

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO – BACHARELADO**

**BOBINAR – SISTEMA DE CONTROLE PARA  
MANUTENÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS**

**MURILO CÉSAR CARDOSO**

**BLUMENAU**  
**2012**

**2012/2-20**

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO – BACHARELADO**

**BOBINAR – SISTEMA DE CONTROLE PARA  
MANUTENÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Universidade Regional de Blumenau para a  
obtenção dos créditos na disciplina Trabalho  
de Conclusão de Curso II do curso de Sistemas  
de Informação— Bacharelado.

Prof. Wilson Pedro Carli, Mestre – Orientador

**BLUMENAU**  
**2012**

**2012/2-20**

**BOBINAR – SISTEMA DE CONTROLE PARA  
MANUTENÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS**

Por

**MURILO CÉSAR CARDOSO**

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, pela banca examinadora formada por:

Presidente:

---

Prof. Wilson Pedro Carli, Mestre – Orientador, FURB

Membro:

---

Prof. Antonio Carlos Tavares, Mestre – FURB

Membro:

---

Prof. Rion Brattig Correia, Mestre – FURB

Blumenau, 07 de Dezembro de 2012

## RESUMO

Este trabalho apresenta um sistema para ambiente *desktop* visando o controle de manutenção de motores elétricos de indução monofásicos e trifásicos em uma empresa de manutenção de motores elétricos. O sistema possibilita a organização das informações dos motores elétricos, clientes e funcionários envolvidos no processo de manutenção e serviços prestados, agrupando-as em um local único. Para tanto, utiliza-se o ambiente de desenvolvimento Delphi e banco de dados MySQL. Como resultado tem-se um sistema que traz uma maior praticidade para os usuários com uma consulta mais rápida sobre os dados de clientes, de motores dos clientes, a confecção de orçamentos e a emissão de relatórios para auxiliar na gestão da empresa.

Palavras Chaves: Motores elétricos. Manutenção. Orçamento. Sistemas de Informação.

## **ABSTRACT**

This paper presents desktop environment system for the control of maintenance of electric single phase and three phase induction motors in a electric motors maintenance company. The system enables the organization of information of electric motors, customers and employees involved in maintenance and services, grouping them in a single place. For this, was used the development environment Delphi and MySQL database. As a result a system that brings greater practicality for users with a faster query about customer data, customer motors, the manufacturing budgeting and reporting to assist in the company managing.

Key-words: Electric Motors. Maintenance. Budget. Information Systems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Distribuição de consumo de energia elétrica no Brasil.....	12
Figura 2- Distribuição de consumo de energia elétrica no setor industrial brasileiro .....	13
Figura 3 - Distribuição de acionamentos na indústria .....	13
Figura 4 - Partes e peças de motor elétrico trifásico.....	20
Figura 5- Enrolamento de campo de um motor de indução .....	21
Figura 6 - Enrolamento de armaduras de um motor trifásico de rotor de gaiola.....	21
Figura 7 - Enrolamento de armadura de um motor trifásico com rotor bobinado.....	22
Figura 8 - Polaridade de um motor de indução .....	22
Figura 9 - Altura e Comprimento do estator .....	23
Figura 10 - Corte do estator, mostrando as bobinas e o material isolante .....	24
Figura 11- Geometria de ranhuras do estatores.....	24
Figura 12 - Fórmula pra o calculo de matriz de bobinagem .....	25
Figura 13 - Desbalanceamento X Aumento de perdas.....	28
Figura 14 - Fluxograma do sistema atual.....	30
Figura 15 - Fluxograma Principal do Sistema.....	35
Figura 16 - Diagrama de atividades – Principal do Sistema .....	36
Figura 17 - Diagrama de Atividades – Manter Dados de Bobinagem.....	37
Figura 18 - Diagrama de casos de uso - Gerente de Manutenção .....	39
Figura 19 - Diagrama de caso de uso – Orçamentista .....	40
Figura 20 - Diagrama de caso de uso - Bobinador .....	40
Figura 21 - Diagrama de caso de uso - Montador/Testador.....	41
Figura 22 - Diagrama Modelo Entidade Relacionamento.....	42
Figura 23 - Tela de <i>login</i> .....	45
Figura 24 - Tela do Menu Principal.....	45
Figura 25 - Tela de Cadastro .....	46
Figura 26 - Tela de cadastro de produto.....	47
Figura 27 - Tela de pesquisa de fornecedor .....	47
Figura 28 - Tela vinculo de produto a um tipo de peça do motor .....	48
Figura 29 - Tela de cadastro de cliente .....	48
Figura 30 - Tela de consulta clientes .....	49
Figura 31 - Tela de cadastro de cliente pessoa jurídica .....	50
Figura 32 - Tela de cadastro de cliente pessoa física.....	50

Figura 33 - Tela de cadastro de fornecedores.....	51
Figura 34 - Tela de cadastro de funcionários .....	51
Figura 35 - Tela de cadastro de motores .....	52
Figura 36 - Tela de consulta de motor .....	52
Figura 37 - Tela de cadastro de motor monofásico .....	53
Figura 38 - Tela de cadastro de motor trifásico.....	53
Figura 39 - Tela de cadastro/consulta de fabricante de motores .....	54
Figura 40 - Tela de cadastro/consulta de modelo de motor .....	54
Figura 41 - Tela com o cálculo do passo e LZ1 .....	55
Figura 42 - Tela de cadastro de peças do motor monofásico .....	55
Figura 43 - Tela de cadastro de peças do motor trifásico .....	56
Figura 44 - Tela de vínculo de peças ao motor.....	56
Figura 45 - Tela de cadastro de motor ao cliente.....	57
Figura 46 - Etiqueta de rastreabilidade .....	57
Figura 47 - Tela de cadastro de orçamentos.....	58
Figura 48 - Tela de cadastro de peças do orçamento.....	59
Figura 49 - Tela de seleção do tipo de produto .....	59
Figura 50 - Tela de consulta de histórico de motores .....	60
Figura 51 - Tela de cadastro de testes.....	60
Figura 52 - Fichário de dados de bobinagem .....	83

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Rendimento de motores elétricos trifásico .....	19
Quadro 2 - Rotação nominal de motores elétricos.....	23
Quadro 3 - Requisitos Funcionais.....	38
Quadro 4 - Requisitos Não Funcionais .....	39
Quadro 5 - Cadastrar Usuário .....	68
Quadro 6 - Incluir/Consultar Usuário .....	68
Quadro 7 - Excluir Usuário .....	69
Quadro 8 - Cadastro de Clientes.....	69
Quadro 9 - Pessoa Física .....	69
Quadro 10 - Pessoa Jurídica .....	70
Quadro 11 – Atendimento .....	70
Quadro 12 – Cadastrar Motores.....	71
Quadro 13 – Orçamento .....	71
Quadro 14 - Criar Etiqueta de Rastreabilidade.....	71
Quadro 15 - Rastrear Etiqueta .....	72
Quadro 16 - Finalizar Atendimento .....	72
Quadro 17 - Manter novos Dados de Bobinagem .....	73
Quadro 18 - Calcular o tamanho da Matriz de bobinas .....	73
Quadro 19 - Calcular Tamanho do Material Isolante .....	74
Quadro 20 - Pesquisar dados de bobinagem .....	74
Quadro 21 – Cadastrar testes.....	75
Quadro 22 - Dicionário de dados da classe "Cad_forn_Codecom".....	76
Quadro 23 - Dicionário de dados da classe "cad_cliente_codecom" .....	77
Quadro 24 - Dicionário de dados da classe "cad_func_codecom".....	77
Quadro 25 - Dicionário de dados da classe "cad_motor_cliente_codecom" .....	78
Quadro 26 - Dicionário de dados da classe "cad_motor_codecom".....	78
Quadro 27 - Dicionário de dados da classe "cad_peça_motor_codecom".....	79
Quadro 28 - Dicionário de dados da classe "fabricane_motor_codecom".....	79
Quadro 29 - Dicionário de dados da classe "finalz_pedido_cliente_codecom".....	79
Quadro 30 - Dicionário de dados da classe "historico_motor_cliente_codecom" .....	79
Quadro 31 - Dicionário de dados da classe "modelo_motor_codecom".....	80
Quadro 32 - Dicionário de dados da classe "tipo_produto_codecom" .....	80

Quadro 33 - Dicionário de dados da classe "cad_pedido_cliente_codecom" .....	80
Quadro 34 - Dicionário de dados da classe "cad_produto_codecom" .....	81
Quadro 35 - Dicionário de dados da classe "tb_sis_municipio" .....	81
Quadro 36 - Dicionário de dados da classe "tb_sis_uf" .....	81
Quadro 37 - Dicionário de dados da classe "nível_func_codecom" .....	81
Quadro 38 - Dicionário de dados da classe "nível_telas_codecom" .....	82

## **LISTA DE SIGLAS**

ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

IDE - *Integrated Developer Environment*

MER - Modelo Entidade Relacional

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

RF - Requisitos Funcionais

RNF - Requisitos Não Funcionais

SI - Sistemas de Informação

TI - Tecnologia de Informação

UC - *Use Case*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	Objetivos	15
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES	16
2.2	SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE TRANSAÇÕES - SPT	17
2.3	MOTORES ELÉTRICOS	17
2.4	MANUTENÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS	25
2.5	Causas de baixa eficiência em motores elétricos	26
2.6	Sistema Atual	28
2.7	Trabalhos Correlatos	31
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA</b>	<b>33</b>
3.1	Levantamento de informações	33
3.2	ESPECIFICAÇÃO	37
3.2.1	Requisitos	38
3.2.2	Diagramas de Caso de Uso	39
3.2.3	Modelo Entidade Relacionamento	41
3.3	IMPLEMENTAÇÃO	43
3.3.1	Técnicas e ferramentas utilizadas	43
3.3.2	Operacionalidade da implementação	44
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>63</b>
<b>4.1</b>	<b>EXTENSÕES</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>65</b>
	<b>APÊNDICE A – Detalhamento dos casos de uso</b>	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE B – Dicionário de Dados</b>	<b>76</b>
	<b>ANEXO A: Fichário contendo os dados de bobinagem</b>	<b>83</b>

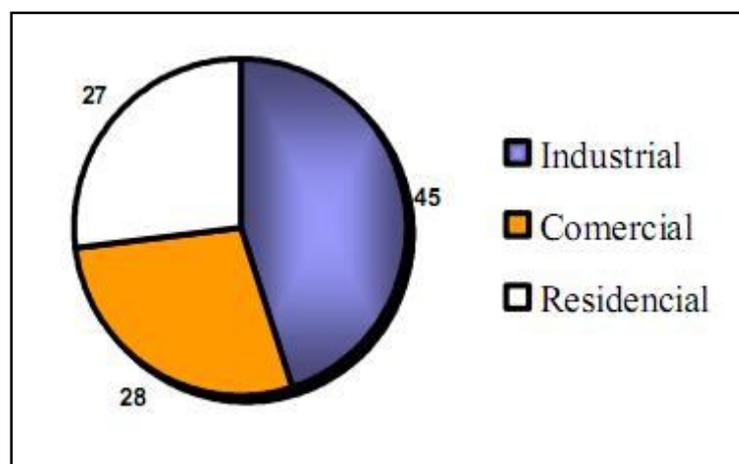
## 1 INTRODUÇÃO

O percentual de pequenas e médias empresas que utilizam Tecnologia de Informação (TI) não chega a 20%. Na verdade as empresas brasileiras de modo geral ainda apresentam uma utilização reduzida de TI para desenvolvimento de seus negócios. E o problema não é uma questão de ter computadores, mas saber trabalhar com Sistemas de Informação (SI) adequados para gerir seus negócios (MESQUITA, 2004).

