tempo de desenvolvimento e manufatura ocorrem muito mais tarde, onde o ciclo de produção está muito adiantado e as modificações são difíceis de acontecer. No que envolve a seleção de materiais, a decisão de quais materiais serão especificados pode afetar diretamente o preço e a possibilidade de produção, além da qualidade do produto. (SCHARMA; E.MOODY, 2003)

As empresas diferenciam componentes de alto e baixo valor agregado. Os de maior valor agregado recebem maior importância quando são selecionados para seu projeto. Entretanto, a frequência de alterações é maior para componentes de baixo valor agregado, como componentes passivos, resistores e capacitores por exemplo. E esses itens podem ser substituídos por outros de mesma função, sem alterações de projeto da PCI, ao contrário dos componentes de alto valor agregado, que podem envolver alterações importantes e geram grande risco do funcionamento do produto. (PAGAN, 2013)

Conforme demonstra o gráfico 1, Pagan (2013) entende que ocorre uma tendência em afirmar que para itens de menor valor agregado, é mais comum a frequência de alterações na BOM do que itens de maior valor agregado.

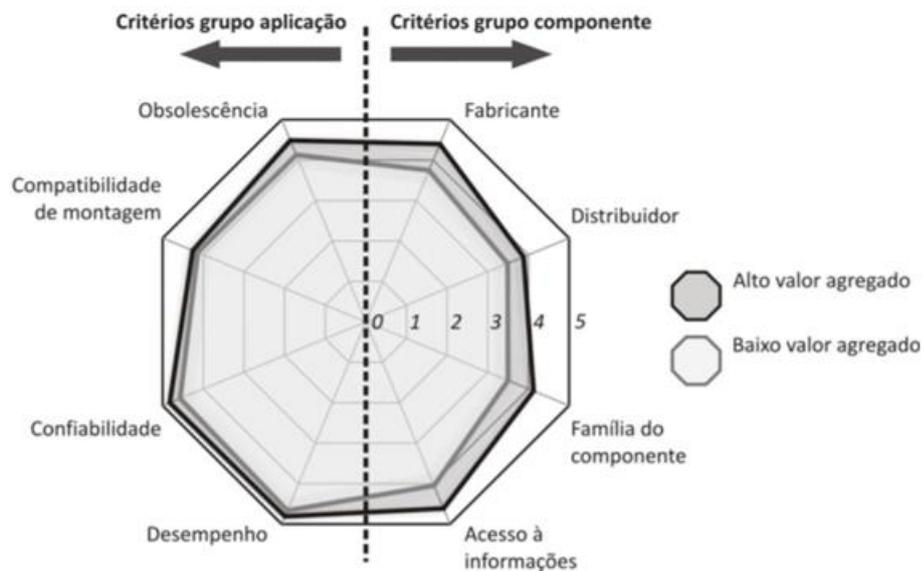
Gráfico 1 – Frequência de alterações na BOM



Fonte: Pagan (2013, p. 97).

E, no gráfico 2, resultado de uma pesquisa realizada, Pagan (2013) observa que as maiores importâncias, tanto para componentes de menor e maior valor agregado, são em geral confiabilidade e desempenho. E que as médias de importância, são sempre maiores para componentes de maior valor agregado.

Gráfico 2 – Gráfico em radar da importância dada aos critérios de seleção



Fonte: Pagan (2013, p. 93).

### 3.4 SUPRIMENTOS

A eficiência na gestão de suprimentos no mercado de uma EMS, em um mercado dinâmico de produtos eletrônicos é imprescindível, devido à alta representatividade da matéria-prima nos produtos. A alta competitividade do segmento de manufatura de produtos eletrônicos e a introdução de produtos com ciclos de vida reduzidos faz com que as montagens ocorram a um baixo custo. Sendo assim, as oportunidades de ganhos estão na otimização e gerenciamento de toda cadeia de suprimentos, por meio da redução de custos na compra de matérias-primas, atividades logísticas, manutenção de estoques e até mesmo na qualidade dos componentes recebidos. (SEBEM, 2007)

Os tópicos da cadeia de suprimentos do estudo de caso envolvem o estoque, planejamento e compras de matérias e são definidos a seguir.

#### 3.4.1 Estoque de Materiais

Alguns conceitos importantes sobre estoque de materiais são definidos neste tópico.

Slack, Chambers e Johnston (2002, p.381) afirmam que “Estoque é definido aqui como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação.” Na afirmação de Lustosa *et al.* (2008, p.78) “Estoque é qualquer quantidade de produtos ou materiais, sob controle da empresa, em um estado relativamente ocioso, esperando por seu uso ou venda.”

Segundo Lustosa *et al.* (2008), os estoques possuem grande importância no ativo das empresas de manufatura e por isso devem ter um gerenciamento que não influenciem os resultados da empresa. No caso de matérias-primas, possuem relação direta com o produto acabado, ou seja, após definidas as quantidades de produtos a serem produzidos, conseqüentemente se tem a definição dos materiais necessários para produção. Também podem ser utilizados em diversas funções distintas, entre elas, para pequenos lotes pode-se destacar:

- Pronto atendimento, para garantir o atendimento dentro do prazo de itens com maior *lead time* por exemplo;
- Ganho de escala, para permitir ganhos em compra de maior escala com fornecedores, entretanto gerando custos de estoque no cliente;
- Proteção, para se proteger de possíveis faltas imprevistas de itens no mercado;

- Antecipação, utilizados para atendimentos de demanda futura prevista; e
- Especulação, semelhantes a função antecipação, mas com foco em riscos relacionados ao câmbio e variações dos preços futuros.

As práticas tradicionais da cadeia de suprimento, usos não previstos, desconexões entre a verdadeira demanda e a utilização de materiais contribuem para os altos níveis de estoque de matérias-primas. Nem todo estoque é decorrente de compras equivocadas, e sim a imprevisibilidade de uso interno, pois experiências mostram que metade das matérias-primas estão disponíveis em estoque porque não se sabe quando realmente haverá necessidade de utiliza-las. (SCHARMA; E.MOODY, 2003)

### 3.4.2 Planejamento de materiais

O planejamento de materiais depende do modelo de demanda que a empresa trabalha, que pode ser a demanda independente, que não podem ser calculadas e precisam ser previstas para que se possa gerir o item. Ou a demanda dependente, que necessita de informações precisas de quantidades, para que se possa realizar o cálculo de necessidades. (CORRÊA; CORRÊA, 2009)

Empresas que produzem produtos eletrônicos de forma terceirizada, como uma EMS, possuem demandas dependentes de informações vindas de seus clientes. Deste modo, o planejamento de aquisição de matéria prima e capacidade de fábrica são prejudicados, fazendo com que essa atividade seja difícil de ser realizada. Por ser um negócio onde a produção ocorre totalmente por encomenda, a realização do planejamento da demanda ocorre por parte do cliente. Em alguns casos, esses clientes fornecessem previsões a prestadora de serviços de manufatura eletrônica por intermédio da ferramenta *Forecast*, que são informações referentes a demanda de aproximadamente três a seis meses à frente. (DELAZZARI, 2017)

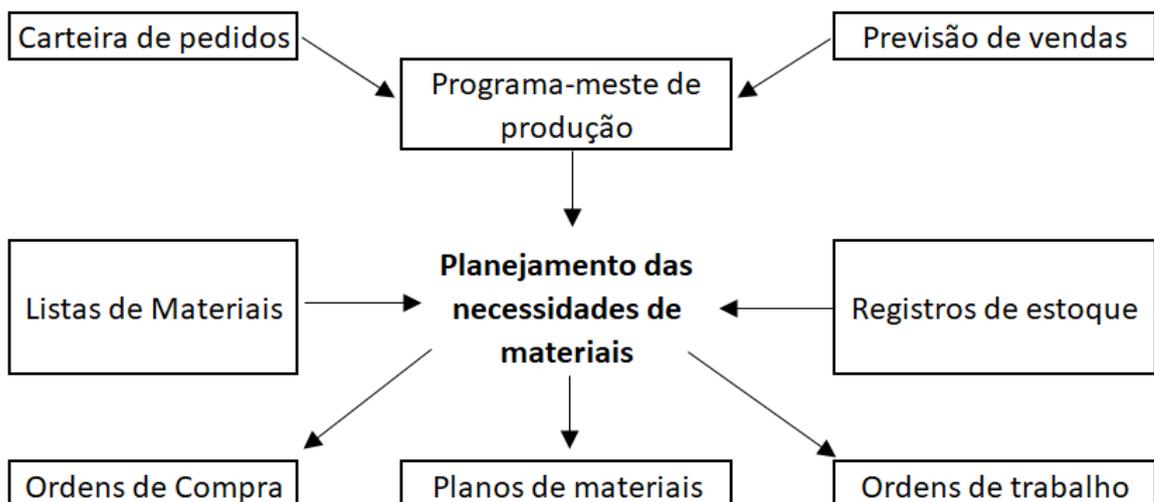
Para Costa (2012) *forecast* é uma ferramenta auxiliar na revisão do planejamento financeiro, melhorando o controle da evolução das receitas nas revisões orçamentárias, presentes no planejamento financeiro e revisões periódicas durante a execução do mesmo. É utilizada a cada três meses para controle e atualização do orçamento.

Conceição e Epaminondas (2009) ressaltam que mudanças nas previsões de vendas e erros de previsão de demanda podem gerar excesso de estoque, e alguns componentes já comprados, devido a longos *lead times* não poderão ser mais utilizados, tornando-se obsoletos, ou seja, itens não fabricados mais e com grande dificuldade de utilização em projetos futuros.

### 3.4.2.1 MRP - *Materials Requirements Planning*

Para realizar o planejamento de materiais, uma ferramenta básica é o *Materials Requirements Planning* (MRP) que desempenha a função de planejar detalhadamente os materiais na fabricação de produtos. É muito usado nos processos de produção em lote. O MRP tem como base as estruturas de produto que, por meio do processo de “explosão” transformam as necessidades do produto em necessidades de componentes, levando em conta estoque existente na empresa e recebimentos programados. Com o MRP é possível ter o registro de necessidades defasadas no tempo para qualquer quantidade de produtos e materiais. (VOLLMANN *et al*, 2006)

Figure 14- Esquema do planejamento de materiais em um MRP



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002, p.451)

Os MRP são normalmente usados em empresas de manufatura e auxiliam as empresas a planejar e controlar suas necessidades de recursos por intermédio de sistemas informatizados, que possuem informações de pedidos em carteira e previsões que irão receber. E assim, permitir que as empresas calculem quanto de material de determinado tipo é necessário e em que momento deve estar disponível para produção. A figura 14 exemplifica um esquema do planejamento de materiais em um MRP. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002)

#### *3.4.2.1.1 Percentual de perda de processo*

Dentro de um processo de montagem, há as chamadas perdas inevitáveis de processo, que são perdas que correspondem a um nível aceitável de perdas que são identificadas e que o investimento necessário para sua redução é maior que a economia gerada. (ESTRELA; CRUZ; SEVERIANO FILHO, 1999)

No planejamento de necessidades de componentes eletrônicos, percentuais de perdas são adicionadas as necessidades de materiais, que variam de acordo com o histórico de perda aceitável e custo do componente eletrônico.

### **3.4.3 Compras de materiais**

Os setores de compras, engenharia de produto e diretoria responsável pela cadeia de suprimentos são fundamentais para gerenciamento dos custos de material por unidade. Deve-se medir de que forma o material está sendo obtido, utilizado e seu preço, além de que materiais e fornecedores são escolhidos, para que ocorram melhorias contínuas no processo de compras de materiais. (SCHARMA; E.MOODY, 2003)

Em concordância com Slack e Chambers (2002) a função de compras é a realização de contatos com fornecedores para adquirir materiais e serviços, compreendendo tanto as necessidades de todos os processos da empresa, como as capacitações dos fornecedores. O setor de compras também possui algumas atividades importantes, que são as cotações com diversos fornecedores para obtenção da melhor alternativa e preparação do pedido de compras. É importante que possuam uma base de dados extensa sobre fornecedores potenciais, além de ser capaz de sugerir alternativas de materiais e serviços. Além disso, o setor de compras possui alguns objetivos válidos, onde é importante que materiais e serviços comprados sejam:

- da qualidade certa;
- entregues rapidamente, se necessário;
- entregues no momento e quantidade certa;
- ter flexibilidade, seja em alteração de precificação, tempo de entrega ou quantidade; e
- ter preço correto.

Para que se tenha sucesso na compra de um componente eletrônico, deve-se seguir exatamente a lista de componentes do produto e sempre utilizar apenas componentes de

fornecedores que podem garantir consistência em qualidade e oferta de componentes. (FUSE TTN, 1999)

O mercado de produtos eletrônicos possui uma característica de alta mudança da demanda e curto ciclo de vida de produtos, elevados *lead times*, que é o tempo que algo demora desde o momento da compra até a chegada do material, além dos elevados graus de obsolescência de componentes, que são itens que deixam de ser fabricados. (CONCEIÇÃO; EPAMINONDAS, 2009)

Uma dificuldade no atendimento da demanda de equipamentos eletrônicos com maiores funcionalidades é a disponibilidade de componentes eletrônicos, devido ao longo prazo de entrega (*lead time*), que pode ocorrer por falta de estoque e necessidade de iniciar a fabricação de um item somente após o pedido. O baixo volume de fabricação pode elevar o custo de aquisição e prazo de entrega. Os prazos podem chegar a 16 semanas para componentes passivos, como resistores, capacitores e indutores, e até 60 semanas para os componentes ativos, como diodos, transistores e dispositivos de alta frequência. (PEREIRA JUNIOR; SOUSA; VLASSOV, 2011)

Para Ma e Kim (2017) na eletrônica, grande parte das peças podem ficar obsoletas antes mesmo de um produto ou sistema ser instalado. A obsolescência tem sido percebida como um grande desafio no projeto e sustentação de sistemas de longa duração, caros, de baixo volume, de segurança crítica e de alta tecnologia. Há duas formas de se gerenciar isso, o gerenciamento reativo onde soluções imediatas são executadas como o uso de estoque existente, compra vitalícia, compra de fontes de reposição, uso de peças alternativas. No gerenciamento proativo, as possíveis soluções visam agir antes de a peça se tornar obsoleta, como realizar o monitoramento e priorização de peças sem risco de obsolescência.

Na compra de materiais, o *Minimum Order Quantity* (MOQ), é a quantidade mínima que pode ser comprada de um item, e deve ser levada em consideração, pois muitas vezes pode ser maior do que a necessidade de determinado material. O fornecedor, quando define seu MOQ, deve levar em conta quanto custa para produzir apenas uma unidade e em relação aos seus custos de fabricação, definir uma quantidade que não gere prejuízos. Os MOQ são definidos de acordo com a escala da fábrica do fornecedor, na maior parte das vezes, possuindo um número mínimo para fabricação ou venda. Mas, não significa que essas quantidades não são negociáveis, cabendo às empresas tentarem uma negociação para que o custo do produto final não seja prejudicado. (ECOMMERCE PLATFORMS, [2019])

### 3.5 DIAGRAMA DE PARETO

O Diagrama de Pareto, é um método demonstrado e utilizado graficamente no estudo de caso.