De acordo com Dalfovo e Amorim (2000, p. 23), os Sistemas de Informação (SI) têm um papel fundamental e cada vez mais importante na maioria das organizações, pois quando eficazes, podem ter um impacto enorme no desenvolvimento de estratégias e no sucesso da organização. Um sistema de informação que atenda as principais necessidades de uma empresa propicia grandes benefícios, pois ajuda no processo contínuo de desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos e serviços.

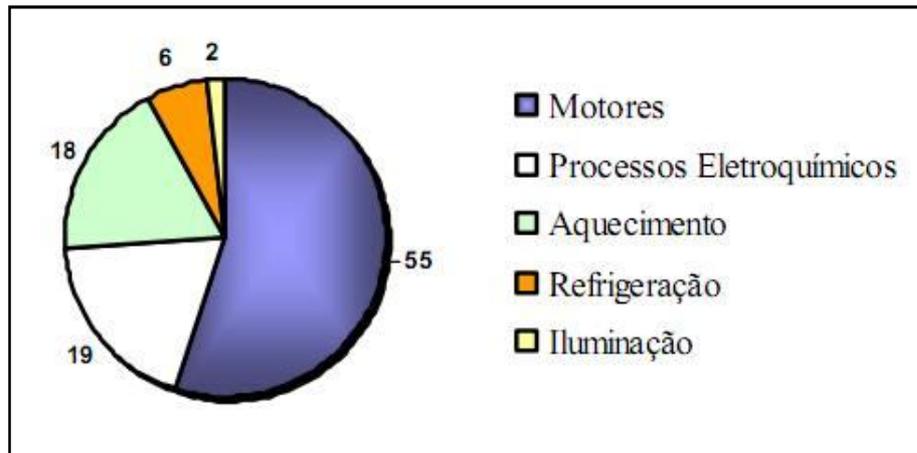
A fonte de motivação deste trabalho tem com base o fato de que o setor industrial é responsável pelo consumo de quase metade do total de energia elétrica gerada. Dentro deste setor, motores elétricos são responsáveis por mais da metade de toda energia elétrica consumida. Estes dados de participação dos motores com relação ao consumo de energia e aos tipos de acionamentos industriais, divulgados pelo Ministério de Minas e Energia, através da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS) e o Programa de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) (ELETROBRAS, 2011).

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentadas estatísticas sobre a distribuição de consumo de energia elétrica.



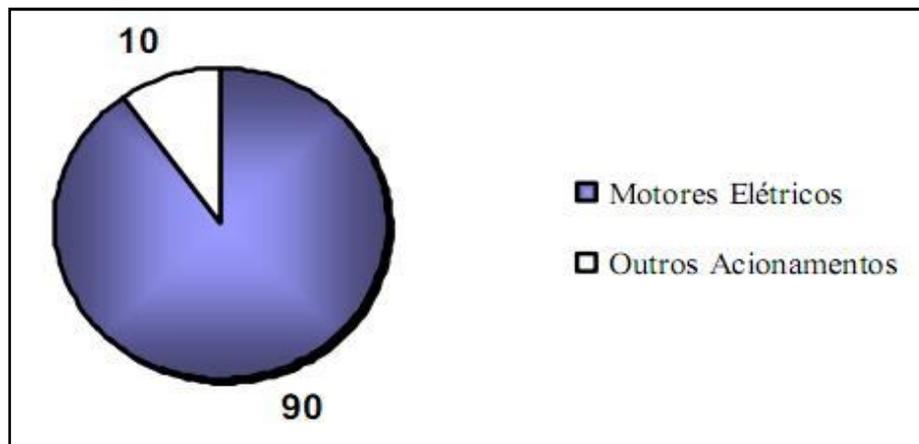
Fonte: Bungarelli (2006).

Figura 1- Distribuição de consumo de energia elétrica no Brasil



Fonte: Bungarelli (2006).

Figura 2- Distribuição de consumo de energia elétrica no setor industrial brasileiro



Fonte: Bungarelli (2006).

Figura 3 - Distribuição de acionamentos na indústria

Neste cenário encontra-se a empresa Elétrica Cardoso, com sede no município de Gaspar, no estado de Santa Catarina, que é uma empresa de assistência técnica em motores elétricos de variados tipos e marcas. Logo, apresentam-se informações dos motores oriundas de lugares e em diversos padrões. Entre elas o motor elétrico que é um elemento que converte energia elétrica em energia mecânica e é o centro da maioria dos processos de produção. Por isso essas máquinas merecem atenção especial no momento de manutenção.

Com o atual sistema de atendimento na recepção/manutenção/testes na Elétrica Cardoso, percebeu-se que estavam faltando algumas informações importantes para a resolução do problema e um melhor atendimento ao cliente. Entre estas informações tem-se:

- a) o orçamentista poderá esquecer de anotar alguns dados do cliente ou do motor;

- b) o orçamentista poderá esquecer de encaminhar o motor à manutenção;
- c) existe o fato do motor ter alguma peça acoplada a ele, por exemplo, uma polia ou uma chave liga-desliga, e no momento de entregar o motor ao cliente a peça deverá ser entregue junto ao motor;
- d) as informações originais do motor poderão ser extraviadas, já que os dados são armazenados em papel;
- e) o cliente solicita alguma alteração no motor, e a mesma não foi informada para o bobinador, como por exemplo, a mudança de tensão, de 220/380 volts para 380/660 volts;
- f) os testes não têm um padrão a ser seguido, logo, poderá haver motores que são entregues ao cliente ainda com problemas;
- g) dificuldade na monitoração do tempo de reparo do motor;
- h) não cadastramento do motor e suas manutenções.

No processo de manutenção de motores elétricos tem-se as informações que precisam ser consultadas antes de proceder à manutenção. As informações devem estar de acordo com os padrões originais de fabricação, pois a alteração de características do motor elétrico poderá tornar o motor ineficaz em diversos sentidos, como o aquecimento, a alteração de corrente elétrica, as tensões erradas, e dificuldade de partida. Além disso, os números modelos de motores, todos com suas informações diferentes umas das outras, exigindo um sistema que além de armazenar, possa trazer agilidade na manutenção de motores elétricos.

Para atender a empresa, o objetivo deste trabalho é apresentar o Sistema Bobinar, um Sistema de Controle de Manutenção de Motores Elétricos, que será o centro de informações tais como os dados técnicos, os orçamentos, a rastreabilidade, os relatórios de testes, os cálculos de diâmetro de material isolante e a matriz de bobinagem. No atual cenário as informações estão armazenadas em fichas de papel, com isso elas não estão separadas de acordo com a marca do equipamento.

Com este sistema, as informações serão separadas e informadas de forma organizada permitindo agilidade na procura por dados de bobinagem. A função de cálculo de matriz de bobinagem, cuja utilidade é aplicada no momento de rebobinar o motor, trará uma nova padronização de tamanhos, pois o sistema fará o cálculo da matriz, facilitando o trabalho do bobinador. Com a otimização dos processos de manutenção acredita-se que a empresa terá uma maior agilidade na entrega do motor elétrico aos clientes, reduzindo o tempo de parada do equipamento para a manutenção corretiva.

## **1.1 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um sistema para o controle de manutenção de motores elétricos na empresa Elétrica Cardoso. Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) possibilitar gerar informações sobre os motores, de clientes e de funcionários;
- b) agilizar a confecção de orçamentos;
- c) manter os dados sobre as características técnicas dos motores elétricos;
- d) manter os dados sobre a manutenção dos motores elétricos dos clientes.

## **1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está organizado em quatro capítulos, sendo que, no primeiro, é apresentada a introdução e como o trabalho está estruturado.

No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica sobre os assuntos que serviram de base para o desenvolvimento do trabalho e a apresentação de trabalhos correlatos.

No terceiro capítulo está descrito o desenvolvimento do sistema, as técnicas e ferramentas utilizadas bem como a elaboração de alguns diagramas para auxiliar na compreensão do sistema, a operacionalidade do mesmo e resultados e discussões.

No quarto capítulo apresenta-se a conclusão e sugestões para extensão futuras sobre este trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo aborda assuntos a serem apresentados nas seções a seguir, tais como Sistemas de Informações (SI), Sistema de Processamento de Transações (SPT), Motores Elétricos, manutenção de motores elétricos, o sistema atual e trabalhos correlatos.

### 2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

Segundo Laudon e Laudon (1999), Sistemas de Informações pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados, trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações.

Para Rodrigues (1996), os sistemas de informação foram divididos de acordo com as diversas funções administrativas, que foram sendo tratadas de forma individualizadas, resultando na criação de vários sistemas para ajudarem os executivos, nos vários níveis hierárquicos, a tomarem decisões, tais como:

- a) SIE - Sistemas de Informações Executivas;
- b) SIG - Sistemas de Informações Gerenciais;
- c) SSTD - Sistemas de Suporte à Tomadas de Decisões;
- d) SITE – Sistemas de Informações de Tarefas Especializadas;
- e) SIAE - Sistemas de Automação de Escritórios;
- f) SPT – Sistemas de Processamento de Transações.

Como o Sistema de Processamento de Transações (SPT) é tipo de sistema que é utilizado neste trabalho, Rodrigues (1996) coloca que, os SPT são sistemas de informação básicos, voltados para o nível operacional da organização. Estes sistemas têm como função coletar as informações sobre transações. E também, implementam procedimentos e padrões para assegurar uma consistente manutenção dos dados e auxiliar nas tomadas de decisão.

Asseguram também que as trocas de dados sejam consistentes e estejam disponíveis para qualquer pessoa que necessitar.

## **2.2 SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE TRANSAÇÕES - SPT**

Os SPTs são considerados o coração da maior parte das empresas, é esse tipo de sistema que dá o apoio à monitoração e a realização das negociações das empresas. De acordo com Stair (1998, p.184), os SPTs possuem várias características e atividades em comum, incluindo a coleta de dados, operações de manipulação e cálculo, armazenamento de resultados e a produção de vários relatórios.

O processo de coleta de todos os dados que serão utilizados para completar uma ou mais transações é chamada de coleta de dados. Quando a coleta de dados é feita através de dispositivos eletrônicos como os terminais de operações, estes sistemas fazem com que as empresas utilizem seus dados de uma maneira muito mais confiável e flexível.

Outra importante atividade do SPT é a manipulação de dados, onde os cálculos e outras transformações estão relacionados a uma ou mais transações. Os principais tipos de manipulações são a duplicação da informação, a execução de cálculo, o sumário de resultados e o armazenamento de informações nos bancos de dados. Após completar a manipulação, a transação de dados é armazenada pelo SPT. O armazenamento de dados envolve a colocação dos dados obtidos pela transação em um ou mais bancos de dados.

## **2.3 MOTORES ELÉTRICOS**

Segundo Weg (2006) o motor elétrico é uma máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. O motor de indução é o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da utilização de energia elétrica, de baixo custo, com facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando, com sua construção simples,

custo reduzido, grande versatilidade de adaptação as cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos. Os tipos mais comuns de motores elétricos são:

- a) motores de corrente contínua: são motores de custo mais elevado e, além disso, precisam de uma fonte de corrente contínua, ou de um dispositivo que converta a corrente alternada em corrente contínua. Podem funcionar com velocidade ajustável entre amplos limites e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão. Por isso, seu uso é restrito a casos especiais em que estas exigências compensam o custo muito mais alto da instalação;
- b) motores de corrente alternada: são os mais utilizados, porque a distribuição de energia elétrica é feita normalmente em corrente alternada. Os principais tipos são:
  - motor síncrono: funciona com velocidade fixa; utilizado somente para grandes potências (devido ao seu custo em tamanhos menores) ou quando se necessita de velocidade invariável;
  - motor de indução: funciona normalmente com uma velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo, é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas, encontradas na prática. Atualmente é possível controlarmos a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência;
- c) motores de indução monofásicos: os motores monofásicos são assim chamados porque os seus enrolamentos de campo são ligados diretamente a uma fonte monofásica. Os motores de indução monofásicos são a alternativa natural aos motores de indução trifásicos, nos locais onde não se dispõe de alimentação trifásica, como residências, escritórios, e em zonas rurais. Apenas se justifica a sua utilização para baixas potências (1 a 2 KW). Entre os vários tipos de motores elétricos monofásicos, os motores com rotor do tipo gaiola, destacam-se pela simplicidade de fabricação e, principalmente, pela robustez e manutenção reduzida. Por terem somente uma fase de alimentação, não possuem um campo girante como os motores trifásicos, mas sim um campo magnético pulsante. Isto impede que tenham torque de arranque, tendo em conta que no rotor se induzem campos magnéticos alinhados com o campo do estator. Para solucionar o problema de arranque utilizam-se enrolamentos auxiliares, que são dimensionados e

posicionados de forma a criar uma segunda fase fictícia, permitindo a formação do campo girante necessário para o arranque. Como os tipos de motores de indução monofásicos tem-se os motores de pólos sombreados, os de fase dividida, os de condensador de partida, os de condensador permanente e os com dois condensadores;

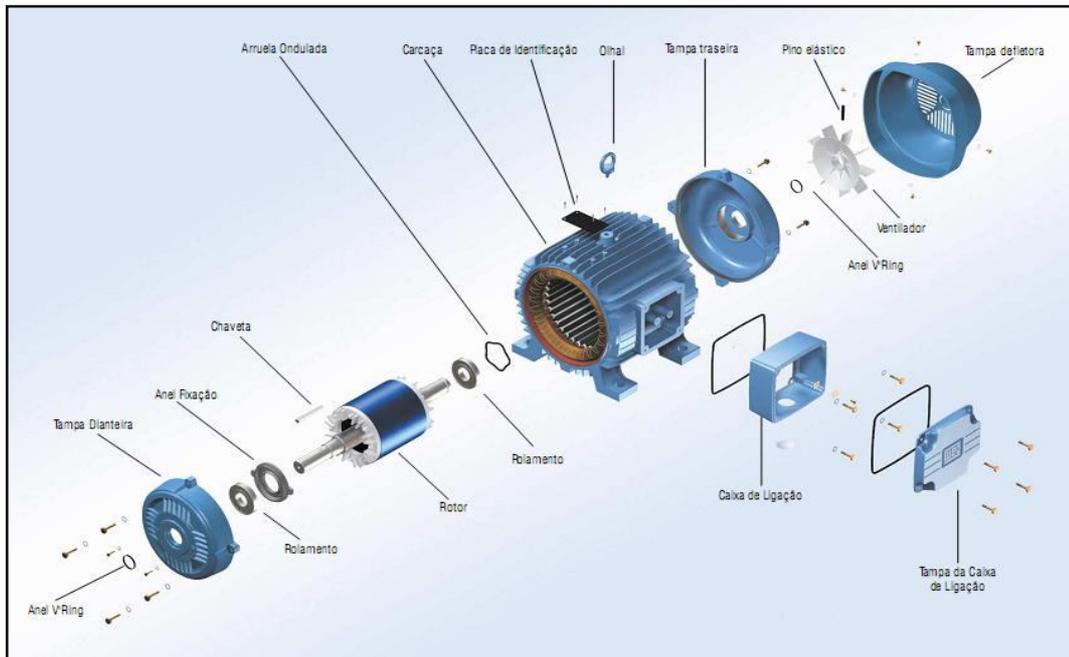
- d) motores de indução trifásicos: o motor de indução trifásico apresenta vantagens ao monofásico, como o arranque mais fácil, menor nível de ruído e menor preço. Este é o motor mais utilizado na indústria atualmente e sua eficiência energética é em torno de 84%, conforme se apresenta no Quadro 1;

			Rendimento (%)
FABRICANTE	kW	CV	2 PÓLOS
NOVA MOTORES E GERADORES	0,75	1,0	80
	1,10	1,5	82,5
	1,50	2,0	83,5
	2,20	3,0	85
	3,00	4,0	85
	3,70	5,0	87,5

Fonte: adaptado de Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (2012).

Quadro 1 - Rendimento de motores elétricos trifásico

- e) tem a vantagem de ser mais econômico em relação aos motores monofásicos tanto na sua construção como na sua utilização. Além disso, escolhendo o método de arranque ideal, tem um leque muito maior de aplicações. Com base na Figura 4 apresenta-se a estrutura de um motor de indução trifásico.



Fonte: WEG (2006).

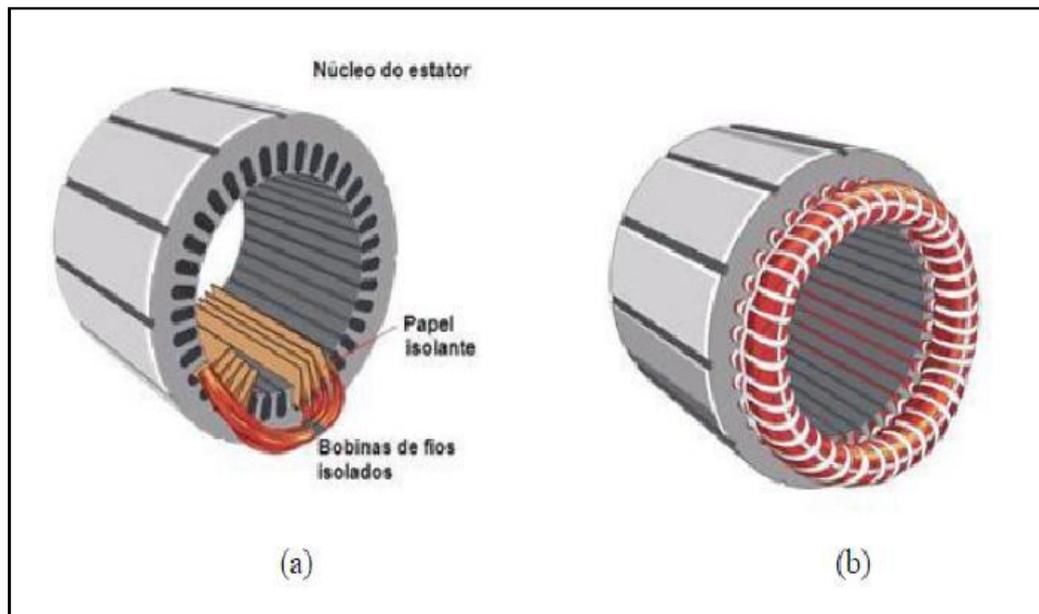
Figura 4 - Partes e peças de motor elétrico trifásico

Conforme Del Toro (1994), as máquinas elétricas rotativas são constituídas basicamente de duas partes:

- a) o estator que é a parte fixa que está fixada dentro da carcaça;
- b) o rotor que é a parte móvel.

O estator é construído com chapas de material magnético e recebe o enrolamento de campo, cujas espiras são colocadas em ranhuras, como mostra a Figura 5, que apresenta duas imagens:

- a) execução dos enrolamentos;
- b) núcleo com o enrolamento completo.



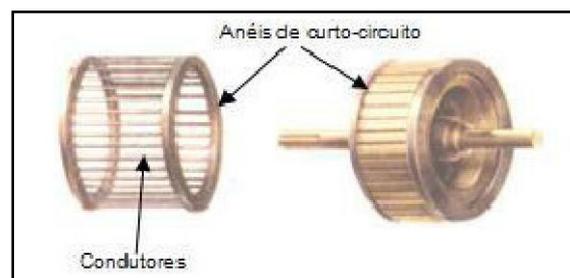
Fonte: Del Toro (1994).

Figura 5- Enrolamento de campo de um motor de indução

Na execução dos enrolamentos, se situa o enrolamento de campo, que pode ser monofásico ou trifásico. A maneira como esse enrolamento é construído determina o número de pólos do motor, entre outras características operacionais. Suas pontas (terminais) são estendidas até uma caixa de terminais, onde pode ser feita a conexão com a rede elétrica de alimentação (DEL TORO, 1994).