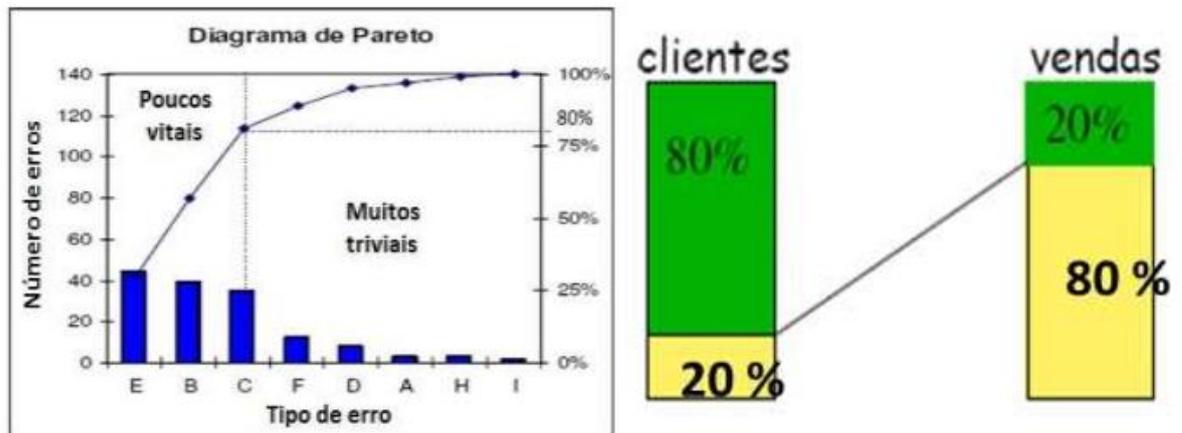
De acordo com May (2018) no princípio do século XX, Vilfredo Pareto (1848-1923), que era um economista italiano da época, desenvolveu em um estudo sobre riqueza e pobreza, concluindo que 20% da população controlavam 80% da riqueza da Itália. Juran, no início dos anos 50, percebeu evidências da regra 80-20 para um grande número de situações. O Diagrama de Pareto é um método que separa situações “pouco vitais” das “muito triviais”, ou seja, o gráfico é utilizado para mostrar que, em muitas vezes, 80% das consequências de determinada situação, são oriundas de 20% das causas.

Nas palavras de May (2018, p.23):

O Gráfico de Pareto é composto de três (3) gráficos, um gráfico de barras contendo os dados que serão analisados (com o eixo vertical a esquerda), um gráfico de linha de demonstra os percentuais acumulados (com o eixo vertical a direita), e o gráfico composto dos anteriores acrescido da linha que demonstra a visão de Pareto (80x20).

Na Figura 15, verifica-se um exemplo do Diagrama de Pareto.

Figure 15 - Exemplo do Diagrama de Pareto



Fonte: May (2018, p.23)

## 4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Nesse capítulo é realizada a familiarização ao ambiente de estudo. Inicialmente apresentando a empresa, mostrando desde suas principais características até as áreas de estudo e seus respectivos processos. Por fim, será descrito como foi realizado o processo de análise e seus resultados.

### 4.1 PERFIL DA EMPRESA

A Produza S/A é uma sociedade anônima que atua como CM ou mais especificamente como EMS, e que de acordo com o site da empresa PRODUZA S/A ([2018b]):

A Produza é uma empresa nacional que atua na montagem de placas e produtos eletrônicos utilizando os mais modernos equipamentos e tecnologias disponíveis. Possui capacidade para montar pequenas ou grandes séries, atendendo a clientes dos mais variados segmentos de mercado. Além da montagem, a Produza presta serviços de administração e logística de compra e distribuição, e também realiza a integração completa de equipamentos.

A Missão da empresa é: “Prover soluções de produtos e serviços em montagens eletrônicas para pequenas e médias empresas, de modo a atingir as expectativas dos clientes quanto à qualidade, prazo e preço, trazendo resultados para os acionistas e preservando o meio ambiente.” (PRODUZA S/A, [2018b]).

A história da empresa é definida por PRODUZA S/A ([2018a]):

Nascida dentro do conjunto de iniciativas da Fundação CERTI com forte posicionamento ético e de colaboração, a Produza possui uma equipe altamente qualificada e comprometida com os projetos de cada cliente e uma permanente postura consultiva. A parceria com o LABelectron (outra iniciativa da Fundação CERTI para promover o suporte ao desenvolvimento de processos e produtos eletrônicos para pequenas e médias empresas) permite que toda a estrutura de engenharia de produtos esteja integrada à fábrica. No início de 2011 passou por uma ampla atualização em seu parque fabril com a introdução de novos e modernos equipamentos, o que lhe proporcionou ir muito além das tecnologias usuais de chão de fábrica e das tecnologias de classe mundial.

É uma empresa de médio porte, possui em torno de 30 colaboradores e atua no setor eletrônico, realizando a montagem de placas eletrônicas, administração e logística de compra e distribuição de componentes eletrônicos, e a realização de integração completa de produtos eletrônicos. É reconhecida pelo importante papel que desempenha no auxílio ao desenvolvimento do setor tecnológico da região sul do Brasil. Os principais clientes são

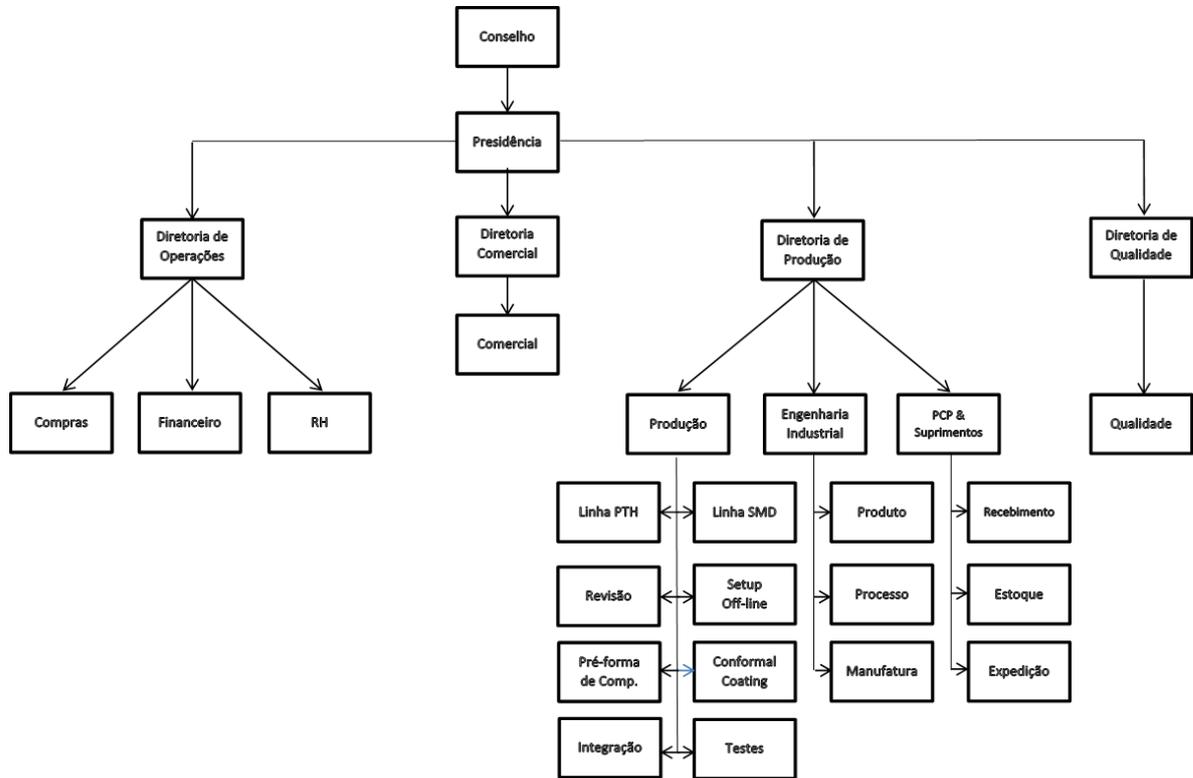
desenvolvedores e distribuidores de produtos eletrônicos da região, com destaque para produtos de alto valor agregado dos segmentos: agrícola, energia, telecomunicações, segurança, saúde e aeroespacial.

Os setores da empresa são:

- a) Conselho: Participam do conselho os acionistas da empresa;
- b) Presidência: Responsável pelo planejamento e decisões da empresa, garantindo os interesses dos acionistas e sucesso da empresa;
- c) Diretoria: são quatro diretorias, Financeira, Comercial, Produção e Processos, e Qualidade:
  - i) Comercial: Atuam diretamente no planejamento e execução dos processos de divulgação e vendas de serviços, além da orçamentação dos pedidos de clientes;
  - ii) Qualidade: Garantem, controlam e promovem a qualidade dos processos realizados em conjunto com os demais setores da empresa;
  - iii) Engenharia Industrial: Analisam todos os processos produtivos, definem e proporcionam suporte necessário para a realização de toda produção; e
  - iv) Compras: Realizam a compra nacional ou importação de todos os materiais, ferramentas e insumos necessários para prestação de serviços da empresa.
- d) PCP: Fazem o planejamento e controle dos materiais necessários e produções realizadas;
- e) Estoque: Mantém o controle de todos os materiais existentes na empresa;
- f) Recebimento: Contabilizam, etiquetam e fiscalizam todo o recebimento de material;
- g) Expedição: Garantem a expedição de maneira adequada e segura de todos os produtos expedidos; e
- h) Produção: Executam toda a produção, que é dividida nos setores: Linha SMD, Linha PTH, *Setup Off-line*, Revisão, Pré-forma de componentes, *Conformal Coating*, Testes e Integração.

O organograma setorial da empresa é visto na Figura 16.

Figure 16 - Organograma setorial da empresa.



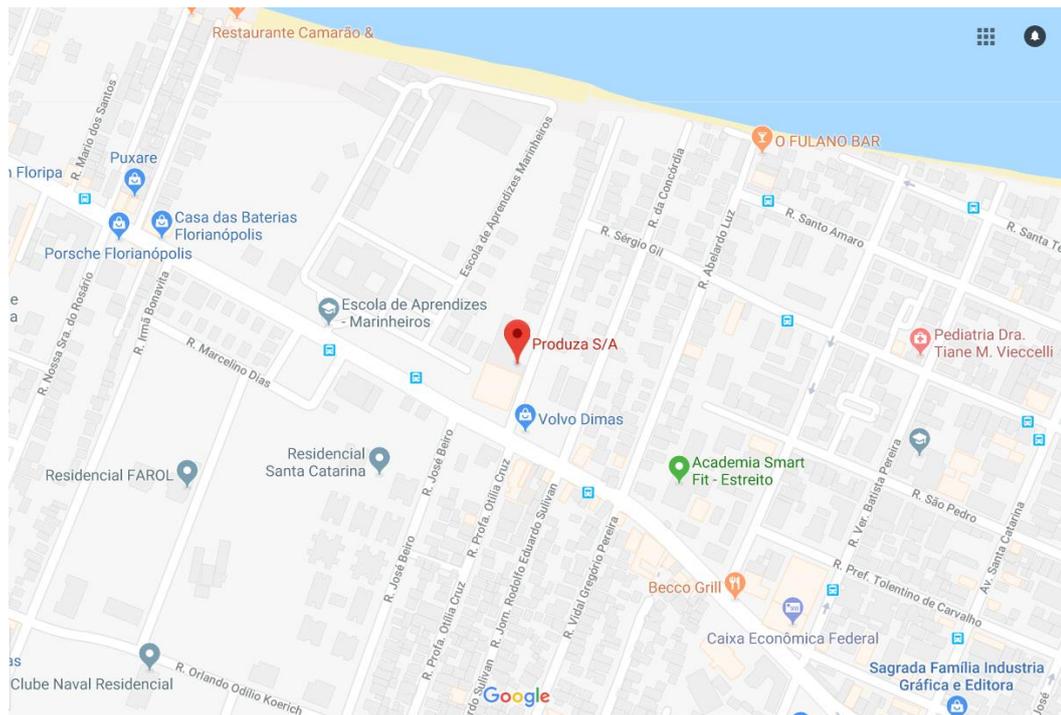
Fonte: O autor (2018).

#### 4.1.1 Localização da empresa

A Produza S/A está localizada na região continental da cidade de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina. A localização da empresa pode ser vista na figura 17.

A região é estratégica pelo motivo de Florianópolis ser um polo de desenvolvimento tecnológico, possuindo inúmeras empresas de desenvolvimento eletrônico que necessitam de uma *Contract Manufacturer* para terceirização dos serviços de montagem dos seus protótipos, pequenos e médios lotes de produção.

Figure 17 - Imagem Satélite da Produza S/A em Florianópolis/SC



Fonte: Google Maps (2018).

A Produza S/A está localizada no bairro Balneário do Estreito, região continental de Florianópolis. Bairro que apesar de residencial e poucas indústrias nas proximidades, facilita o acesso via BR 101 de clientes e fornecedores oriundos de outras cidades catarinenses e do sul do país. Na figura 18 é apresentada uma imagem da fachada da empresa estudada.

Figure 18 - Imagem externa da Produza S/A em Florianópolis/SC



Fonte: Google Maps (2018).

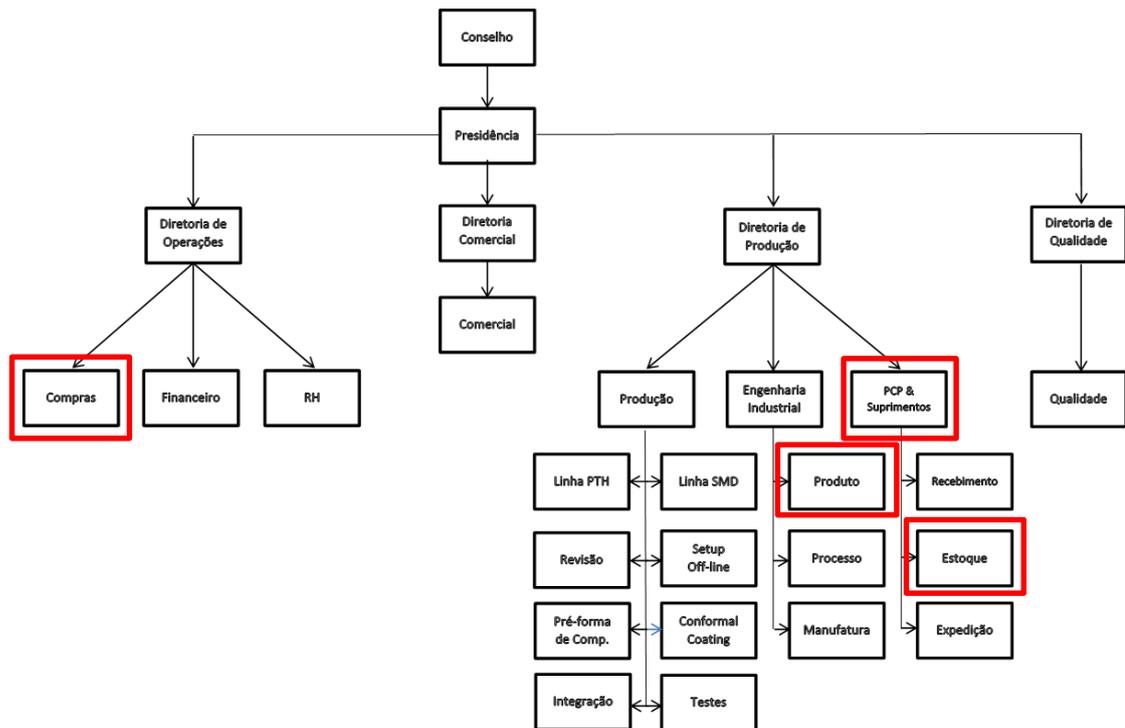
## 4.2 ÁREA DE ESTUDO

O estudo de caso envolverá quatro áreas da empresa: a área de Produto, existente dentro da Engenharia Industrial; o setor de PCP & Suprimentos, que realiza o planejamento das necessidades de compras; o setor de Compras, onde são realizadas as compras de componentes

eletrônicos; e o setor de Estoque, que também faz parte de PCP & Suprimentos, e é onde ficam armazenados os componentes eletrônicos de propriedade da empresa.

Na figura 19 é apresentado o Organograma da empresa localizando as áreas de estudo.

Figure 19 - Organograma da empresa localizando as áreas de estudo



Fonte: O autor (2018).