O rotor do motor de indução pode ser de dois tipos:

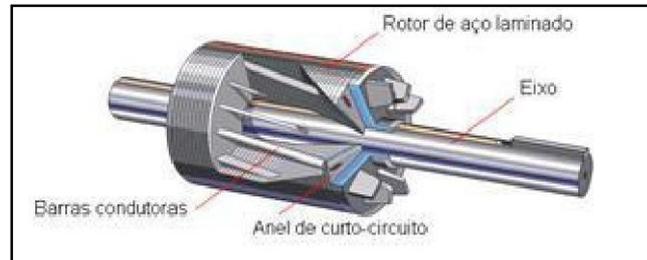
- a) rotor em gaiola de esquilo ou rotor em curto, conforme se apresenta na Figura 6: os condutores (ou bobinas) são constituídos por barras de cobre ou alumínio colocadas em ranhuras. Nas duas extremidades das barras existem 2 anéis curto-circuitando todas as barras. Esta estrutura é semelhante a uma gaiola de esquilo;



Fonte: Del Toro (1994).

Figura 6 - Enrolamento de armaduras de um motor trifásico de rotor de gaiola

- b) rotor bobinado ou rotor de anéis, conforme se apresenta na Figura 7: a construção de um rotor bobinado é muito mais cara que um rotor em gaiola, e é executada quando se deseja a variação de velocidade da máquina.

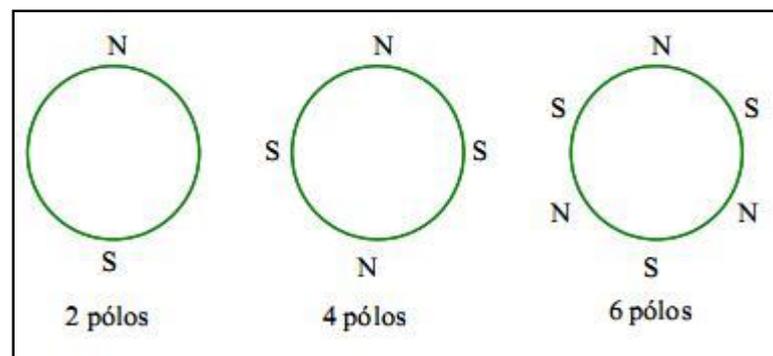


Fonte: Del Toro (1994).

Figura 7 - Enrolamento de armadura de um motor trifásico com rotor bobinado

O funcionamento do motor de indução baseia-se no princípio da formação de um campo magnético produzido pelos enrolamentos do estator. O fluxo magnético girante aparece no estator devido às correntes alternadas circulantes nas bobinas do estator. Este fluxo magnético do estator se desloca em relação ao rotor, cortando as barras do rotor induzindo tensões (Lei de Faraday e Lei de Lenz) que fará circular correntes também alternadas no rotor. Como as correntes do rotor tem polaridades contrárias do estator cria-se também no rotor um campo magnético girante que será atraído e arrastado pelo campo girante do estator.

Dependendo da forma que são dispostas as bobinas do estator, podem-se formar apenas dois pólos (KOSOW, 1982, p.298-299), um norte e um sul, ou quatro, seis ou oito, para citar os mais comuns, conforme a Figura 8.



Fonte: Garcia (2003).

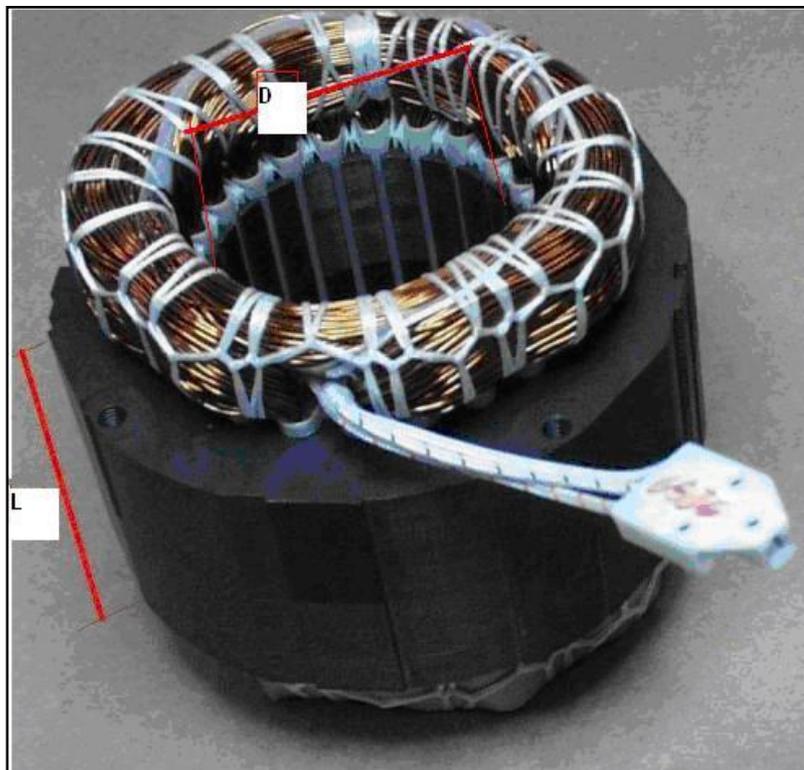
Figura 8 - Polaridade de um motor de indução

No Quadro 2 apresentam-se as rotações de motores elétricos para uma frequência de 60 hertz.

P	2	4	6	8
ns (rpm)	3600	1800	1200	900

Quadro 2 - Rotação nominal de motores elétricos

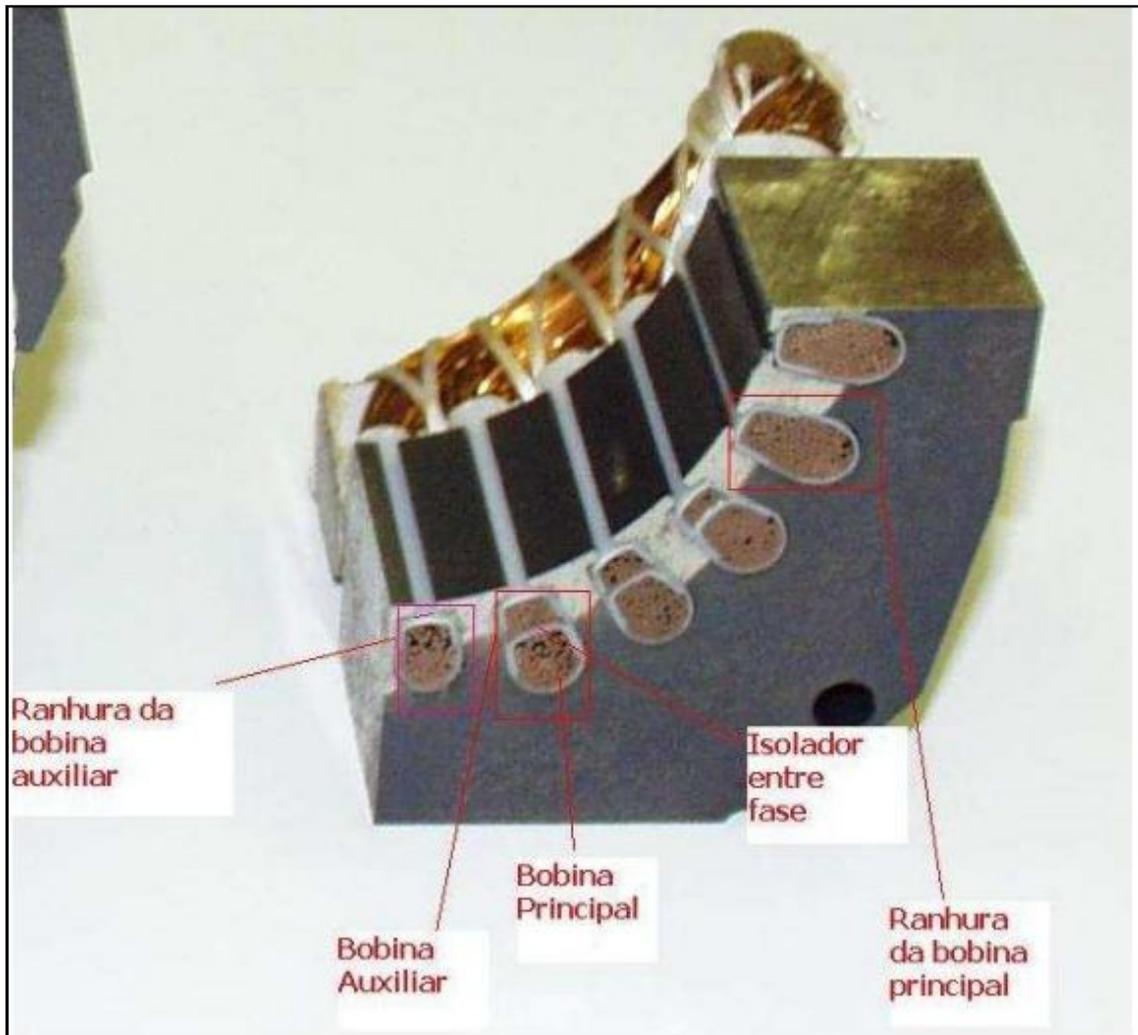
Para calcular a matriz das bobinas e o tamanho do material isolante é necessário ter a informação de altura do pacote representado pela letra L, diâmetro interno da chapa do estator representado pela letra D, a partir destas informações é que serão gerados os dados no sistema. A Figura 9 apresenta a altura e o diâmetro do estator.



Fonte: Arantes (2008).

Figura 9 - Altura e Comprimento do estator

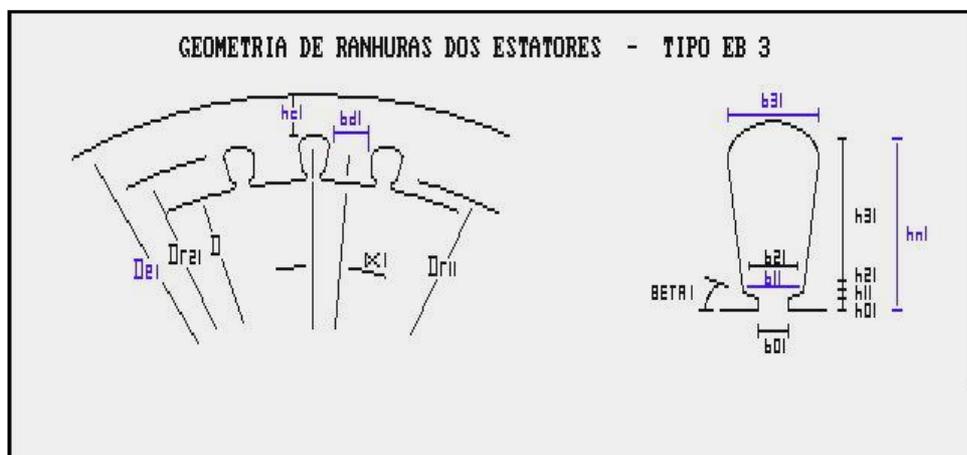
Na Figura 10 mostra-se as bobinas dentro das ranhuras. Nesta Figura é mostrado o bobinamento de um motor monofásico que contém as bobinas auxiliar e principal. A bobina auxiliar fica a 90° da bobina principal.



Fonte: Arantes (2008).

Figura 10 - Corte do estator, mostrando as bobinas e o material isolante

Para calcular a matriz de bobinagem também é necessário ter as informações de geometria da ranhura do estator conforme Figura 11.



Fonte: adaptado de Inducor (2012).

Figura 11- Geometria de ranhuras dos estatores

Na Figura 11, na geometria do estator, os dados importantes para o cálculo de matriz de bobinagem são:

- a) LZ1: Comprimento médio de uma espira (mm);
- b) L: Pacote do estator (ferragem) (mm);
- c) ds: Passo médio de bobinagem;
- d) hn1: profundidade da ranhura (mm);
- e) D: Diâmetro interno da chapa do estator (mm);
- f) N1: Número de ranhuras do estator.

Para calcular a matriz de bobinagem utiliza-se a fórmula mostrada na Figura 12.

$$Lz1 = \frac{L + 1,1 \cdot ds \cdot (D + 2 \cdot hn1) / N1 \cdot \pi \cdot \text{Log}(D)^2}{2}$$

Fonte: Elétrica Cardoso (2012).

Figura 12 - Fórmula pra o calculo de matriz de bobinagem

## 2.4 MANUTENÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS

Existem diferentes formas de manutenção. Segundo Tavares (1997), o processo de manutenção pode dividir-se basicamente em cinco tipos:

- a) manutenção corretiva (planejada ou não): é aquela realizada com a finalidade de consertar o equipamento após ter parado de funcionar ou após uma queda no seu desempenho. Mesmo quando a gerência da organização decide deixar o equipamento funcionar até quebrar, essa é uma decisão planejada. Assim, a manutenção pode ser preparada. A empresa pode, por exemplo, fazer a aquisição das peças para substituição;
- b) manutenção preventiva: consiste na realização de verificações periódicas no equipamento, a fim de identificar aspectos que possam sugerir uma quebra futura. Estas verificações podem ser feitas com base no estado do equipamento ou em dados fornecidos pelo fabricante;

- c) manutenção preditiva: é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro, de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Através de medições e monitoramentos constantes com o equipamento operando é verificado o seu nível de desgaste determinando assim o momento da realização do seu conserto;
- d) manutenção detectiva: consiste na busca por falhas não perceptíveis aos operadores do equipamento ou pelo pessoal de manutenção;
- e) engenharia de manutenção: consiste na aplicação de novas técnicas para buscar as causas básicas do problema, visando assim à redução na incidência e até mesmo a eliminação total do mesmo.

Neste trabalho será tratado apenas das manutenções preventiva, preditiva e corretiva.

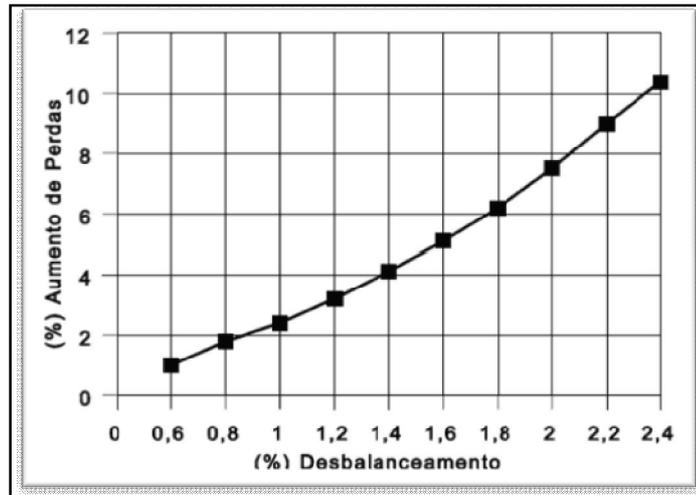
## **2.5 CAUSAS DE BAIXA EFICIÊNCIA EM MOTORES ELÉTRICOS**

Os motores elétricos são máquinas de elevada eficiência, em torno de 84%, no entanto, em algumas situações, este número pode ser bem menor. Segundo Garcia (2003), as principais causas de operação em baixo rendimento são:

- a) motor sobredimensionado: motores que operam com baixa carga, em torno de 50 a 70% onde o ideal de operação vai de 75 a 100% da carga. Um dos motivos é um projeto ineficiente como, por exemplo, a aplicação de pressão desnecessárias em tubulações, dutos e componentes auxiliares subdimensionados (trocadores de calor, exaustores);
- b) instalação: tratam-se aqui das condições mecânicas de instalação do motor tais como a fixação, o alinhamento, a temperatura e o ambiente. Apesar de ser uma máquina robusta, estas condições, nem sempre adequadas, afetam o seu desempenho;
- c) alimentação elétrica: são dois aqui os problemas, o desequilíbrio entre fases (o desbalanceamento) e harmônicos. Os desequilíbrios podem provir da rede de distribuição ou da diferença indutância entre os cabos que alimentam o motor – o que é comum quando isto não é feito por cabos tripolares. Estes desequilíbrios

geram torques de seqüência negativa. Harmônicos, apesar do nome, são distorções na forma senoidal da rede, provocados hoje, em sua maioria, por equipamentos eletrônicos, que também geram perdas. Um estudo da Weg (2000) estima as perdas da Figura 13 com desbalanceamentos de fases. A medição no campo é possível, mas de execução difícil, porque deveria ser feita na caixa de ligação do motor;

- d) manutenção: além das condições de instalação e alimentação elétrica, as condições de manutenção também influem no rendimento embora, de novo, e aqui mais ainda, seja difícil saber-se quanto (ALMEIDA, 2001 apud GARCIA, 2003). A limpeza, a lubrificação adequada (nem a menos, nem a mais, quando a graxa passa para o estator), ambiente limpo, boas conexões, são fatores nem sempre encontradas no chão-de-fábrica;
- e) motor rebobinado: um defeito comum em motores, talvez o mais popular, é a chamada “queima”, isto é quando há a perda de isolamento entre espiras de uma mesma bobina (em baixa tensão, os fios do motor são isolados com esmalte, em alta tensão, com papel), entre duas bobinas de diferentes fases, ou entre uma bobina e o núcleo. Tecnicamente, diz-se que houve, respectivamente, curto-circuito entre espiras, entre fases, ou fase-terra ou carcaça. O grande calor gerado faz realmente com que o esmalte, papel, isolamento seja carbonizado, exalando um odor característico. Normalmente, recupera-se o motor rebobinando-o, ou seja, retirando as bobinas e isolamento danificadas e colocando-se outras no lugar. Se observado um rigor técnico neste procedimento, o motor pode retornar às suas características originais. Algumas práticas, porém, podem afetar o seu desempenho, quais sejam a retirada das bobinas queimadas esquentando-as com maçarico, por exemplo, pode danificar a isolamento entre as chapas do núcleo aumentando as perdas no ferro, ou utilizar fios de cobre de bitola diferentes do original pode aumentar as perdas no cobre. Bortoni et al. (1999 apud GARCIA 2003), analisaram o desempenho de diversos motores, antes e depois do reparo, concluindo que a qualidade da oficina é fundamental na preservação do rendimento. Pode haver até o aumento da eficiência, pela recuperação das condições – limpeza – de atrito e ventilação. Os mesmos sugerem, inclusive, adotar rotinas de limpeza como forma de melhorar a eficiência energética na indústria. Infelizmente, esta avaliação (piora ou melhora do rendimento) só pode ser efetuada em laboratório.



Fonte: Weg (2000).

Figura 13 - Desbalanceamento X Aumento de perdas

## 2.6 SISTEMA ATUAL

Antes de apresentar o sistema atual de manutenção é importante conhecer mais especificamente quais as atividades que são desempenhadas pela empresa Elétrica Cardoso. A empresa Elétrica Cardoso iniciou suas atividades em um prédio alugado na rua Dr. Nereu Ramos, bairro Coloninha, Gaspar, em 1975, onde, Luiz César Cardoso (proprietário) prestava serviço apenas como uma oficina elétrica de automóveis e caminhões. A partir de 1989 passou a integrar suas funções com elétrica de automóveis e motores elétricos, ferramentas elétricas e eletrodomésticos, mudando-se de endereço no mesmo ano, onde esta fixada até hoje, na Rua São Pedro nº 260, bairro Centro, Gaspar, no estado de Santa Catarina.

Atualmente a empresa foca suas atividades na área de vendas e assistência técnica de motores elétricos e bombas de água, atuando em Gaspar e região. A Elétrica Cardoso nos dias de hoje, possui uma área de 140 metros quadrados, uma equipe formada por quatro pessoas e uma estrutura para fornecer aos seus clientes soluções na área de manutenção elétrica.

Atualmente a área de manutenção da empresa não dispõe de nenhum sistema informatizado para o controle e gerenciamento das manutenções realizadas onde todas as etapas do processo são executadas de forma manual. O motor elétrico ao chegar à empresa é identificado com uma etiqueta que é nele colado, contendo o nome e telefone do cliente/empresa, e uma previsão de orçamento baseado na experiência do atendente e

encaminhado para análise e orçamento. Nesta etapa, muitas vezes o técnico responsável pela manutenção não tem acesso rápido a uma pré-descrição do defeito, feita pelo cliente, dono do equipamento, ou responsável pela manutenção da empresa. Isto gera desperdício de tempo, com testes desnecessários e até consultas diretas ao cliente para diagnosticar o equipamento.

Conforme a Figura 13, após constatação do defeito, é emitido pelo técnico responsável (o bobinador) um orçamento para o reparo no equipamento e este encaminhado ao cliente para aprovação. Caso o orçamento seja reprovado, o equipamento é montado novamente e aguarda ser retirado pelo cliente. Com a aprovação do orçamento pelo cliente, o equipamento é consertado.

No momento da manutenção do motor os dados de bobinagem, caso seja necessário bobiná-lo, estão armazenados em fichas de papel, onde a localização dos mesmos se torna difícil. Conforme pode-se observar no Anexo A, há uma relação de dados de motores em um mesmo fichário, o que toma um tempo considerável para sua localização, visto que o processo atual é realizado de forma manual.

Caso não se tenha os dados nos fichários é necessário extrair os dados da plaqueta do motor e os dados de bobinagem do motor em questão, ou seja, contar o número de espiras, a bitola do fio, o material do fio, o tipo de ligação, e após retirar os dados transcrever para o fichário. Nesta etapa perde-se tempo e os dados não serão armazenados da forma correta, pois cada bobinador tem uma maneira de escrever os dados de bobinagem.