Na área de produto, que faz parte da Engenharia Industrial, um analista de produto é responsável por receber todas as informações do cliente, analisar os itens da lista de materiais e, inicialmente, criar a estrutura do produto no sistema integrado de gestão da empresa.

O setor de PCP & Suprimentos, possui um supervisor de PCP, que realiza todo o planejamento e controle das produções, desde necessidades de produção até o controle das produções e entregas de produtos.

O setor de compras é composto por apenas um analista de compras que é subordinado à Diretoria de Operações. As atividades realizadas no departamento de compras são a compra de qualquer material, ferramenta, equipamento ou serviço que seja comprado pela empresa.

O Estoque é responsabilidade do setor de PCP (Planejamento e Controle da Produção), que é subordinado a Diretoria de Produção. O estoque possui um Supervisor de PCP e um auxiliar de estoque. No estoque ficam estocados todos os mais diversos materiais,

ferramentas, placas de circuito impresso e os componentes eletrônicos, que são objetos do estudo.

### 4.3 ANÁLISE DO PROCEDIMENTO

Os procedimentos analisados no estudo de caso ocorrem nos setores de Engenharia de Produto, PCP & Suprimentos, Compras e Estoque. Envolvem o processo de compras de componentes eletrônicos, que ocorrem por intermédio da estrutura de produtos e planejamento de necessidades, além do estoque atual de componentes eletrônicos.

#### 4.3.1 Setor de Engenharia de Produto

O setor de produto é o responsável por receber toda a documentação e informações de montagem do cliente. Essa documentação é composta, no mínimo, por: lista de materiais, contendo os MPN dos componentes necessários para montagem e os arquivos de fabricação da placa de circuito impresso.

O procedimento analisado no estudo é o processo de análise da lista de materiais. Na lista de materiais, há o código de fabricação de cada componente eletrônico, ou seja, o MPN que será utilizado na montagem do produto. Esses códigos são exclusivos para cada componente de cada fabricante. Ou seja, a empresa necessita apenas do MPN para conseguir comprar exatamente o componente solicitado pelo cliente.

Cada MPN receberá um código interno da Produza S/A, chamado de *Internal Part Number* (IPN), e após todos os itens serem codificados, são inseridos no MRP da empresa em um formato chamado de Estrutura de Produto. A estrutura de produto possuirá um código único para cada produto, e vinculado a esse código estão todos os códigos dos componentes eletrônicos e suas respectivas quantidades necessárias para montagem de um produto completo.

No quadro 7, verifica-se um exemplo de BOM padrão da Produza S/A, que é a base de informações para geração da estrutura de produto no MRP da empresa. Nela constam: o MPN do componente e seu respectivo fabricante; o código interno da Produza S/A, já gerado e introduzido na lista; as referências da placa onde devem ser montados; a quantidade necessária de cada componente para montagem de um produto e a descrição de cada um dos componentes eletrônicos.

### Quadro 7 - Bill of Materials (BOM)

Manufacture/ Fabricante	Manufacture P.N / Part Numb. Fab.	Interno Part Number IPN ou CPN	Ref. Des./ Posição Comp.	Qty p/ PCB 1	Description/ Descrição
<b>RESUMO COMPONENTES &gt;&gt;</b>				<b>879</b>	<b>&lt;&lt; RESUMO COMPONENTES &gt;&gt;</b>
	JMK105B7224KV-F	0002.000561	C67	1	220N 6.3V +/-10% CERAMIC 0402
AVX Corporation	TPSB107M010R0400	0002.000291	C69, C160, C173, C183, C186, C187, C188, C191, C192, C193, C250, C251, C323	13	CAP TANT LOESR 100UF 10V 20% SMD
	0805YC224KAT2A	0002.000562	C70	1	220N 16V +/-10% CERAMIC 0805
ROHM	TCA0J228M8R TAJA228K006RNJ	0002.000563	C72, C360, C361	3	22UF 6.3V TANTALUM
Murata	GRM188R60J106ME47D	0002.000574	C76, C153, C163, C358	4	10UF 6.3V +/-20% CERAMIC 0603 X5R
	C0603X7R1C101M	0002.000564	C81	1	100pF 6.3V 20% CERAMIC 0201
Murata	GRM188R60J106ME47D	0002.000574	C83	1	10UF 6.3V +/-20% CERAMIC 0603 X5R

Fonte: Autor (2018).

Após definição da BOM padrão da empresa, com as informações do produto do cliente, o setor alimenta o MRP com essas informações, para gerar a estrutura de produto que será utilizada pelo setor de PCP & Suprimentos para avaliação das necessidades. Na figura 20, verifica-se uma estrutura de um produto no MRP da empresa, contendo o código do produto com os componentes necessários e suas respectivas quantidades.

Figure 20 - Estrutura de Produto no MRP da empresa

Planej.Contr.Produção

Estruturas - Alteração

Código: 5000.000581 ? Unidade: PC Revisão

Estrutura Similar: ? Revisão Quantidade Base: 1

- 5000.000581 - PRODUTO XY
  - 0002.000058 - CAP CERA SMD 2.2UF 25V X7R 0805 10% / QTDE: 1.000000
    - 1002.000058 - CAP CER SMD 2U2 25V 10% 0805 X7R / QTDE: 1.000000
  - 0002.000125 - CAP CERA SMD 4.7UF 16V X5R 0805 10% / QTDE: 2.000000
    - 1002.000125 - CAP CER SMD 4.7UF 16V 10% X5R 0805 / QTDE: 1.000000
  - 0002.000183 - CAP CERA SMD 470NF 50V X7R 0805 10% / QTDE: 3.000000
    - 1002.000183 - CAPACITOR 470NF 50V 10% CERAMICO 0805 X7R SMD / QTDE: 1.000000
  - 0002.000185 - CAP CERA SMD 22NF 50V X7R 0603 10% / QTDE: 1.000000
    - 1002.000185 - CAPACITOR 22NF 50V 10% CERAMICO 0603 X7R SMD / QTDE: 1.000000
  - 0002.000186 - CAP CERA SMD 39PF 50V COG 0603 5% / QTDE: 2.000000
    - 1002.000186 - CAPACITOR 39PF 50V 5% CERAMICO 0603 COG SMD / QTDE: 1.000000
  - 0002.000188 - CAP CERA SMD 47NF 25V X7R 0603 10% / QTDE: 1.000000
    - 1002.000188 - CAPACITOR 47NF 25V 10% CERAMICO 0603 X7R SMD / QTDE: 1.000000
  - 0002.000189 - CAP ELET RAD SMD 47UF 35V 20% / QTDE: 3.000000
    - 1002.000189 - CAPACITOR 47UF 35V 20% ELETROLITICO 1050C 6MM SMD RADIAL / QTDE: 1.000000
  - 0002.000476 - CAP CERA SMD 22PF 50V COG 0603 5% / QTDE: 4.000000
    - 1002.000476 - CAP CER 22PF 50V 5% NP0 0603 / QTDE: 1.000000
  - 0002.000480 - CAP CERA SMD 100NF 16V X7R 0603 10% / QTDE: 47.000000
    - 1002.000480 - CAP 100NF 0603 10% 16V X7R / QTDE: 1.000000
  - 0002.000481 - CAP CERA SMD 10NF 50V X7R 0603 10% / QTDE: 3.000000
    - 1002.000481 - CAP 10NF 0603 10% 50V X7R / QTDE: 1.000000
  - 0002.000840 - CAP CERA SMD 270PF 50V X7R 0603 10% / QTDE: 1.000000
    - 1002.000840 - CAP CER 270PF 50V 10% X7R 0603 / QTDE: 1.000000
  - 0002.000841 - CAP CERA SMD 1UF 10V X7R 0603 10% / QTDE: 1.000000
    - 1002.000841 - CAP CER 1UF 10V 10% X7R 0603 / QTDE: 1.000000

Fonte: O autor (2019).

A engenharia de produto da Produza S/A, no que envolve compra de componentes eletrônicos, fica responsável por:

- receber e analisar a BOM do cliente com as informações necessárias para montagem do produto;
- codificar todos os MPN da BOM do cliente com o IPN da Produza S/A;
- repassar todas as informações da BOM do cliente, para um modelo de BOM padrão da Produza S/A, já com os códigos interno da empresa; e
- fazer a estrutura de produto no MRP da empresa, com todos os códigos e quantidades necessárias de cada item para montagem de uma placa, para que o PCP possa posteriormente analisar e definir as quantidades necessárias de cada componente conforme o lote de produção.

#### 4.3.2 Setor de PCP & Suprimentos

PCP & Suprimentos é analisado no processo de recebimento da estrutura de produto da Engenharia Industrial, e realização da solicitação de compras. Esse processo ocorre, primeiramente, multiplicando toda a estrutura de produto pela quantidade total do lote de montagem. Depois, é realizada uma análise de perdas de processo, em conjunto com a Engenharia Industrial, onde são acrescentados percentuais de perdas para cada componente eletrônico, visando que não falte material na produção do lote de montagem.

Para definir e encaminhar as necessidades de compras de material para o setor de Compras, o setor de PCP analisa a estrutura e quantidades necessárias de produtos, os percentuais de perdas de processo de cada item, além de analisar tudo que já há estoque disponível na empresa, para depois definir a quantidade necessária que se deve comprar de cada material. Após todas as informações definidas, é enviado ao setor de compras, por meio de uma Solicitação de Compras (SC), contendo prazos e quantidades necessárias de cada material, para que seja possível produzir o lote de placas eletrônicas.

No modelo atual da empresa, só é considerado o estoque de itens que possuem exatamente o mesmo MPN do item que possui necessidade. Em casos específicos, entra-se em contato com o cliente, por intermédio da Engenharia Industrial, sugerindo a utilização de item alternativo que a empresa possui estoque.

O setor de PCP & Suprimentos, no que envolve a compra de componentes eletrônicos, é responsável por:

- receber o pedido de venda do setor comercial com lote e prazos definidos;
- analisar a estrutura de produto do pedido de venda, os percentuais de perdas de processo de cada item, e definir as quantidades necessárias de cada componente para produção do todo o lote;
- verificar se há no estoque de componentes na empresa, os itens contidos na estrutura de produto e as quantidades necessárias para o lote; e
- elaborar e enviar, para o setor de Compras, uma lista de solicitação de compras (SC) contendo todos os itens que não possuem estoque e que devem ser comprados, contendo suas respectivas quantidades e o prazo que o material deve estar na empresa para que não ocorram atrasos na produção do lote.

### 4.3.3 Setor de Compras

A análise é realizada no processo de compra e utilização de componentes eletrônicos já existentes na empresa.

O processo inicia-se após o setor de compras receberem a SC do setor de PCP & Suprimentos. Na SC constam todos os itens e suas respectivas quantidades necessárias, já contabilizadas as possíveis perdas de processo. Após receber as necessidades, o analista de compras inicia a busca de fornecedores autorizados que possuam estoque dos itens. Devido à dificuldade de componentes eletrônicos no Brasil, a maior parte do processo é realizada por intermédio de fornecedores internacionais, sendo que a maior parte dos Estados Unidos e países asiáticos.

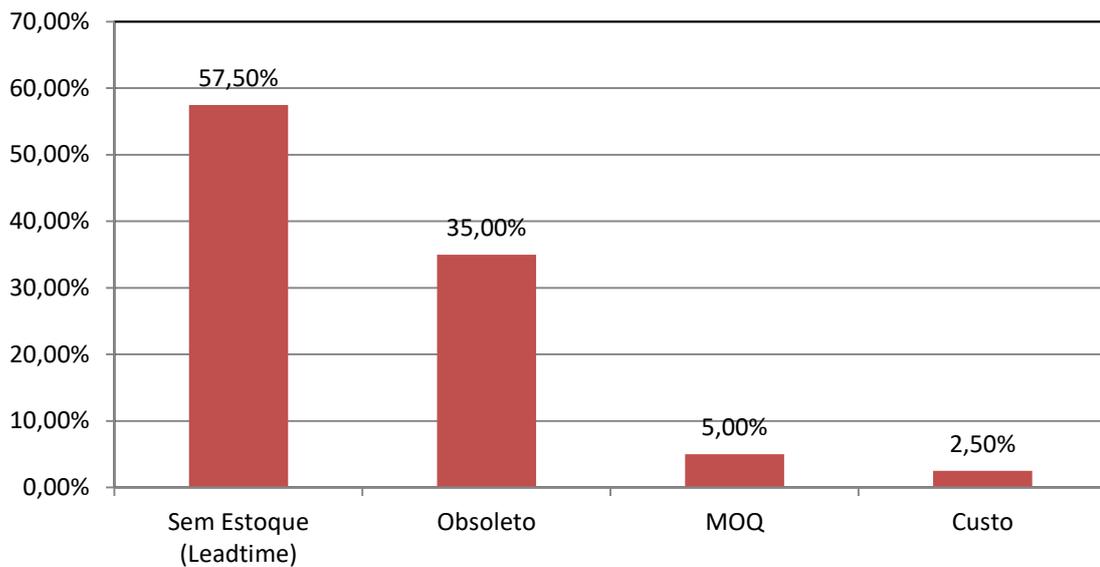
Como verificado anteriormente, cada componente eletrônico possui um código interno da Produza S/A, que é vinculado ao MPN do componente, código único definido pelo fabricante do componente. Ou seja, o analista de compras precisa comprar exatamente o MPN definido na SC, não tendo permissão para comprar componentes com características similares, em nenhuma hipótese.

Os maiores obstáculos enfrentados no setor, no momento de procurar componentes no mercado são: a falta de estoque nos fornecedores, *lead time* alto, obsolescência dos componentes, compra mínima disponível superior a necessidade, conhecido como *Minimum Order Quantity* (MOQ), e custos elevados. Esses fatores geram tempo perdido devido a necessidade de trocar de informações com os desenvolvedores dos produtos para definição de novos componentes que não possuam as mesmas dificuldades de compra.

Para definir e quantificar os reais motivos de dificuldades de comprar componentes eletrônicos foi acompanhado, durante aproximadamente três meses, no período de 24 de julho de 2018 até 02 de outubro de 2018, todos os motivos pelos quais foram necessários acionar os clientes da empresa e responsáveis pelos produtos, para solicitação de componentes alternativos.

Nesse período, ocorreram solicitações de componentes alternativos, devido a dificuldade de compras. Houve um total de quarenta solicitações e os principais motivos foram *leadtime* alto, devido à falta de estoque imediato no fornecedor, com 57,50% e componentes que se tornaram obsoletos e não estavam mais sendo fabricados, com 35%, conforme mostra o gráfico 3.

Gráfico 3 – Motivos das dificuldades de compras de componentes eletrônicos

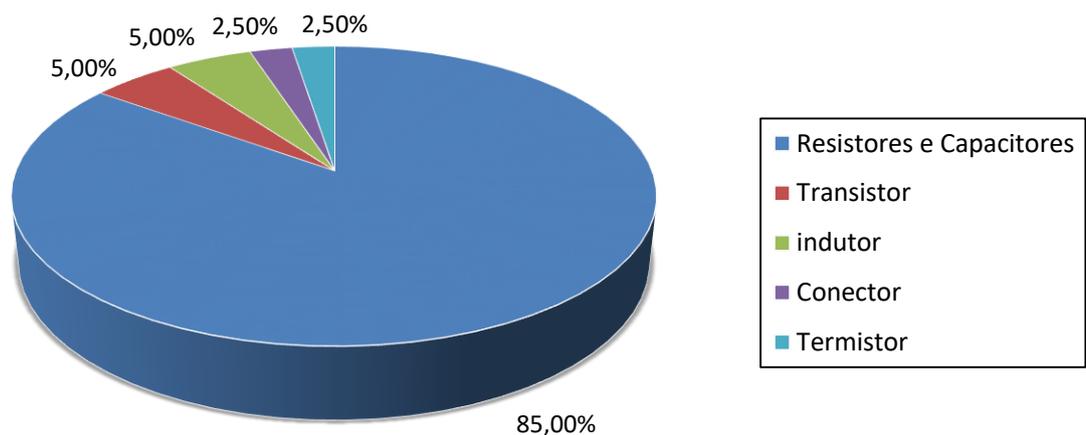


Fonte: O autor (2018).