Após bobinar o motor e montá-lo, como não existem padrões de testes no cotidiano da empresa, apenas mede-se a corrente (I) do motor a vazio e verifica-se se algum ruído diferente no motor no momento do teste, conforme Figura 14. Com o motor pronto para ser entregue ao cliente, então faz-se contato com o mesmo via telefone. Nesta etapa também pode ocorrer uma falha de comunicação, pois no momento da ligação, o cliente pode estar ocupado e não atender ao telefone, então o motor é colocado na prateleira de motores já consertados e o responsável por informar o cliente que o motor está pronto, poderá esquecer de ligar novamente para o cliente, gerando um atraso na entrega do motor.

A Figura 14 apresenta o fluxograma do sistema atual.

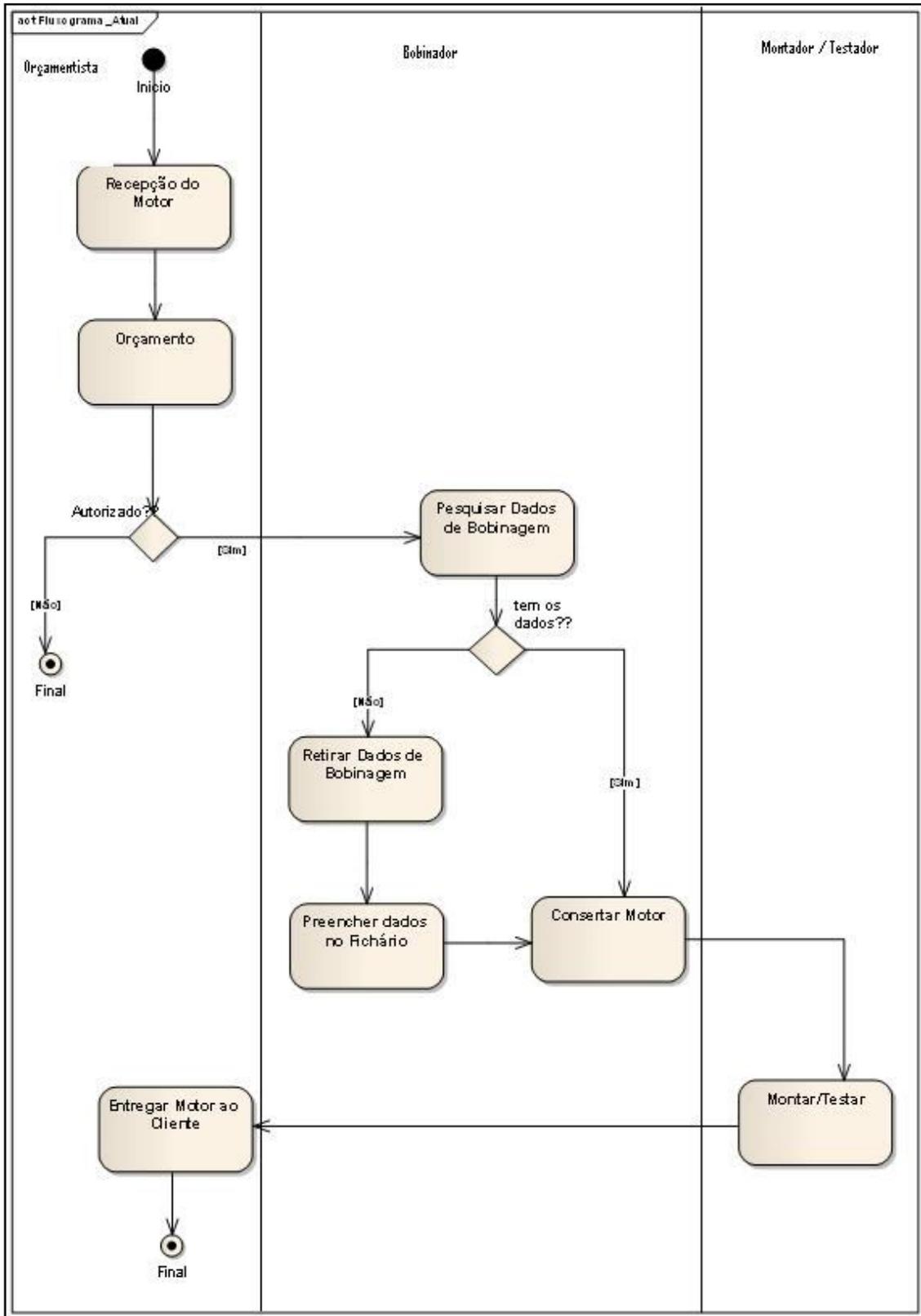


Figura 14 - Fluxograma do sistema atual

## 2.7 TRABALHOS CORRELATOS

Focando na área de manutenção, observa-se que mais trabalhos neste contexto têm sido desenvolvidos, considerando as mais diversas áreas.

Na área de manutenção, o trabalho de Roeder (2006) apresenta uma ferramenta para auxiliar no processo de manutenção corretiva dos equipamentos eletrônicos produzidos pela empresa Projetech Eletrônica LTDA. A ferramenta desenvolvida faz uso da *web* para disponibilizar as informações referentes às manutenções realizadas nos equipamentos.

Na área de SPT, Eccher (2005) apresentou um sistema que auxilia as empresas do setor têxtil no controle de sua produção e em suas tomadas de decisões baseadas em Sistema de Processamentos de Transações.

Já na área de motores elétricos Teixeira (2009) desenvolveu um software que trata da análise de desempenho de motores de indução trifásicos a partir de dados do circuito equivalente.

Martinez (2008) apresenta em seu trabalho as principais causas do curto-circuito entre espiras em estatores utilizados em motores de indução trifásicos de baixa tensão, e busca realizar uma comparação entre os principais tipos de detecção e equipamentos utilizados atualmente. O estudo avalia quais os principais pontos positivos e negativos de cada tipo de método de detecção. O mesmo levanta duas questões importantes na área de testes e medições de motores elétricos. A primeira questão são os testes executados em laboratórios de fabricantes de motores, o segundo, o tipo de teste, o teste de campo, onde com o motor a plena carga pode-se haver divergência entre os valores de testes de fábrica com os valores de testes de campo, podendo haver diferenças que ocasionam perdas financeiras para a empresa, já que o motor pode estar dimensionado incorretamente.

Lamim Filho (2007) apresenta em seu trabalho um programa de manutenção preditiva que engloba várias técnicas de monitoramento das condições do motor elétrico, além das clássicas, a análise de corrente elétrica e análise de vibrações. O mesmo propõe a implementação de um transdutor (bobina de fluxo) sensível às ondas eletromagnéticas dentro dos motores de indução trifásicos para a detecção, diagnóstico e monitoramento *on-line*. Foi obtida uma relação entre as principais falhas de origem elétrica (curto circuito entre espiras,

desequilíbrio de fase e barras quebradas) com os sinais de fluxo magnético, sendo estabelecidas as frequências características de falhas. No trabalho é proposto o uso da lógica fuzzy para o monitoramento *on-line*, sugerindo Lamin que a técnica poderá ser futuramente incluída em Programas de Manutenção Preditiva.

Na área de proteção térmica de motores Bungarelli (2006) desenvolveu técnicas de proteção dos reles microprocessados que podem contribuir para o aumento dos níveis de produtividade dos processos industriais trazendo a possibilidade de funções proteção e de controle, por exemplo, um sinal de alarme indicando o limite de capacidade térmica é atingido. Segundo Bungarelli (2006) a capacidade do processamento digital de sinais tem possibilitado a implementação de novas soluções para as deficiências de proteção de motores industriais trifásicos.

Garcia (2003) representou a lei de eficiência energética voltada para motores elétricos industriais, informando dados sobre consumo e áreas que utilizam o maior número de motores elétricos, obtendo cinco tipos de análises em seu trabalho: quanto economizará a aplicação da lei, quanto economizaria se os motores fossem trocados por unidades de alto rendimento, qual o potencial de economia se os motores fossem simplesmente adequados à carga que acionam, qual a viabilidade de se realizarem trocas imediatas por motores de alto rendimento, e qual a redução obtida na troca, ao final da vida útil, por motores de alto rendimento adequados a carga.

### **3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA**

Neste capítulo estão descritos as particularidades técnicas do sistema tais como a descrição e a apresentação dos principais requisitos funcionais e não funcionais, os principais diagramas de casos de uso e a sua descrição e o diagrama de atividades a serem utilizados.

#### **3.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES**

O Sistema Bobinar, nome atribuído ao sistema desenvolvido, visa o auxílio ao processo de controle e gerenciamento de manutenção de motores elétricos, que atenda especificamente as necessidades da empresa Elétrica Cardoso. O sistema permite o armazenamento dos dados de clientes, funcionários e manutenções realizadas em um banco de dados. O acesso ao sistema é efetuado através de controle por meio de usuário e senha.

O sistema permite que quando o motor elétrico chegar à empresa, o mesmo possa gerar uma etiqueta de rastreabilidade única. Com isso, cria-se um histórico de manutenções deste motor, tendo a possibilidade de consultá-las caso necessário.

O sistema será de utilidade para a equipe interna da empresa, pois apresentará benefícios e funcionalidades, como o cálculo de matriz de bobinagem, onde será a padronização dos moldes de bobinagem. O sistema contempla também a possibilidade de inserir dados de bobinagem, seguindo assim um padrão de informações de fácil localização dos mesmos, além do benefício do cadastro de testes dos motores, certificando de que o motor elétrico está sendo entregue ao cliente funcionando de forma correta.

O sistema está dividido em dois módulos que são o módulo do Gerente e o módulo dos Funcionários. O Módulo Gerente permite o acesso a informações operacionais e gerenciais, como os relatórios que serão utilizados em reuniões para tomada de ações preventivas e corretivas. O mesmo também possibilita a inclusão de rotinas para incluir, alterar, excluir e consultar os usuários, os clientes e os motores além do acesso a todas as informações geradas no sistema.

O módulo Funcionário possibilita a entrada de dados no sistema tais como os dados de clientes, de motores, e informações de manutenções de cada motor elétrico que irá compor o histórico de manutenções. Este módulo permite o acesso à consulta do histórico do motor elétrico e informações referentes à manutenção atual (caso sejam previamente inseridas no sistema). Além da função de cadastro de testes que serão inseridos no histórico de manutenções. A Figura 15 apresenta o fluxograma do sistema.

O diagrama de atividades apresentado na Figura 16 representa o processo de cadastro de clientes e motores. O processo é iniciado com o cadastro de clientes e seus respectivos motores, que após esta etapa passa a ser criada a etiqueta de rastreabilidade para cada motor. O orçamentista faz o orçamento, informa ao cliente e se autorizado, envia o motor para conserto, caso não autorizado pelo cliente o processo é finalizado na etapa do orçamento.

A Figura 17 representa o diagrama de atividades referente à seqüência de atividades de dados de bobinagem, que é executado pelo bobinador. No momento da bobinagem do motor, ele pesquisa os dados no sistema, se os dados já estiverem cadastrados, o sistema informa ao bobinador os dados, caso eles não estejam cadastrados, se inicia o processo de cadastro com as informações do motor, cálculo de matriz de bobinagem e cálculo de material isolante finalizando-se o processo.

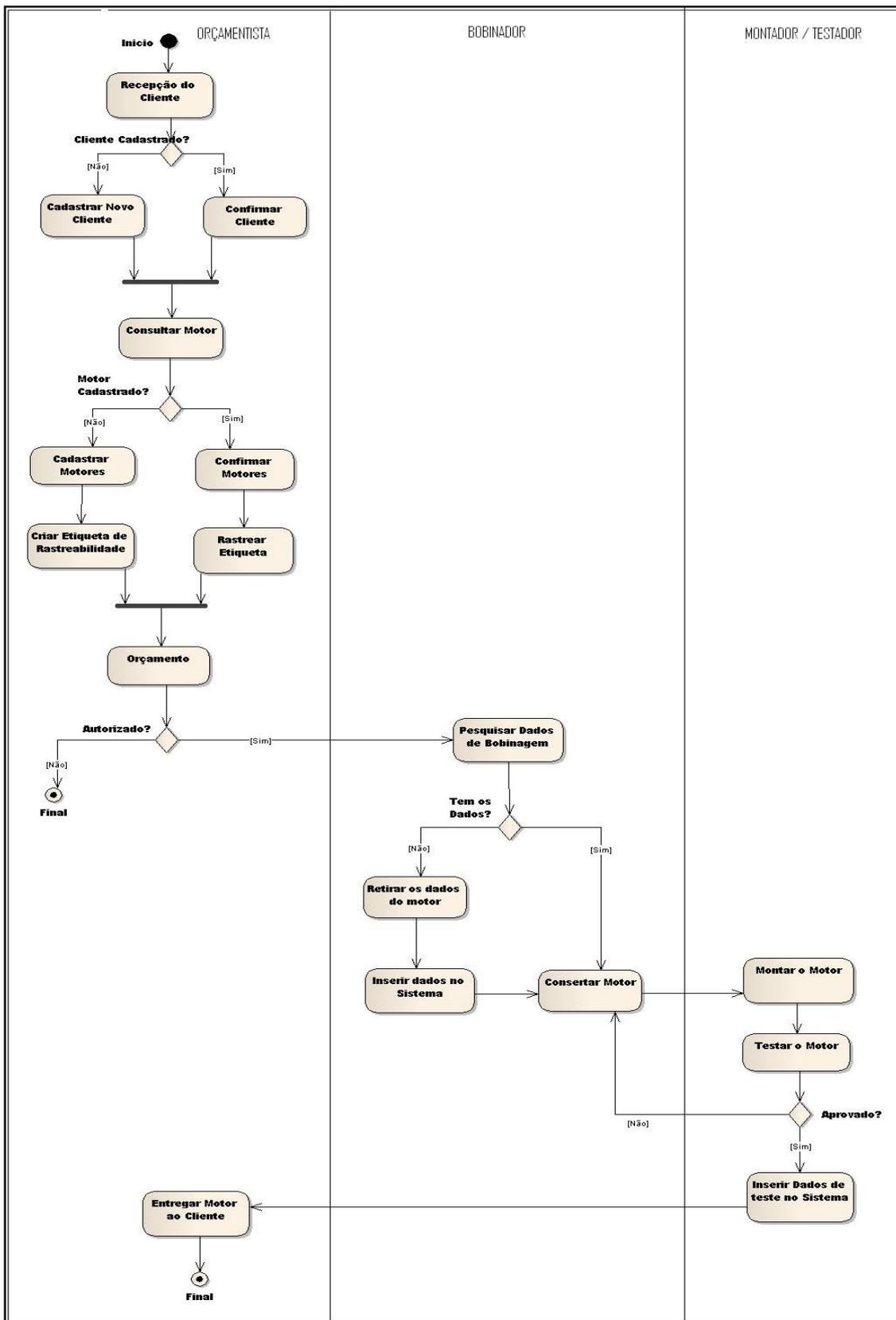


Figura 15 - Fluxograma Principal do Sistema

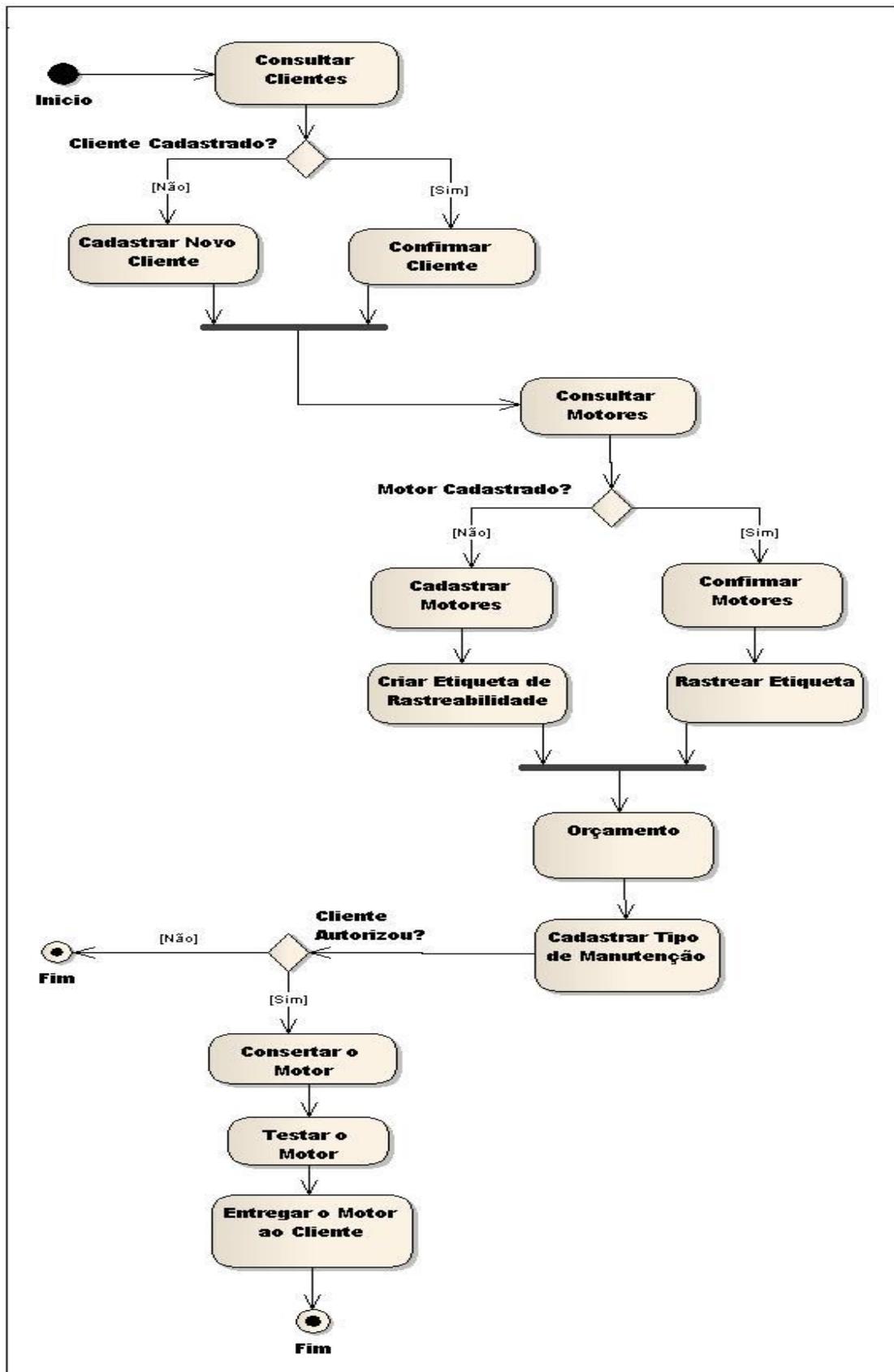


Figura 16 - Diagrama de atividades – Principal do Sistema

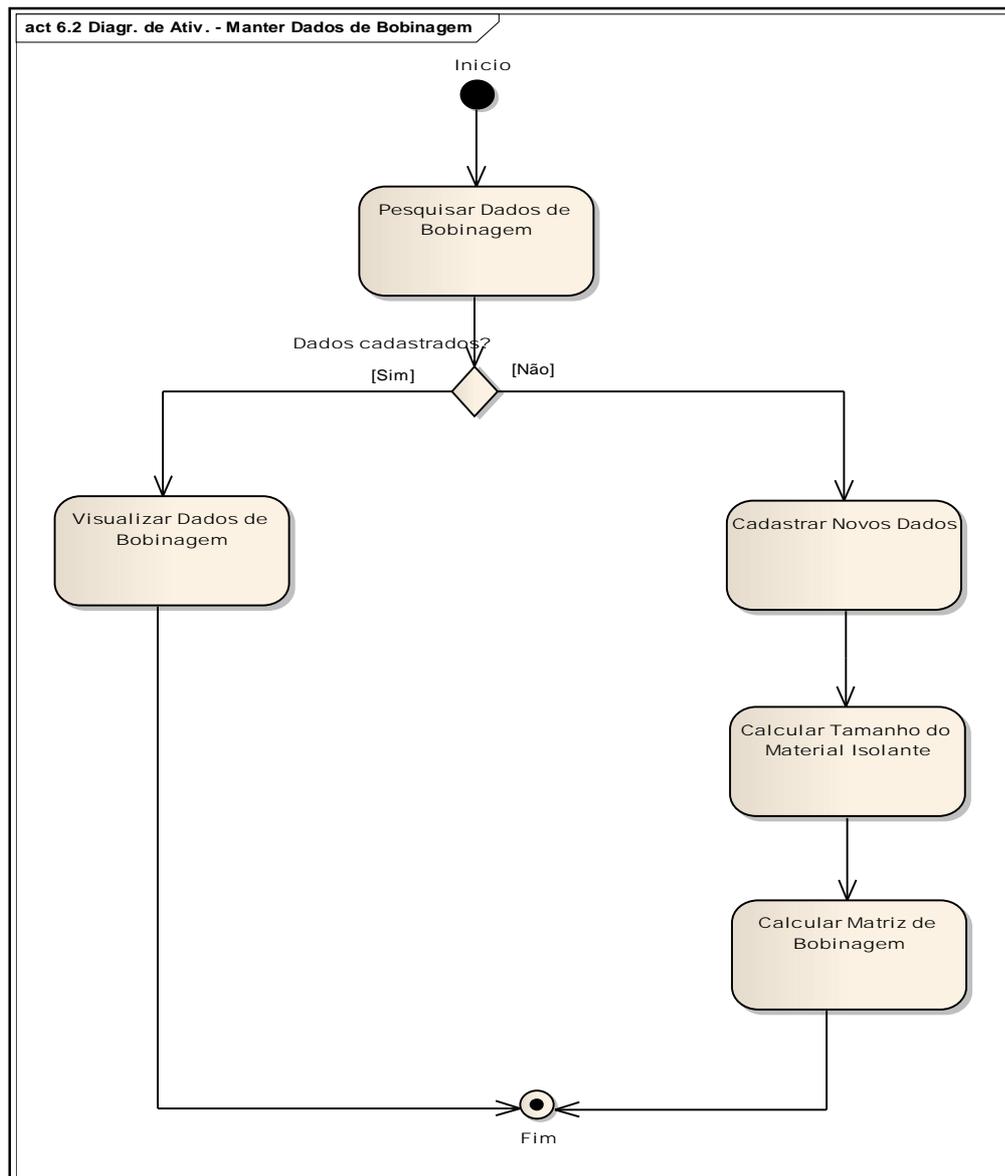


Figura 17 - Diagrama de Atividades – Manter Dados de Bobinagem

### 3.2 ESPECIFICAÇÃO

Esta seção descreve os modelos e diagramas desenvolvidos durante a elaboração deste trabalho. Estes diagramas foram desenvolvidos utilizando o Enterprise Architect 7.5.845 desenvolvida pela Sparxsystems.

### 3.2.1 REQUISITOS

O Quadro 3 apresenta os requisitos funcionais atendidos pelo sistema e sua rastreabilidade, ou seja, vinculação com o(s) caso(s) de uso associado(s), e no Quadro 4 apresenta os requisitos não funcionais.

<b>Requisitos Funcionais</b>	<b>Casos de Uso</b>
RF01 - O sistema deverá permitir ao administrador manter os usuários.	UC01
RF02 - O sistema deverá permitir ao usuário manter clientes.	UC02
RF03 - O sistema deverá permitir ao usuário manter atendimentos.	UC03