Durante a mesma análise, foi possível quantificar e obter outro dado de grande relevância para a análise, que são quais os tipos de componentes eletrônicos com relação a característica técnica e tecnologia de montagem com maior dificuldade de compras.

Em relação as características técnicas destacam-se com 85% resistores e capacitores, conforme mostra o gráfico 4.

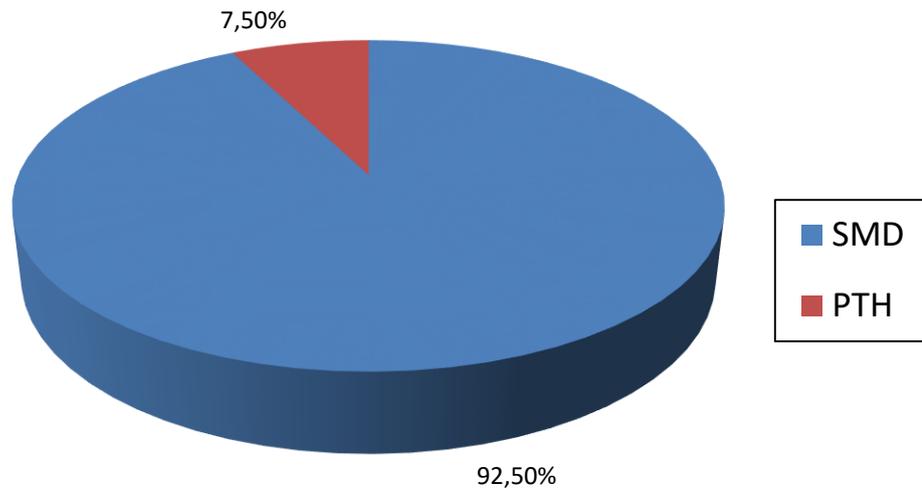
Gráfico 4 – Componentes com dificuldades de compras por característica técnica



Fonte: O autor (2018).

Em relação a tecnologia de montagem, os componentes SMD são praticamente totalidade, com 92,50% durante a análise, conforme mostra o gráfico 5.

Gráfico 5 – Componentes com dificuldades de compras por tecnologia de montagem



Fonte: O autor (2018).

Além dos problemas analisados, há algumas outras possíveis situações que também dificultam o cumprimento de prazos na entrega de materiais que são: o envio de mercadoria errada ou com divergências de quantidades pelos fornecedores, não conformidades de envio relacionadas a embalagens e armazenamento inadequado de materiais e demora em processos de fiscalização de materiais pela receita federal.

O setor de Compras, no que envolve a compra de componentes eletrônicos, é responsável por:

- receber e analisar a SC do setor de PCP & Suprimentos;
- encontrar fornecedores que possuam as quantidades necessárias dos componentes eletrônicos e que atendam os prazos necessários;
- informar e buscar soluções com a Engenharia de Produto sobre todos os componentes com dificuldades de compras ou que não atendam os prazos;
- realizar e monitorar todo o processo logístico até a chegada dos materiais na empresa; e
- garantir a qualidade dos componentes e conformidade com os procedimentos da empresa, menor custo e atendimento dos prazos dos componentes eletrônicos comprados.

#### 4.3.4 Estoque

O estoque de componentes é o setor onde ficam estocados todos os componentes eletrônicos comprados pela empresa para montagem dos produtos. Além, dos componentes eletrônicos, encontram-se no setor todos os insumos, materiais e ferramentas necessários para montagem dos lotes de placas eletrônicas.

O setor é dividido por prateleiras, que possuem um código para cada local, para facilitar o gerenciamento de itens dentro do estoque, que ocorre por intermédio de um software que informa de forma rápida o local, a quantidade e as movimentações dos itens dentro da empresa.

Na figura 21, pode-se verificar o setor com suas prateleiras e os componentes em seus respectivos locais dentro do estoque.

Figure 21 - Setor de estoque

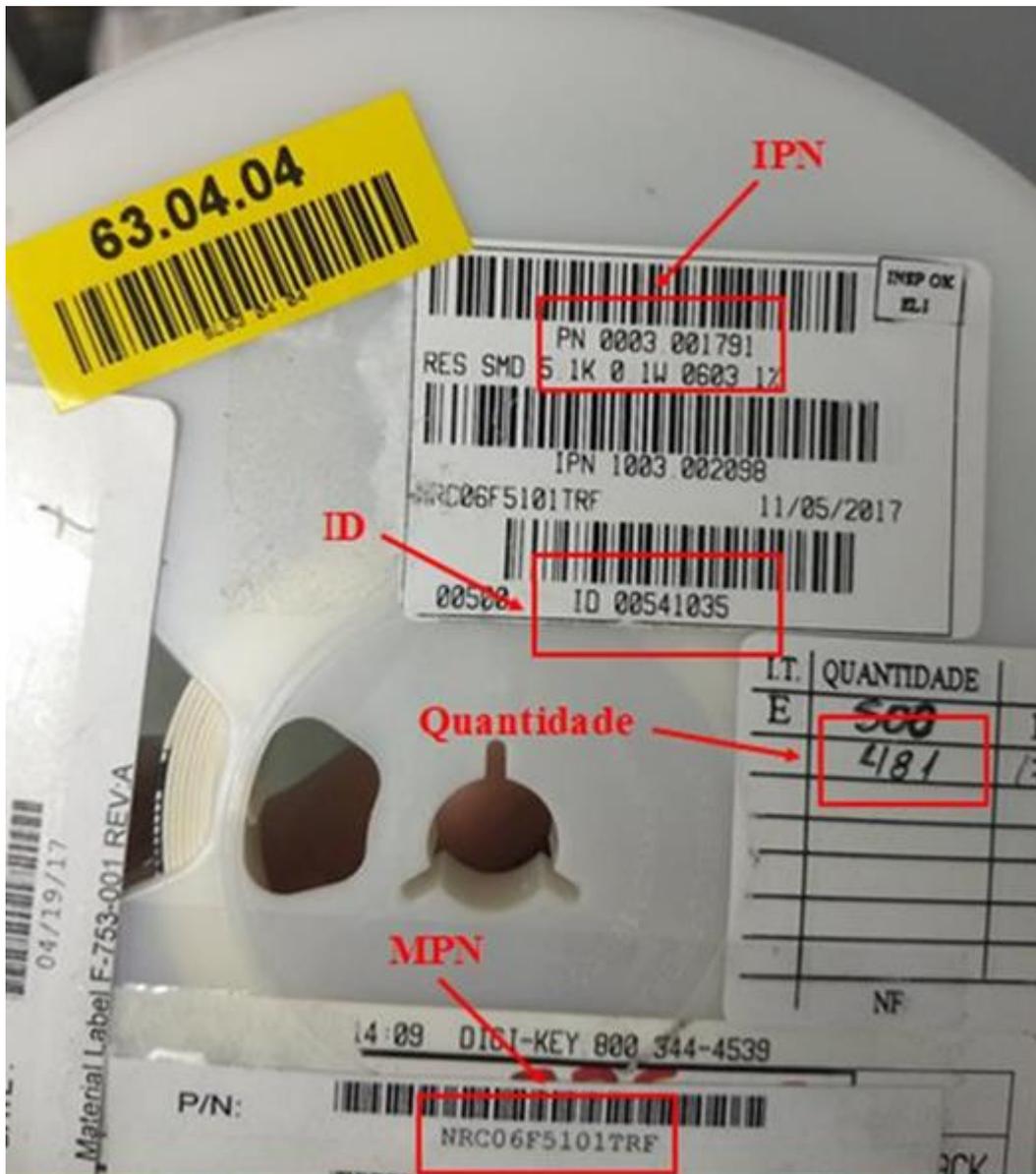


Fonte: O autor (2018).

Além de as prateleiras e locais para armazenamento de componentes eletrônicos serem codificados, todas as embalagens de componentes, quando chegam a Produza S/A, também são etiquetadas e identificadas.

Na figura 22, verifica-se um rolo de componentes, contendo as seguintes informações: IPN, código interno da Produza, que existe um para cada código de fabricação de componentes; ID, um código de identificação sequencial, único por embalagem; o MPN, código de fabricação do componente eletrônico; e a quantidade de componentes na embalagem.

Figure 22 - Identificação rolo de componentes



Fonte: O autor (2018).

Uma particularidade do estoque de componentes eletrônicos, é que eles são classificados por um nível de temperatura e umidade, onde a forma de armazenamento depende

dessa classificação. A maior parte dos itens, como resistores e capacitores, por exemplo, não necessitam de controle específico. Porém, os componentes sensíveis, ficam estocados em uma prateleira chamada de *drybox*, própria para controle de temperatura e umidade, ou precisam estar em embalagens preparadas para isso.

A Produza S/A devido à grande demanda de pequenos e médios lotes de produção, e por não possuir produto próprio, deveria possuir baixo nível de estoque ou somente estoque de componentes dos lotes que estão em processo de montagem. No mês de outubro de 2018, foram coletados e analisados os dados do estoque da Produza S/A.

No quadro 8, pode-se verificar o estoque geral de componentes em relação ao seu último ano de movimentação dentro da empresa, mostrando que apesar de menor quantidade, existe estoque que já não é mais utilizado há mais de um ano. Um dos motivos levantados é devido que alguns componentes possuem lote mínimo de compra e compras ou envio errado de fornecedor, gerando estoque de item não necessário.

Quadro 8 - Estoque de componentes da empresa por ano de última movimentação

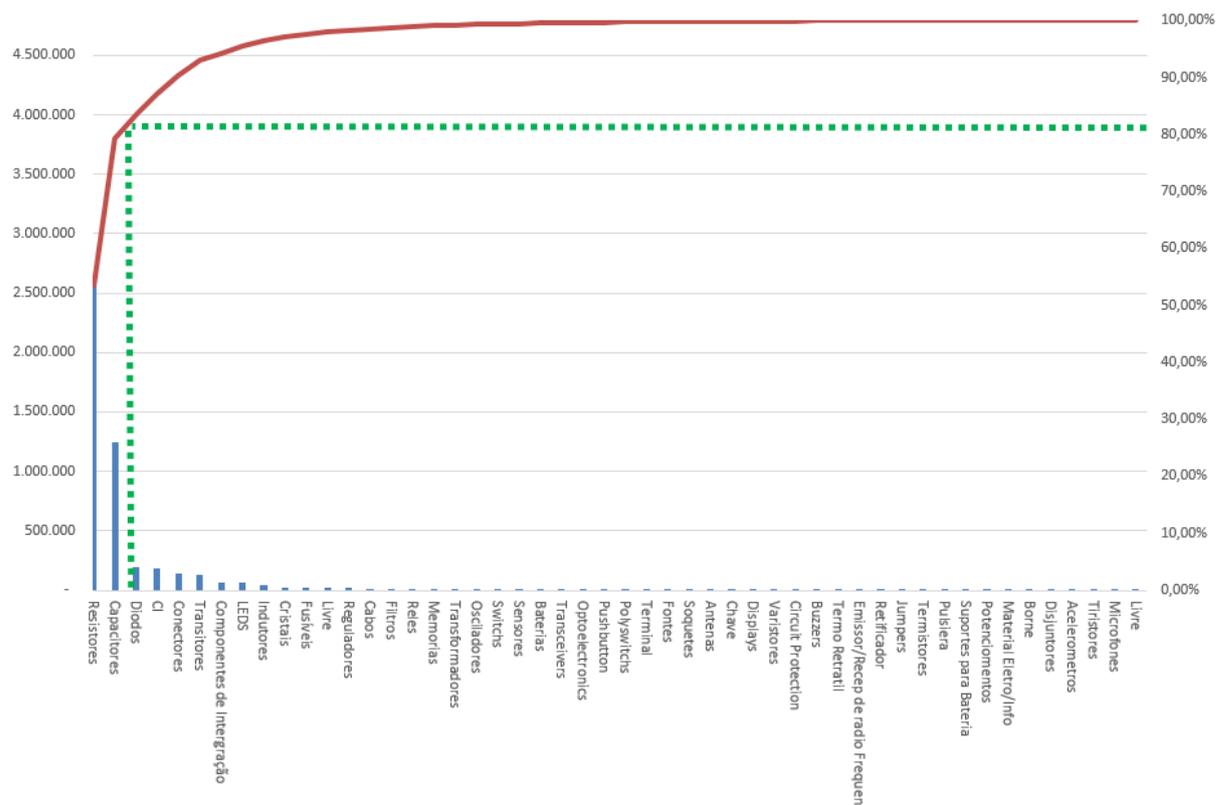
Ano	Quantidade de componentes	Percentual
2013	1.357,00	0,03%
2014	105,00	0,00%
2015	1.416,00	0,03%
2016	49.247,00	1,02%
2017	311.889,00	6,48%
2018	4.447.551,00	92,43%
<b>Total:</b>	<b>4.811.565,00</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autor (2018).

Durante a mesma análise, foi possível quantificar e obter outro dado de grande relevância para a análise: os tipos de componentes eletrônicos com relação à característica técnica e tecnologia de montagem dentro do estoque da empresa.

Em relação às características técnicas, observa-se no Diagrama de Pareto, no gráfico 6, que mais de 80% de todos os componentes eletrônicos são referentes a menos do que 20% dos tipos de componentes existentes no estoque da empresa, nesse caso mais especificamente são apenas resistores e capacitores, que representam 4% dos tipos de componentes classificados dentro do estoque.

Gráfico 6 – Componentes em estoque por característica técnica

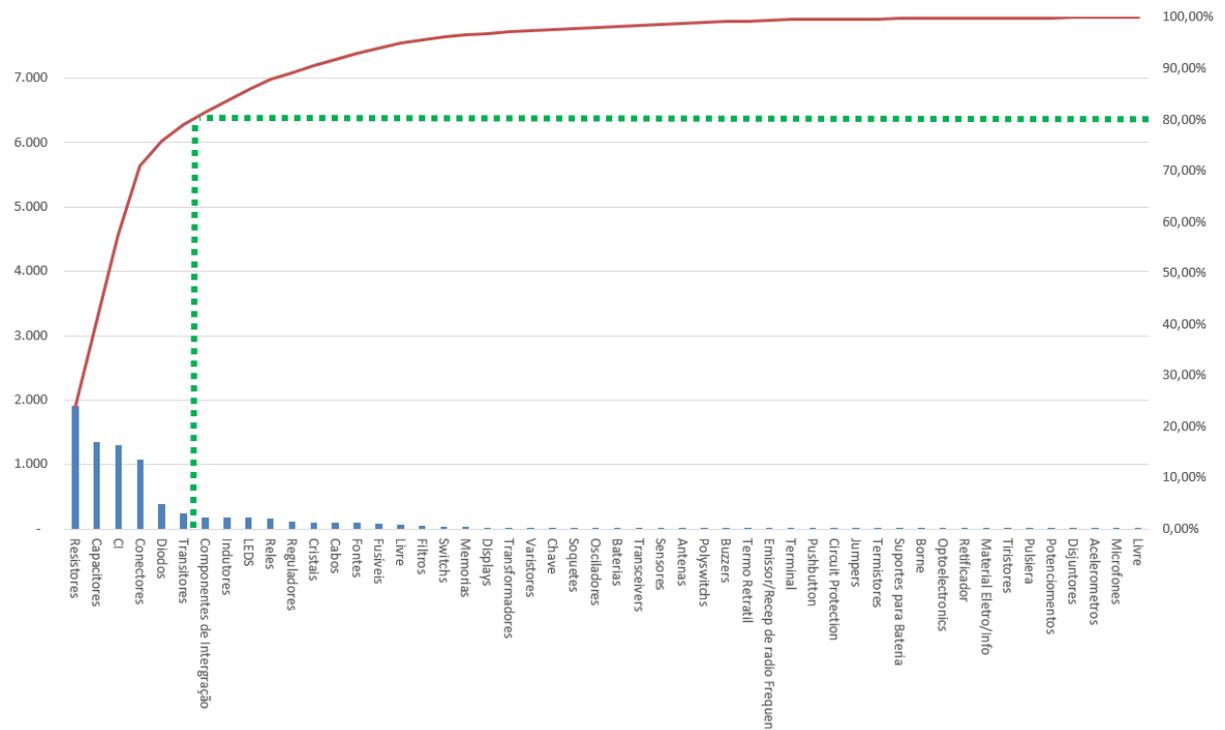


Fonte: O autor (2018).

Ainda analisando as características técnicas, com relação aos resistores e capacitores que são componentes pequenos e possuem grande quantidade em uma única embalagem, foi observado, também por meio do Diagrama de Pareto, no gráfico 7, que mais de 80% de todas as embalagens de componentes eletrônicos são referentes a menos do que 20% dos tipos de componentes existentes no estoque da empresa, sendo também os dois principais resistores e capacitores, mas junto deles, se destacam os circuitos integrados, conectores, diodos e transistores. Nesse caso específico, representam 12% dos tipos de componentes classificados no estoque da empresa.

Uma consideração importante na representação por unidade de embalagem, é que o destaque dos circuitos integrados e conectores, estão em uma única embalagem que comporta poucos componentes, gerando um número alto de embalagens por IPN. Um exemplo é uma embalagem de circuito integrado que possui 50 componentes e uma embalagem de resistor que possui 10.000 componentes.

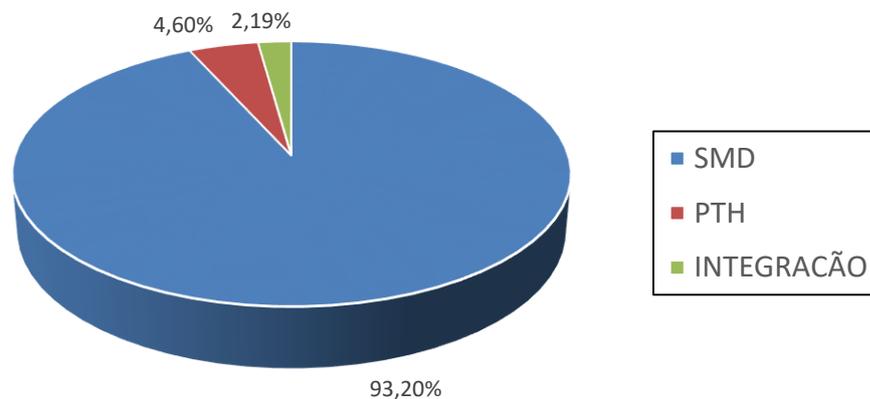
Gráfico 7 – Quantidade de unidades de embalagem em estoque por tipo



Fonte: O autor (2018).

Em relação à tecnologia de montagem dos componentes presentes no estoque da empresa, os componentes SMD também são praticamente a totalidade do estoque, com 93,20% durante a análise, conforme mostra o gráfico 8.

Gráfico 8 – Componentes em estoque por tecnologia de montagem



Fonte: O autor (2018).

#### 4.3.5 Análise das Estruturas de Produtos

Com o objetivo de analisar as estruturas de produtos dos mais variados clientes e produtos, realizou-se a análise das últimas 51 estruturas realizadas na Produza. Após perceber a importância dos resistores e capacitores no estudo de problemas de compras e estoque da empresa, realizou-se a análise com o intuito de identificar os resistores e capacitores mais utilizados nesses produtos, por característica técnica e não por meio do MPN.

Durante a análise, verificou-se que foram utilizados 221 tipos diferentes de capacitores e 280 tipos diferentes de resistores. Em alguns casos, foi possível detectar duplicidade no cadastro dos itens, ou componentes com características técnicas melhores, os que foram detectados, tiveram suas quantidades unificadas em apenas um item. Um exemplo é um capacitor cerâmico que possui tensão definida de 25V, mas pode ser montado com outro capacitor que possua a característica de 50V, pois é maior ou igual aos 25V especificados.

No apêndice A, verifica-se que 49 tipos de capacitores, dos 221 existentes nas estruturas, aproximadamente 20% dos tipos de capacitores são responsáveis por 80% de todos os tipos de capacitores utilizados nas 51 estruturas de produto analisadas.

No quadro 9, observam-se os 15 tipos de capacitores mais usados nos produtos analisados, que representam 57,41% das quantidades utilizadas nas 51 estruturas analisadas.

Quadro 9 - Os 15 tipos de capacitores mais usados.

Descrição	Quantidade e utilizada	Quantidade de Estruturas que utilizam	Percentual Acumulad o	Percentual Individual
CAP CERA SMD 100NF 50V X7R 0603 10%	522	20	21,03%	21,03%
CAP CERA SMD 4.7UF 50V X7R 1206 10%	134	15	26,43%	5,40%
CAP CERA SMD 100NF 50V X7R 0402 10%	148	4	32,39%	5,96%
CAP CERA SMD 1UF 50V X7R 0805 10%	105	18	36,62%	4,23%
CAP CERA SMD 10UF 16V X5R 0603 10%	98	12	40,57%	3,95%
CAP CERA SMD 47UF 16V X6S 1210 10%	32	2	41,86%	1,29%
CAP CERA SMD 10NF 16V X7R 0402 10%	76	6	44,92%	3,06%
CAP CERA SMD 1000PF 500V X7R 1206 10%	43	8	46,66%	1,73%
CAP CERA SMD 100NF 50V X7R 0805 10%	57	4	48,95%	2,30%
CAP CERA SMD 22UF 16V X5R 0805 20%	36	4	50,40%	1,45%
CAP CERA 10000PF 500V X7R 1206 10%	25	4	51,41%	1,01%
CAP CERA SMD 1NF 50V COG 0603 5%	50	5	53,42%	2,01%
CAP CERA SMD 10NF 50V X7R 0603 10%	44	8	55,20%	1,77%
CAP ALUM 22UF 20% 16V SMD	37	2	56,69%	1,49%
CAP CERA SMD 470NF 10V X6S 0402 10%	18	2	57,41%	0,73%

Fonte: Autor (2019).

No apêndice B, verifica-se que 67 tipos de resistores, dos 280 existentes nas estruturas, aproximadamente 20% são responsáveis por 80% de todos os tipos de resistores utilizados nas 51 estruturas de produto analisadas.

No quadro 10, observam-se os 15 tipos de resistores mais usados nos produtos analisados, que representam 46,07% das quantidades utilizadas nas 51 estruturas analisadas.

Quadro 10 - Os 15 tipos de resistores mais usados.

Descrição	Quantidade utilizada	Quantidade de Estruturas que utilizam	Percentual Acumulado	Percentual Individual
RES SMD 10K 0.125W 0805 1%	314	16	10,07%	10,07%
RES SMD 10K 0.1W 0603 1%	176	9	15,72%	5,65%
RES SMD 2.2K 0.125W 0805 1%	129	15	19,86%	4,14%
RES SMD 47K 0.125W 0805 1%	110	10	23,39%	3,53%
RES SMD 4.7K 0.125W 0805 1%	107	10	26,82%	3,43%
RES SMD 0.0R 0.1W 0603 5%	103	6	30,13%	3,30%
RES SMD 1K 0.125W 0805 1%	87	13	32,92%	2,79%
RES SMD 680R 0.125W 0805 1%	79	8	35,45%	2,53%
RES SMD 100K 0.125W 0805 1%	70	12	37,70%	2,25%
RES SMD 100R 0.1W 0603 1%	59	6	39,59%	1,89%
RES SMD 33R 0.1W 0603 5%	54	4	41,32%	1,73%
RES SMD 4.7K 0.1W 0603 1%	53	4	43,02%	1,70%
RES SMD 10K 0.125W 0402 1%	51	9	44,66%	1,64%
RES SMD 12K 0.125W 0805 1%	44	6	46,07%	1,41%

Fonte: Autor (2019).

#### 4.3.6 Posicionamento dos clientes ativos da empresa

Durante a realização do estudo de caso, observou-se o grande percentual, tanto nas dificuldades de compras de componentes eletrônicos, quanto no estoque de componentes existentes da empresa, de resistores e capacitores.

Além disso, por meio dos estudos realizados durante esse trabalho, verificou-se que há uma menor exigência de especificação para componentes passivos e discretos como resistores e capacitores e que em processos de testes, suas taxas de falhas são insignificantes perto de componentes ativos, ou seja, os riscos de utilizar um componente sem um processo de testes para homologação é menor do que para componentes ativos.

Com base nessas informações, surgiu a necessidade de entender as reais necessidades dos clientes da Produza S/A na especificação de resistores e capacitores. Para isso foram elaboradas uma base de perguntas sobre o tema.

Para organização das perguntas necessárias, utilizou-se a ferramenta da empresa Google, o Google Forms, na qual um *link* com as perguntas pode ser enviado por e-mail ou por aplicativos de troca de mensagens, para os clientes ativos e que compram ou vão comprar componentes com a Produza S/A.

Uma primeira entrevista foi realizada com um colaborador da própria empresa, com conhecimento técnico de produtos eletrônicos, apenas para validação.

Posteriormente, utilizou-se e-mail ou troca de mensagens por aplicativo, de maneira informal, para explicar e conversar a respeito da pesquisa, em alguns casos as perguntas foram respondidas por e-mail ou troca de mensagens e em outras diretamente pelo *link* contendo as perguntas.

No total, tentou-se contato com todas as vinte e três empresas que no momento do estudo eram clientes ativos e que compravam materiais ou tinham intenção de comprar componentes com a Produza S/A. Esperava-se que aproximadamente 50% das empresas participassem com sua opinião sobre o assunto, pois se definiu que seria realizada apenas uma tentativa, visando obter opiniões apenas de clientes que logo se interessaram pelo assunto.

Das vinte e três empresas, apenas dez responderam, totalizando 43%.

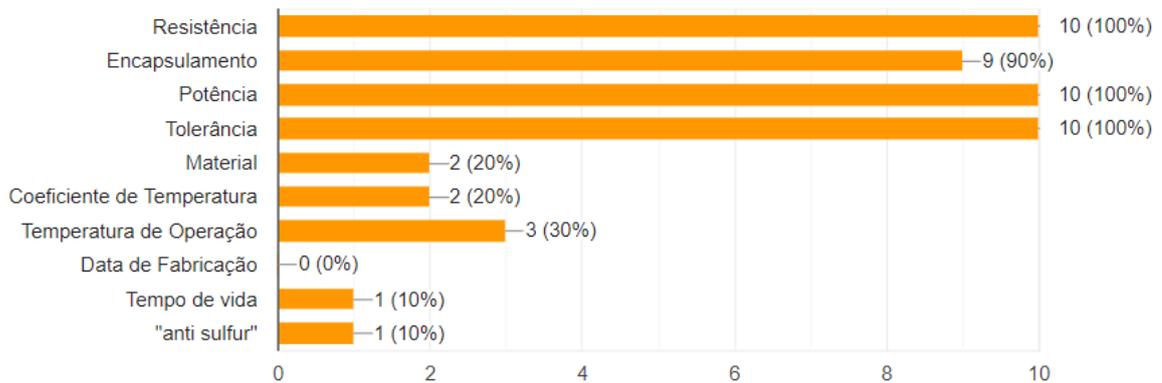
#### 4.3.6.1 Resultados

As questões discutidas com os clientes e seus resultados são mostrados a seguir:

- **Primeira questão:** Na escolha e definição de um resistor para a sua placa eletrônica, informe todas as características técnicas que devem, obrigatoriamente, serem atendidas para utilização do mesmo no seu projeto.

Os resultados da primeira questão, são mostrados no gráfico 9. As respostas obtidas mostram que as principais características técnicas necessárias para especificação de um resistor são: resistência, encapsulamento, potência e tolerância. Mas o material, coeficiente de temperatura, temperatura de operação. O tempo de vida e anti sulfur são mencionados por apenas um cliente cada.

Gráfico 9 – Primeira questão, características de um resistor

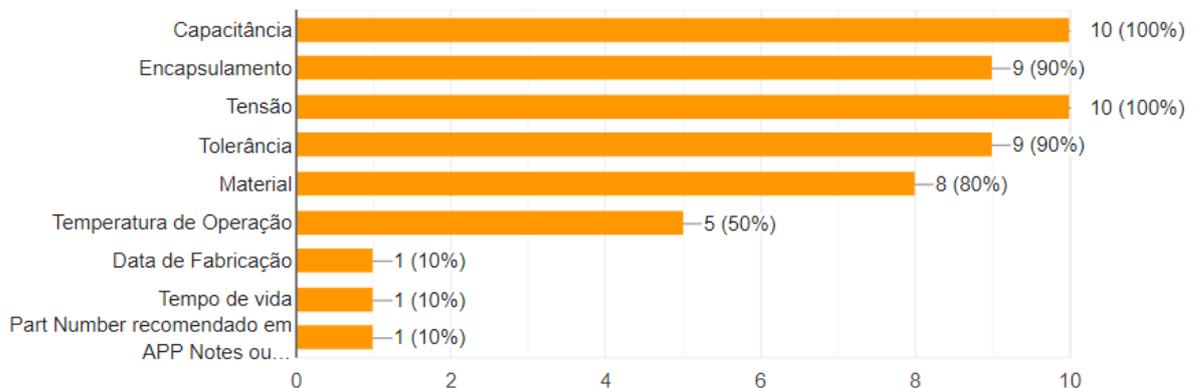


Fonte: O autor (2019).

- **Segunda questão:** Na escolha e definição de um capacitor para a sua placa eletrônica, informe todas as características técnicas que devem, obrigatoriamente, serem atendidas para utilização do mesmo no seu projeto.

Os resultados da segunda questão são mostrados no gráfico 10. As respostas obtidas mostram que as principais características técnicas necessárias para especificação de um capacitor são: capacitância, encapsulamento, tensão, tolerância e material. Entretanto, temperatura de operação deve ser considerada, 50% dos clientes, destacam a sua importância. As características como: data de fabricação, tempo de vida e que o próprio PN de fabricação especificado seja utilizado, são mencionados apenas uma vez.

Gráfico 10 – Segunda questão, características de um capacitor

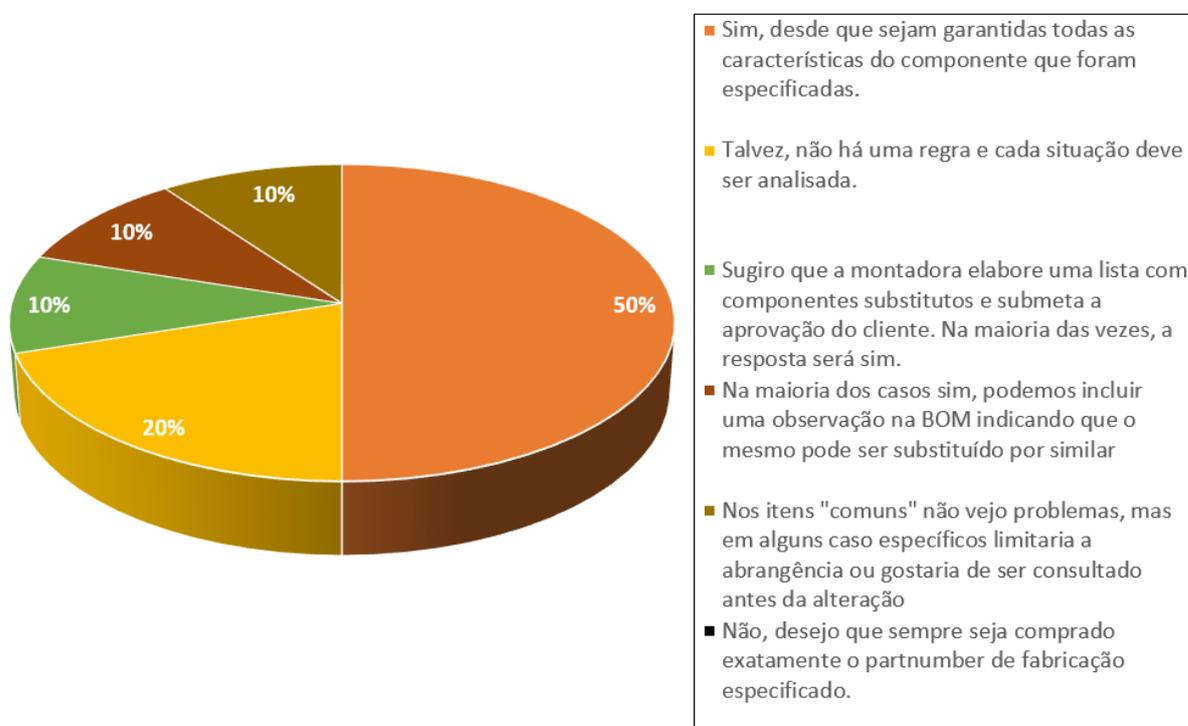


Fonte: O autor (2019).

- **Terceira questão:** Se garantidas todas as características definidas pelo cliente, de um resistor ou capacitor, a montadora pode realizar a montagem utilizando itens com mesmas características técnicas, ou seja, equivalentes, porém com *partnumber* de fabricação diferente?

Os resultados da terceira questão são mostrados no gráfico 11, e verifica-se que 50% dos entrevistados afirmam que a montadora poderia utilizar itens equivalentes para resistores e capacitores, desde que sejam garantidas todas as especificações do componente.

Gráfico 11 – Terceira questão, utilização de componentes equivalentes



Fonte: O autor (2019).

Vinte por cento (20%) afirmam que não há uma regra e cada caso deve ser analisado. E três clientes, adicionam cada uma nova uma opção para a questão, dividindo em 10% para cada uma das três respostas:

- O primeiro sugere que a montadora elabore uma lista com alternativos e submeta a aprovação, onde na maioria das vezes a resposta seria sim;
- Outra resposta menciona que na maioria dos casos a resposta seria sim para a opção de utilização de componente equivalente e menciona que podem adicionar na BOM a observação dos componentes que podem ser utilizados similares;

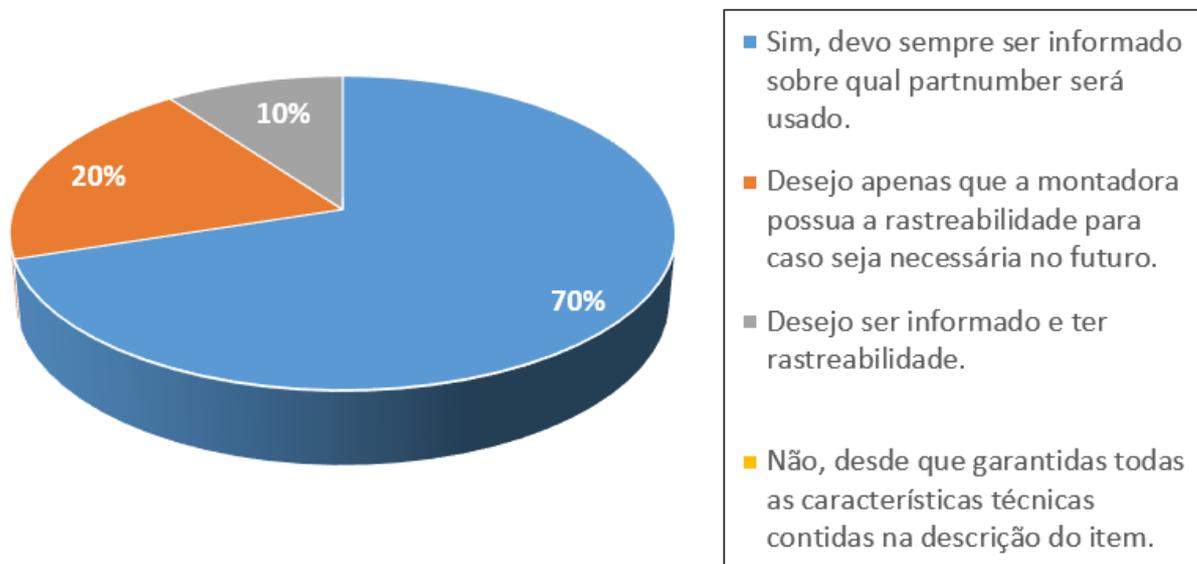
- E, o outro cliente afirma que para itens considerados “comuns” não há problema, mas em alguns casos específicos limitaria a abrangência ou gostaria de ser consultado antes da alteração.

A opção que não poderia utilizar componentes equivalentes e somente o PN especificado, não foi opção de nenhum cliente.

Com base nas respostas, percebe-se que, em geral, os clientes aceitariam componentes equivalentes para resistores e capacitores, desde que a montadora garanta as características técnicas dos componentes e três clientes apresentam alternativas para realizar isso.

- **Quarta questão:** Se sua empresa aceita a compra de resistores e capacitores equivalentes aos especificados na BOM vocês precisam ser notificados para toda alteração ou se garantidas todas as características técnicas não há necessidade?

Gráfico 12 – Quarta questão, notificação da utilização de componentes equivalentes



Fonte: O autor (2019).

Os resultados da quarta questão são mostrados no gráfico 12. Verifica-se que, apesar de aceitarem a utilização de resistores e capacitores equivalentes em seus projetos, 70% dos clientes querem ser informados sobre qual o *partnumber* do componente que será utilizado. Já vinte por cento (20 %) informam que não precisam ser informados, entretanto precisam que a montadora possua rastreabilidade para caso seja necessária à informação no futuro. E um

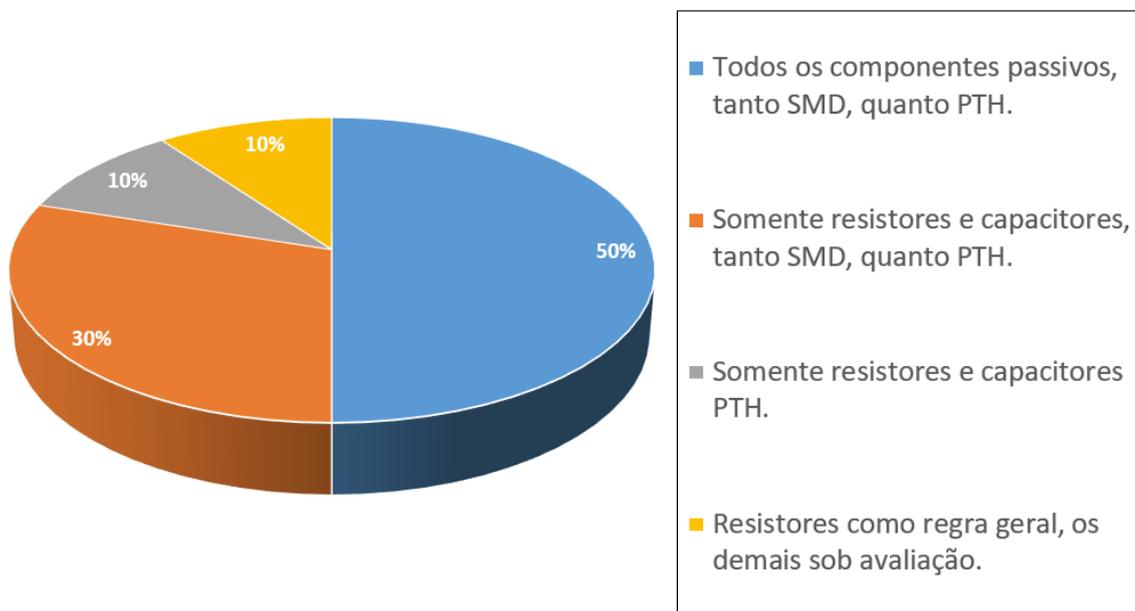
cliente, adicionou a opção de que deseja ser informado e ter a rastreabilidade. Para a opção sugerida que o cliente não precisa ser avisado, não houve nenhuma opção.

Com base nessas informações, entende-se que qualquer utilização de componentes equivalentes, apesar de grande aceitação para resistores e capacitores, deve-se sempre ser informado ao cliente o componente que foi utilizado.

- **Quinta questão:** Quais componentes eletrônicos do seu projeto, você aceitaria que fossem comprados por características técnicas ao invés de exatamente por *partnumber* de fabricação?

Os resultados da quinta questão são mostrados no gráfico 13. Essa questão é necessária para analisar o entendimento dos clientes pra outros componentes, além de resistores e capacitores.

Gráfico 13 – Quinta questão, tipos de componentes que poderiam ser comprados equivalentes



Fonte: O autor (2019).

Verificou-se que para 50% dos clientes, todos os componentes passivos poderiam ter opções de componentes equivalentes, tanto para componentes SMD, quanto para componentes PTH. Sendo que 30% afirmam que somente resistores e capacitores, tanto SMD, quanto PTH.

Um cliente respondeu que aceitaria apenas para resistores e capacitores PTH e um outro cliente adicionou que resistores como regra geral e os demais sob avaliação. Outras três opções foram sugeridas aos clientes: somente Resistores e capacitores SMD, todos os componentes passivos SMD, ou todos os componentes passivos PTH. Entretanto ninguém optou por essas respostas.

- A **sexta e sétima questão** foram respectivamente: Se há algum fabricante de resistores que não deve ser utilizado nos produtos. E se há algum fabricante de capacitores que não deve ser utilizado nos produtos.

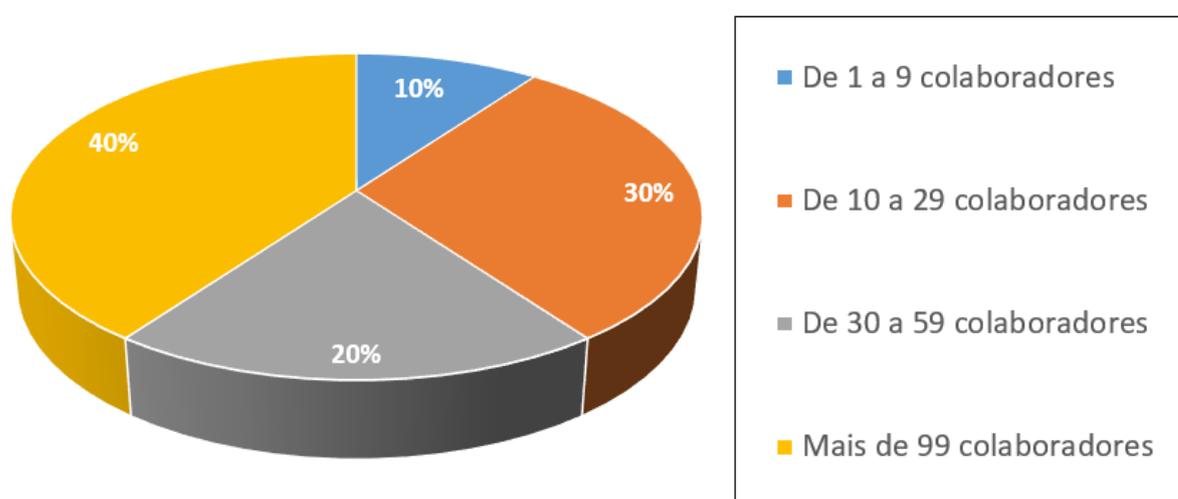
De todos os clientes, apenas um forneceu a mesma resposta para ambos os questionamentos, informando que apenas não aceita em seus produtos fabricantes desconhecidos ou que não sejam vendidos pelos fornecedores Mouser ou DigiKey.

As **questões 8, 9 e 10** são para entendimento do tamanho, maturidade e seguimentos das empresas que participaram e informaram sua opinião sobre o tema.

Na **questão 8**, perguntou-se o número de empregos da empresa. As respostas são verificadas no gráfico 14 e observa-se que a maior parte dos clientes, 40% são de empresas com mais de 99 colaboradores, e apenas uma com menos de 10 pessoas trabalhando na empresa. Ou seja, a maior parte das respostas é oriunda de empresas maiores.

Observação: Não houve nenhuma empresa que tenham de 60 a 99 colaboradores.

Gráfico 14 – Oitava questão, número de colaboradores dos clientes participantes

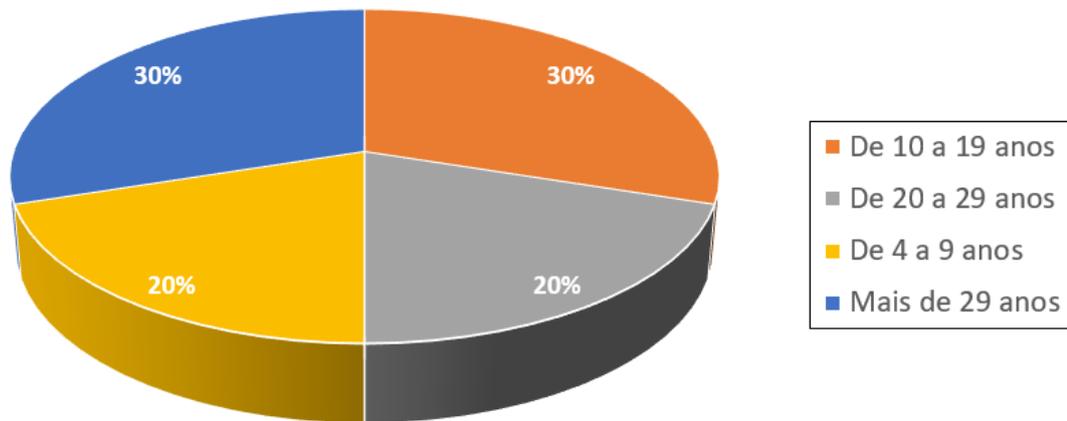


Fonte: O autor (2019).

Na **questão 9**, perguntou-se o grau de maturidade da empresa, verificando o tempo de existência das empresas participantes.

No gráfico 15, observa-se que o tempo de existência das empresas participantes está entre 10 e mais de 29 anos, onde nenhuma empresa possui menos de 10 anos de existência, o que mostra que são empresas que já possuem um grau de maturidade no mercado.

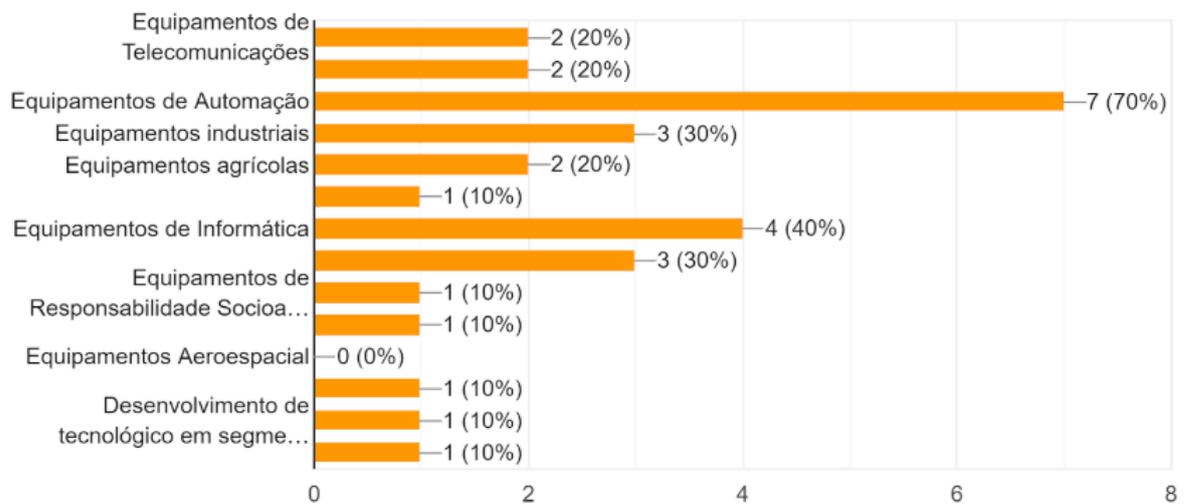
Gráfico 15 – Nona questão, tempo de existência dos clientes participantes



Fonte: O autor (2019).

Na **questão 10**, questionou-se os seguimentos em que as empresas participantes atuam.

Gráfico 16 – Décima questão, seguimentos de atuação dos clientes participantes



Fonte: O autor (2019).

No gráfico 16, verificam-se os mais diversos seguimentos, inclusive número maior de seguimentos do que empresas participantes, ou seja, alguns clientes atuam em mais de um seguimento específico. O percentual, é referente a quantidade de clientes atuantes no seguimento. O maior destaque é no de equipamentos de automação, representando maior parte da atuação dos clientes participantes da pesquisa.

#### 4.4 CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso apresentado conclui-se que as maiores dificuldades, tanto no setor de compras, quanto no estoque de componentes, estão relacionadas aos componentes de menor valor agregado, mais especificamente dificuldades de compras e estoques excessivos de resistores e capacitores.

Durante o processo de especificação dos componentes, por meio da BOM enviada pelos clientes da empresa, verifica-se que a compra deve sempre ser realizada por meio do MPN de cada componente. Entretanto, no momento de buscar os componentes no mercado, o setor de compras possui dificuldades de encontrar especificamente esse item.

Sendo que, durante a análise realizada no estudo de caso, os principais motivos das dificuldades de compras são: *leadtime* alto, devido à falta de estoque imediato no fornecedor, com 57,50%; e componentes que se tornaram obsoletos e não estavam mais sendo fabricados, com 35%. Além disso, verificou-se que 85% de todos os componentes que estavam com dificuldades de compras, e necessitavam de novos MPN alternativos, eram resistores e capacitores.

Ou seja, a maior parte do tempo perdido no processo de compras, é devido a dificuldades em comprar componentes de menor valor agregado, especificamente resistores e capacitores.

No estoque de componentes, a situação se repete, onde se verifica através do diagrama de Pareto, que mais de 80% de todos os componentes existentes no estoque da empresa, são referentes há apenas resistores e capacitores. E que, se houvesse a possibilidade de utilização de componentes equivalentes, para resistores e capacitores, seria possível otimizar o estoque com a utilização desses itens, tanto para os que possuem dificuldades de compras, quanto para novas estruturas de produtos.

Durante análise das estruturas de produtos dos clientes, primeiramente percebeu-se cadastros duplicados e componentes com características diferentes, mas equivalentes e que

poderiam ser unificados com a melhor configuração em apenas um item. Realizaram-se correções em parte desses itens.

Posteriormente, verificou-se que a análise de Pareto também pôde ser utilizada, onde se percebeu que 80% de todos os resistores e capacitores utilizados nas estruturas analisadas, são referentes há apenas aproximadamente 20% de tipos. Otimizando ainda mais essa lista, e visando ter uma relação com os itens mais utilizados, que poderiam ser indicados para componentes equivalentes aos clientes e até mesmo ter estoque fixo dos mesmos, foi possível definir os quinze tipos de capacitores, que representam 57,41% de todos utilizados, e os quinze tipos de resistores mais usados, representando 46,07% de todos utilizados, nas últimas cinquenta e uma estruturas de produtos realizadas pela empresa.

Por meio da pesquisa realizada com os clientes da Produza, com o intuito de entender as reais necessidades dos clientes para resistores e capacitores, verificou-se que as principais características técnicas de resistores que devem ser garantidas são: resistência, encapsulamento, potência e tolerância.

Alguns clientes também mencionaram o material, coeficiente de temperatura e temperatura de operação como características importantes.

Para os capacitores, as especificações que devem ser consideradas são: capacitância, encapsulamento, tensão, tolerância e material. Entretanto, temperatura de operação deve ser considerada, pois 50% dos clientes destacam a sua importância.

Apesar de conseguir definir as principais características para os itens e verificar que os clientes não possuem restrições para o uso de resistores e capacitores equivalentes em seus projetos, 70% dos clientes afirmam que sempre devem ser informados de qual item equivalente será utilizado em seu produto.

Ou seja, a Produza S/A pode sugerir o item alternativo e provavelmente sempre será aprovado, mas os clientes sempre precisam ser consultados.

Com base nas conclusões do estudo de caso, são apresentadas as seguintes sugestões de melhorias:

- Criar um processo no setor comercial onde um técnico avalia a BOM do cliente e com base no estoque da Produza, sugere alternativas de substituição, e após aprovação do cliente, a nova BOM é enviada para engenharia da montadora com os itens que a Produza já possua estoque. E para quando não tiver estoque, que já tenham sido analisados dificuldades de compra como *lead time* e obsolescência;

- Utilizar um novo método de venda de montagem, para os clientes que aceitem a utilização de resistores e capacitores equivalentes em seus projetos, por meio de um aval do cliente no momento do contrato. E para se diferenciar dos demais produtos, pode-se criar um novo prefixo para esses produtos, por exemplo, produtos que possuem o prefixo 5003, são os que aceitam resistores e capacitores equivalentes em seus produtos. Benefícios poderiam ser negociados, como melhores prazos ou reduções de custo.
- Ter em estoque os 15 tipos mais usados, tanto de resistores, quanto de capacitores, que poderiam sempre ser sugeridos aos clientes no processo de orçamentação e estarem fixos nas máquinas, contribuindo para melhorar o processo de compras de componentes, otimização do estoque e inclusive possibilitando que fiquem sempre alimentados na linha de produção, diminuindo o tempo de troca de produtos.
- Possibilitar acesso dos clientes ao estoque atualizado de componentes da Produza, com intuito de que definam as BOM de seus produtos com os componentes disponíveis. E obtenham possíveis benefícios como redução de custos e menores prazos.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo de caso, com o objetivo geral de analisar o processo de planejamento de necessidades, compras e o estoque de componentes eletrônicos da empresa, para montagem de protótipos, pequenos e médios lotes de produção de placas eletrônicas: caso da empresa Produza S/A, foi atendido no Capítulo 4 deste Trabalho de Conclusão de Curso. Onde se analisou todos os setores envolvidos neste processo: Setor de Engenharia de Produto (item 4.3.1); Setor de PCP & Suprimentos (item 4.3.2); Setor de Compras (item 4.3.3); e o Setor de Estoque (item 4.3.4).

A descrição da organização objeto de estudo, realizou-se no item 4.1, onde se descreveu o perfil da empresa, sua estrutura e localização.

O entendimento do processo de planejamento de necessidades e compras de componentes eletrônicos realizou-se na análise do setor de Engenharia de Produto (item 4.3.1), identificando como funciona todo o processo de especificação, quando recebem a BOM do cliente e elaboram a estrutura de produto com todos os: IPN da empresa, os MPN definidos pelo cliente para cada item e as quantidades necessárias. Análise do setor de PCP & Suprimentos (item 4.3.2), que após receber a estrutura de produto, e a partir da quantidade de placas do pedido, realizam toda análise da estrutura em conjunto com o estoque de materiais. E geram a SC com todas as quantidades e prazos necessários para os componentes eletrônicos que devem ser comprados. Para concluir esse objetivo específico, a análise do setor de compras (item 4.3.3), que recebe a SC e realiza todo o processo de compras de componentes, onde se identificou as principais dificuldades de compras: *lead time* e obsolescência. E também, os principais tipos de componentes com dificuldades de compras: resistores e capacitores.

A análise do estoque de componentes eletrônicos da empresa realizou-se no item 4.3.4, verificando-se todo o estoque de componentes eletrônicos e identificando os tipos que possuem maior estoque, que por Pareto, resistores e capacitores representaram mais de 80% de todo o estoque de componentes eletrônicos da empresa.

A análise das estruturas de produto dos clientes realizou-se no item 4.3.5, onde foram identificados os tipos de resistores e capacitores que representam aproximadamente 80% das estruturas analisadas e também os 15 tipos, de cada, que são mais utilizados.

Para conhecer o posicionamento dos clientes sobre exigências na compra de componentes realizou-se uma pesquisa, descrita no item 4.3.6, com vinte três clientes que compravam ou tinham intenção de realizar a compra de componentes com a Produza S/A.

Quarenta e três por cento (43%) responderam os questionamentos proporcionando um melhor entendimento sobre o assunto.

Com base no estudo de caso, realizaram-se três propostas de melhorias, descritas nas conclusões do estudo de caso (item 4.4).

Conclui-se que tanto o objetivo geral, quanto os objetivos específicos do trabalho foram alcançados e serão apresentados para a empresa do estudo de caso, junto com as propostas de melhorias, em uma possível oportunidade.

## 5.1 SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS

Os seguintes aspectos não foram contemplados neste trabalho, e merecem um aprofundamento para futuros estudos:

- Analisar os demais componentes passivos, além de resistores e capacitores, com intuito de otimizar processos de compras e estoque de componentes eletrônicos.
- Realizar pesquisa estruturada com desenvolvedores de produtos eletrônicos, com intuito de obter maior consistência nos dados obtidos.
- Replicar análise em outra montadora de placas eletrônicas, com intuito de comparar os dados dos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

ABINNE. **Desempenho do Setor - Dados atualizados em abril de 2018**. 2018. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>. Acesso em: 02 set. 2018.

ACATE. **Estudo aponta demandas na produção de placas eletrônicas**. 2007. Disponível em: <https://www.acate.com.br/noticia/estudo-aponta-demandas-na-producao-de-placas-eletronicas>. Acesso em: 07 out. 2018.

ARRUÑADA, Benito; VÁZQUEZ, Xosé H.. **When Your Contract Manufacturer Becomes Your Competitor**. Harvard Business Review, Cambridge, p.1-10, nov. 2006.

ATHOS ELECTRONICS. **Código de Cores de Resistores**. [2019] Disponível em: <https://athoselectronics.com/codigo-de-cores-de-resistores/>. Acesso em: 03 abr. 2019.

BNDS. **Complexo eletrônico: Lei de Informática e competitividade**. 2010. Disponível em: [https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3101.pdf](https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3101.pdf). Acesso em: 07 out. 2018.

BOARETO, José Carlos. **INFLUÊNCIA DO TEOR DO ELEMENTO ÍNDIO NAS PROPRIEDADES TERMO-MECÂNICAS DE LIGAS PARA INTERCONEXÃO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS**. 2012. 95 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. *E-book*. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30381151.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2019.

BRAGA, Newton C.. **ELETRÔNICA BÁSICA ELETRÔNICA BÁSICA ELETRÔNICA BÁSICA PARA MECA ARA MECA ARA MECATRÔNICA TRÔNICA TRÔNICA**. 2001. *E-book*. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32994379/01eletronicabasica.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1554297805&Signature=LC69QhEryVU4xbmZYIPkNobCHuQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D9\\_MECATRÔNICA\\_FACIL\\_No1\\_OUTUBRO-NOVEMBRO.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32994379/01eletronicabasica.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1554297805&Signature=LC69QhEryVU4xbmZYIPkNobCHuQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D9_MECATRÔNICA_FACIL_No1_OUTUBRO-NOVEMBRO.pdf). Acesso em: 03 abr. 2019.

CAPUANO, Francisco Gabriel; MARINO, Maria Aparecida Mendes. **Laboratório de eletricidade e eletrônica: Teoria e Prática**. 19. ed. São Paulo: Érica, 2002.

CONCEIÇÃO, Samuel Vieira *et al.* **Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada**. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n3/v16n3a04>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CONCEIÇÃO, Samuel Vieira; EPAMINONDAS, Luiz Antônio Rezende. **DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA A POLÍTICA DE ESTOQUE PARA EMPRESA DE MANUFATURA CONTRATADA, COM BASE NA ANÁLISE DAS VARIÁVEIS LEAD TIME E JANELA DE CANCELAMENTO**. Salvador: Enegep, 2009.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração da Produção e de Operações: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas S.A, 2009.

COSTA, Alcion Silva. **Forecast: Uma Ferramenta de Controle Financeiro Aplicada ao Grupo Urano.** 2012. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

DELAZZARI, Ricardo. **PREVISÕES DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE MANUFATURA TERCEIRIZADA DO RAMO DE ELETRÔNICOS.** 2017. 39 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Engenharia de Produção, Departamento de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017. *E-book*. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9923/1/PB\\_ESEP\\_II\\_2017\\_20.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9923/1/PB_ESEP_II_2017_20.pdf). Acesso em 27 mar. 2019.

DORO, Marcos Marinovic. **SOLUÇÃO INTEGRADA PARA AUXILIAR NA GARANTIA DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO EM PEQUENOS LOTES.** 2009. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. *E-book*. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/92883/269972.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 25 nov. 2019

DORO, Marcos Marinovic. **SISTEMÁTICA PARA IMPLANTAÇÃO DA GARANTIA DA QUALIDADE EM EMPRESAS MONTADORAS DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO.** 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. *E-book*. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/87460/207492.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2019.

ECOMMERCE PLATFORMS. **MOQ Significado: O que é o MOQ?**, [2019]. Disponível em: <https://ecommerce-platforms.com/pt/glossary/moq-meaning>. Acesso em: 26 maio 2019.

ESTRELA, George Queiroga; CRUZ, Cláudia Lúcia Ribeiro da; SEVERIANO FILHO, Cosmo. **IDENTIFICAÇÃO E MENSURAÇÃO DAS PERDAS INTERNAS DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA DE CURTUME UTILIZANDO O MÉTODO ABC.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. São Paulo: VI Congresso Brasileiro de Custos, 1999. p. 1 - 13. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/3138/3138>. Acesso em: 08 abr. 2019.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia.** 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FARIA, Décio Rennó de Mendonça. **Conceitos básicos de Componentes SMD.** 2014. Disponível em: <http://www.eletronica24h.net.br/files/Componentes-em-SMD.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2019.

FUSE TTN. **PRINTED CIRCUIT BOARD AND SURFACE MOUNT DESIGN.** 1999. Disponível em: <http://www.fuse-network.com/fuse/training/pcb/pcb.pdf>. *E-book*. Acesso em: 04 abr. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HEILMANN, Norbert. **03015 Assembly Topics.** [S.L.]: ASM, 2013. 28 slides, color. Disponível em: <http://www.siplace.com/bausteine.net/f/9011/03015-Assembly>. Acesso em: 04 abr. 2019.

IPC. **IPC-AJ-820A**: Assembly and Joining Handbook. Bannockburn: IPC, 2012.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIBERMAN, Lena R. **MANUFACTURER PART NUMBER (MPN): HOW ONE LITTLE NUMBER CAN DRASTICALLY IMPROVE YOUR AMAZON SALES**. 2017. Disponível em: <https://www.sellerlabs.com/blog/manufacture-part-number-mpn-can-dramatically-improve-amazon-sales/>. Acesso em: 08 abr. 2019.

LUSTOSA, Leonardo *et al.* **Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2008.

MA, Jungmok; KIM, Namhun. Electronic Part Obsolescence Forecasting Based on Time Series Modeling. **International Journal Of Precision Engineering And Manufacturing**. [s.i], p. 771-777. Maio, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12541-017-0092-6>. Acesso em: 08 abr. 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, EVA Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MAY, Paulo Roberto. Apostila utilizada como livro de apoio didático a disciplina de **MELHORIA DA QUALIDADE** do Curso de Engenharia de Produção da UNISUL Palhoça: Unisul, 2018.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Administração de Processos: Conceitos Metodologias Práticas**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2011.

PAGAN, Rafael Perez. **Seleção de componentes eletrônicos durante o Processo de Desenvolvimento de Produtos de empresas brasileiras**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.

PEREIRA JUNIOR, Antônio Carlos de O.; SOUSA, Fabiano L. de; VLASSOV, Valeri. **UM ESTUDO PARA A SELEÇÃO E POSICIONAMENTO ÓTIMO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO PARA APLICAÇÃO ESPACIAL UTILIZANDO ALGORITMOS EVOLUTIVOS**. São José dos Campos, 2011.

PANASONIC. **Multilayer Ceramic Capacitors (High-Q Capacitors)**. Disponível em: [https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Panasonic%20Capacitors%20PDFs/ECD-G\\_\(Hi-Q\).pdf](https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Panasonic%20Capacitors%20PDFs/ECD-G_(Hi-Q).pdf). Acesso em: 15 out. 2018.

PANASONIC. **Features: Aluminum Electrolytic Capacitors (Surface Mount Type)**. [2019]. Disponível em: <https://industrial.panasonic.com/ww/products-cap/aluminum-capacitors/aluminum-cap-smd/features>. Acesso em: 05 maio 2019.

PRASAD, Ray P. **Surface Mount Technology: Principles and Practice**. 2. ed. Portland: Springer-science+business Media, 1997.

PRODUZA S/A. **HISTÓRIA**: Cronologia desde 2002. Florianópolis, [2018a]. Disponível em: <https://produza.ind.br/sobre/historia/>. Acesso em: 16 set. 2018.

PRODUZA S/A. **SOBRE**: Saiba um pouco mais sobre a PRODUZA S/A. Florianópolis, [2018b]. Disponível em: <https://produza.ind.br/sobre/>. Acesso em: 16 set. 2018.

SCHARMA, Anand; E.MOODY, Patricia. **A MÁQUINA PERFEITA**: Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos. São Paulo: Pearson, 2003.

SEBEM, Françoise. **Buscando a competitividade na cadeia de suprimentos de uma EMS (Electronics Manufacturing Services) Brasileira**. 2007. 27 f. Monografia (Especialização) - Curso de Escola de Administração, Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. *E-book*. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/159128>. Acesso em: 24 ago. 2018.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO**. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2002.

TOOLEY, Mike. **Circuitos Eletrônicos**: Fundamentos e Aplicações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2009.

TORRES, Gabriel. **Fundamentos da Eletrônica**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2002.

TOPLINE. **SURFACE MOUNT NOMENCLATURE AND PACKAGING**. Milledgville [2019]. Disponível em: [http://www.surfacemountprocess.com/uploads/5/4/1/9/54196839/smt\\_nomenclature.pdf](http://www.surfacemountprocess.com/uploads/5/4/1/9/54196839/smt_nomenclature.pdf). Acesso em: 04 abr. 2019.

VOLLMANN, Thomas E. *et al.* **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

KHANDPUR, Dr. R S. **Printed Circuit Boards**: Design, Fabrication, Assembly and Testing. New Delphi: Tata Mcgraw-hill, 2005.

KOSTIC, Andrew D.. **Lead-free Electronics Reliability -An Update**. [S. L.]: The Aerospace Corporation, 2011. 77 slides, color.

**APÊNDICE**

### APÊNDICE A – Tipos de capacitores mais usados.

Descrição	Quantidade utilizada	Quantidade de Estruturas que utilizam	Percentual Acumulado	Percentual Individual
CAP CERA SMD 100NF 50V X7R 0603 10%	522	20	21,03%	21,03%
CAP CERA SMD 4.7UF 50V X7R 1206 10%	134	15	26,43%	5,40%
CAP CERA SMD 100NF 50V X7R 0402 10%	148	4	32,39%	5,96%
CAP CERA SMD 1UF 50V X7R 0805 10%	105	18	36,62%	4,23%
CAP CERA SMD 10UF 16V X5R 0603 10%	98	12	40,57%	3,95%
CAP CERA SMD 47UF 16V X6S 1210 10%	32	2	41,86%	1,29%
CAP CERA SMD 10NF 16V X7R 0402 10%	76	6	44,92%	3,06%
CAP CERA SMD 1000PF 500V X7R 1206 10%	43	8	46,66%	1,73%
CAP CERA SMD 100NF 50V X7R 0805 10%	57	4	48,95%	2,30%
CAP CERA SMD 22UF 16V X5R 0805 20%	36	4	50,40%	1,45%
CAP CERA 10000PF 500V X7R 1206 10%	25	4	51,41%	1,01%
CAP CERA SMD 1NF 50V COG 0603 5%	50	5	53,42%	2,01%
CAP CERA SMD 10NF 50V X7R 0603 10%	44	8	55,20%	1,77%
CAP ALUM 22UF 20% 16V SMD	37	2	56,69%	1,49%
CAP CERA SMD 470NF 10V X6S 0402 10%	18	2	57,41%	0,73%
CAP CERA SMD 4700PF 10V X7R 0201 10%	34	2	58,78%	1,37%
CAP CERA SMD 47UF 16V X5R 1210 20%	18	3	59,51%	0,73%
CAP CERA 1000PF 12KV ZM RADIAL	16	1	60,15%	0,64%
CAP CERA SMD 2.2UF 100V X7R 1210 10%	16	3	60,80%	0,64%
CAP CERA SMD 10000PF 10V X7R 0201 10%	28	2	61,93%	1,13%
CAP CERA SMD 10UF 4V X6S 0402 20%	26	2	62,97%	1,05%
CAP CERA SMD 10000PF 50V X7R 0402 10%	24	4	63,94%	0,97%
CAP CERA SMD 100NF 100V X7R 1206 10%	24	1	64,91%	0,97%
CAP CERA SMD 10UF 50V X7R 1210 10%	8	1	65,23%	0,32%
CAP CERA SMD 22UF 25V X7R 1210 10%	8	1	65,55%	0,32%
CAP CERA SMD 560PF 50V COG 0603 5%	24	3	66,52%	0,97%
CAP CERA SMD 10NF 500V X7R 1206 10%	22	4	67,41%	0,89%
CAP CERA SMD 22NF 6.3V X6S 0201 10%	22	2	68,29%	0,89%
CAP CERA SMD 10000PF 25V X7R 0603 10%	21	2	69,14%	0,85%
CAP CERA SMD 100NF 25V X6S 0201 10%	20	2	69,94%	0,81%
CAP CERA SMD 1000PF 16V X7R 0402 10%	18	2	70,67%	0,73%
CAP CERA SMD 2.2UF 10V X7R 1206 10%	18	5	71,39%	0,73%

Continua ...

## Conclusão

Descrição	Quantidade utilizada	Quantidade de Estruturas que utilizam	Percentual Acumulado	Percentual Individual
CAP CERA SMD 22PF 50V COG 0603 1%	16	2	72,04%	0,64%
CAP CERA 10UF 10V 20% X5R 0402	15	1	72,64%	0,60%
CAP CERA SMD 100PF 50V COG 0603 5%	15	6	73,25%	0,60%
CAP RAD PTH 220NF 100V 5%	15	5	73,85%	0,60%
CAP RAD PTH 220UF 25V 20%	15	10	74,46%	0,60%
CAP CERA 33PF 50V 5% COG 0402	14	1	75,02%	0,56%
CAP CERA SMD 2.2UF 6.3V X5R 0603 10%	14	2	75,58%	0,56%
CAP CERA SMD 4.7UF 10V X5R 0603 10%	14	2	76,15%	0,56%
CAP RAD PTH 10NF 630V 10%	7	4	76,43%	0,28%
CAP ALUM 1UF 20% 50V SMD	12	1	76,91%	0,48%
CAP ARRAY SMD 100NF 16V X7R 0805 20%	6	2	77,16%	0,24%
CAP CERA 100NF 50V X7R 0603 10%	6	1	77,40%	0,24%
CAP CERA SMD 10UF 6.3V X5R 0805 10%	12	2	77,88%	0,48%
CAP CERA SMD 1UF 25V X5R 0603 10%	12	2	78,36%	0,48%
CAP CERA SMD 20PF 50V COG 0603 5%	12	7	78,85%	0,48%
CAP CERA SMD 47NF 50V COG 1206 5%	12	2	79,33%	0,48%
CAP RAD PTH 470NF 305V 20%	12	4	79,81%	0,48%

Fonte: O autor (2019).

### APÊNDICE B – Tipos de resistores mais usados.

Descrição	Quantidade utilizada	Quantidade de Estruturas que utilizam	Percentual Acumulado	Percentual Individual
RES SMD 10K 0.125W 0805 1%	314	16	10,07%	10,07%
RES SMD 10K 0.1W 0603 1%	176	9	15,72%	5,65%
RES SMD 2.2K 0.125W 0805 1%	129	15	19,86%	4,14%
RES SMD 47K 0.125W 0805 1%	110	10	23,39%	3,53%
RES SMD 4.7K 0.125W 0805 1%	107	10	26,82%	3,43%
RES SMD 0.0R 0.1W 0603 5%	103	6	30,13%	3,30%
RES SMD 1K 0.125W 0805 1%	87	13	32,92%	2,79%
RES SMD 680R 0.125W 0805 1%	79	8	35,45%	2,53%
RES SMD 100K 0.125W 0805 1%	70	12	37,70%	2,25%
RES SMD 100R 0.1W 0603 1%	59	6	39,59%	1,89%
RES SMD 33R 0.1W 0603 5%	54	4	41,32%	1,73%
RES SMD 4.7K 0.1W 0603 1%	53	4	43,02%	1,70%
RES SMD 10K 0.125W 0402 1%	51	9	44,66%	1,64%
RES SMD 12K 0.125W 0805 1%	44	6	46,07%	1,41%
RES SMD 1K 0.25W 0603 1%	43	8	47,45%	1,38%
RES SMD 22K 0.125W 0805 1%	42	6	48,80%	1,35%
RES SMD 27R 0.125W 0805 1%	42	7	50,14%	1,35%
RES SMD 3.3K 0.125W 0805 1%	41	10	51,46%	1,32%
RES SMD 10R 0.125W 0805 1%	39	6	52,71%	1,25%
RES SMD 20R 0.5W 1210 1%	34	2	53,80%	1,09%
RES SMD 22R 0.1W 0603 5%	32	2	54,83%	1,03%
RES SMD 22R 0.125W 0805 1%	31	2	55,82%	0,99%
RES SMD 560R 0.125W 0805 1%	30	6	56,79%	0,96%
RES SMD 10R 0.1W 0603 1%	28	2	57,68%	0,90%
RES SMD 100K 0.1W 0603 1%	26	5	58,52%	0,83%
RES SMD 100R 0.125W 0805 1%	26	6	59,35%	0,83%
RES SMD 56K 0.125W 0805 1%	25	3	60,15%	0,80%
RES SMD 10 OHM 1% 1-2W 0805	24	1	60,92%	0,77%
RES SMD 1K 0.1W 0402 1%	24	3	61,69%	0,77%
RES SMD 270R 0.125W 0805 1%	24	3	62,46%	0,77%
RES SMD 82K 0.125W 0805 1%	23	6	63,20%	0,74%
RES SMD 0.0R 0.125W 5%	22	1	63,91%	0,71%
RES SMD 120K 0.125W 0805 1%	22	4	64,61%	0,71%
RES SMD 3.9K 0.125W 0805 1%	22	5	65,32%	0,71%

Continua ...

## Conclusão

Descrição	Quantidade utilizada	Quantidade de Estruturas que utilizam	Percentual Acumulado	Percentual Individual
RES SMD 100R 0.25W 1206 1%	21	9	65,99%	0,67%
RES SMD 33R 0.063W 0402 5%	21	2	66,67%	0,67%
RES SMD 470R 0.25W 1206 1%	21	2	67,34%	0,67%
RES SMD 10K 0.333W 0805 1%	19	1	67,95%	0,61%
RES SMD 0.0R 0.5W 0805	18	2	68,53%	0,58%
RES SMD 8.2K 0.125W 0805 1%	18	4	69,10%	0,58%
RES SMD 6.8K 0.125W 0805 1%	16	7	69,62%	0,51%
RES SMD 120R 0.1W 0603 1%	15	7	70,10%	0,48%
RES SMD 1.37K 0.125W 0805 1%	14	5	70,55%	0,45%
RES SMD 18K 0.125W 0805 1%	14	5	71,00%	0,45%
RES SMD 2.2R 0.1W 0402 5%	14	2	71,45%	0,45%
RES SMD 3.3K 0.1W 0603 5%	14	4	71,90%	0,45%
RES SMD 33K 0.125W 0805 1%	14	6	72,35%	0,45%
RES SMD 4.7K 0.1W 0402 1%	14	6	72,79%	0,45%
FERRITE BEAD 220 OHM 2.0A 0805	13	1	73,21%	0,42%
FERRITE BEAD 600R@100MHZ 1,5A	13	5	73,63%	0,42%
RES SMD 390R 0.125W 0805 1%	13	7	74,05%	0,42%
RES SMD 560R 0.1W 0603 1%	13	2	74,46%	0,42%
TRIMMER PTH 5K 0.5W 10%	13	7	74,88%	0,42%
RES SMD 1.2K 0.125W 0805 1%	12	6	75,26%	0,38%
RES SMD 120K 0.125W 0805 5%	12	2	75,65%	0,38%
RES SMD 120R 0.063W 0402 1%	12	3	76,03%	0,38%
RES SMD 12K 0.25W 1206 1%	12	2	76,42%	0,38%
RES SMD 330R 0.125W 0805 1%	12	2	76,80%	0,38%
RES SMD 47K 0.1W 0603 1%	12	2	77,19%	0,38%
RES SMD 5.6K 0.125W 0805 1%	12	5	77,57%	0,38%
RES SMD 0.0R 0.063W 0402	11	2	77,93%	0,35%
RES SMD 0.0R 0.1W 0402 5%	11	1	78,28%	0,35%
RES SMD 220R 0.125W 0805 5%	11	5	78,63%	0,35%
RES 47.0K OHM 1-16W 1% 0402 SMD	10	1	78,95%	0,32%
RES SMD 22 OHM 1% 1-16W 0402	10	1	79,27%	0,32%
RES SMD 2K 0.1W 0603 1%	10	2	79,60%	0,32%
RES ARRAY SMD (4X1K) 0.06252 1206 1%	9	2	79,88%	0,29%

Fonte: O autor (2019).

**APÊNDICE C – Carta de autorização do estudo de caso na empresa.****CARTA DE AUTORIZAÇÃO**

O aluno David Marques Sarmento, RG 4.265.660-5 regularmente matriculado(s) no Curso de Engenharia de Produção, da Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça/SC, está desenvolvendo seu TCC - Trabalho de Conclusão de Curso, que tem como objetivo analisar o processo de especificação, planejamento de compras e estoque de componentes eletrônicos da empresa e tem como finalidade avaliar as competências do aluno na aplicação dos conhecimentos adquiridos no Curso.

Assim, solicitamos sua autorização para que o aluno possa citar o nome da empresa em seu Trabalho de Conclusão de Curso.

O citado trabalho de conclusão de curso é orientado pelo Prof. Eng. Paulo Roberto May, MSc.

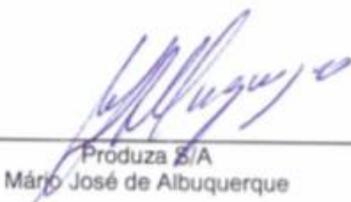
Palhoça, 29 de abril de 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Eng. Paulo Roberto May, MSc.  
Prof. Orientador

  
\_\_\_\_\_  
David Marques Sarmento  
Aluno

-----

A Produza S/A **ACEITA** que o aluno possa citar o nome da empresa em seu Trabalho de Conclusão de Curso.

  
\_\_\_\_\_  
Produza S/A  
Mário José de Albuquerque

Florianópolis, 29 de abril de 2019.