RF04 - O sistema deverá permitir ao usuário cadastrar motores elétricos.	UC03.01
RF05 - O sistema deverá permitir ao orçamentista cadastrar orçamentos.	UC03.02
RF06 - O sistema deverá permitir criar a Etiqueta de Rastreabilidade.	UC03.03
RF07 - O sistema deverá permitir rastrear a Etiqueta de Rastreabilidade	UC03.04
RF08 - O sistema deverá permitir finalizar o atendimento.	UC03.05
RF09 - O sistema deverá permitir o cálculo da matriz de bobinagem.	UC04.01
R10 - O sistema deverá permitir o cálculo do tamanho do material isolante de motores.	UC04.02
RF11 - O sistema deverá permitir a pesquisa de dados de bobinagem.	UC05
RF12 - O sistema deverá permitir manter testes.	UC06

Quadro 3 - Requisitos Funcionais

O Quadro 4, lista os requisitos não funcionais atendidos pelo sistema.

<b>Requisitos Não-Funcionais</b>
RNF01 - O sistema deverá utilizar banco de dados MySQL na versão 5.1.
RNF02 - O sistema deverá ter teclas de atalhos.
RNF03 - O sistema deverá ser desenvolvido na ferramenta Delphi.
RNF04 - O sistema deverá ser executado no sistema operacional Windows XP e 7.
RNF05 – O sistema deverá ser desenvolvido para ambiente <i>desktop</i> .

Quadro 4 - Requisitos Não Funcionais

### 3.2.2 DIAGRAMAS DE CASO DE USO

As próximas ilustrações fazem referência às funcionalidades de cada ator que interage com o sistema. A Figura 18 detalha as funcionalidades específicas do Gerente de Manutenção. A Figura 19 identifica as funcionalidades específicas do Orçamentista. A Figura 20 mostra as funcionalidades executadas pelo bobinador. A Figura 21 detalha as funcionalidades específicas do Montador/Testador.

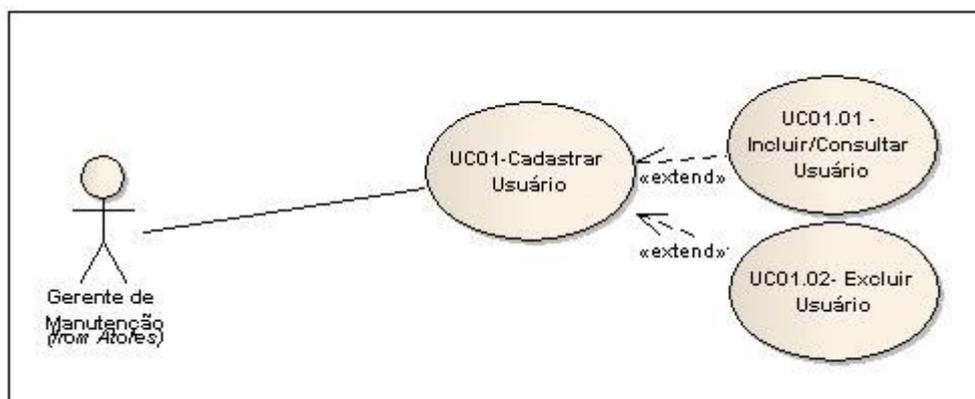


Figura 18 - Diagrama de casos de uso - Gerente de Manutenção

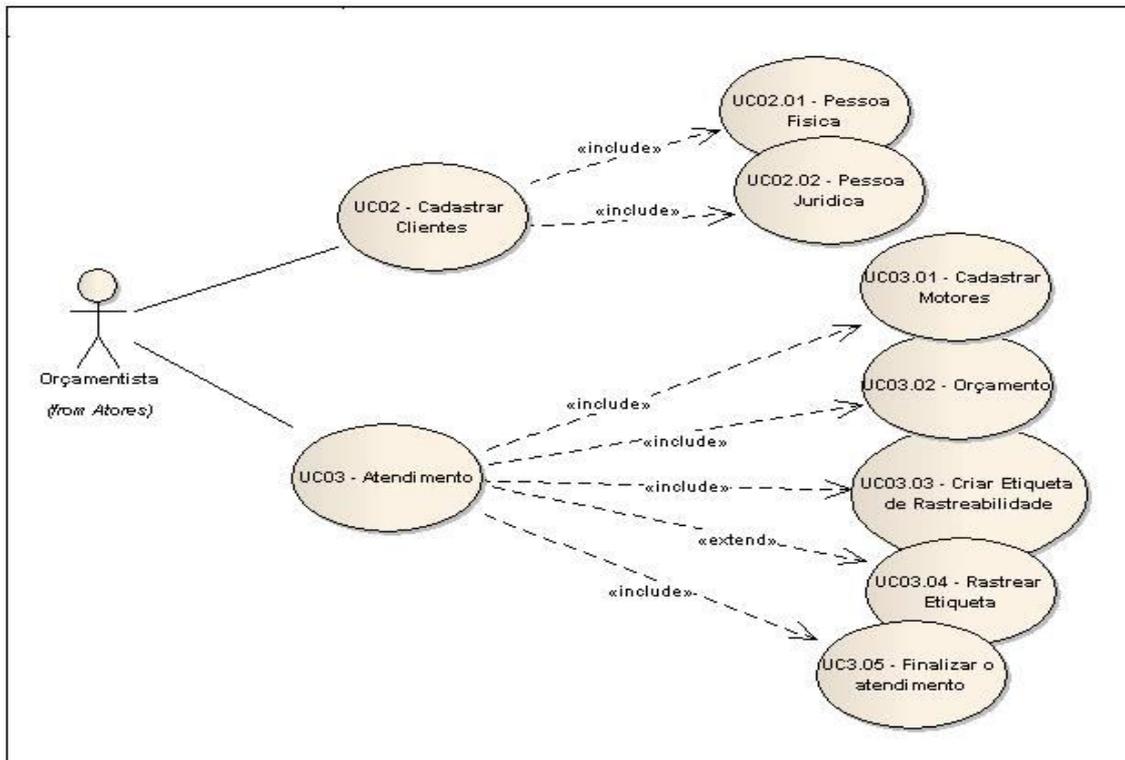


Figura 19 - Diagrama de caso de uso – Orçamentista

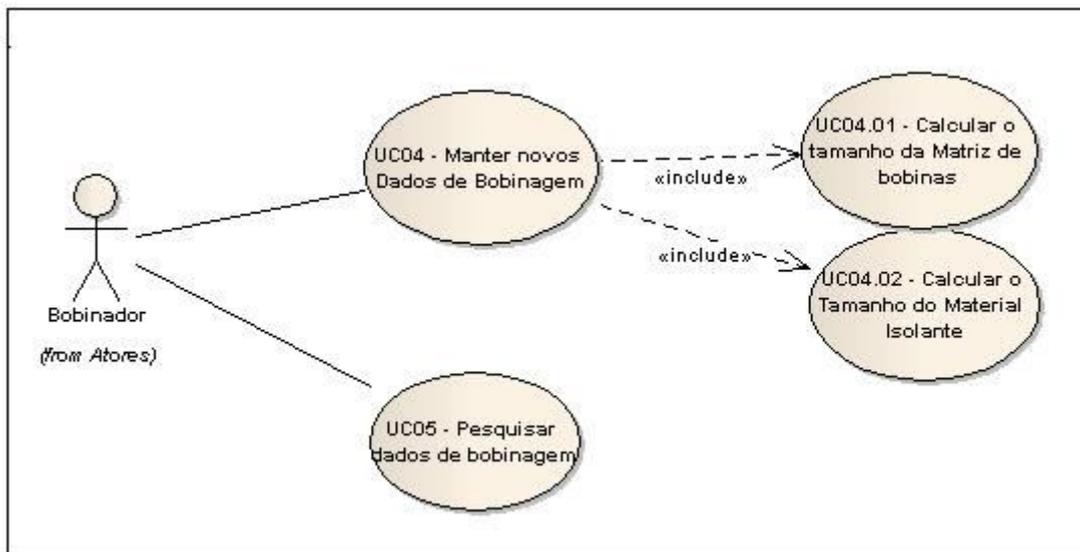


Figura 20 - Diagrama de caso de uso - Bobinador

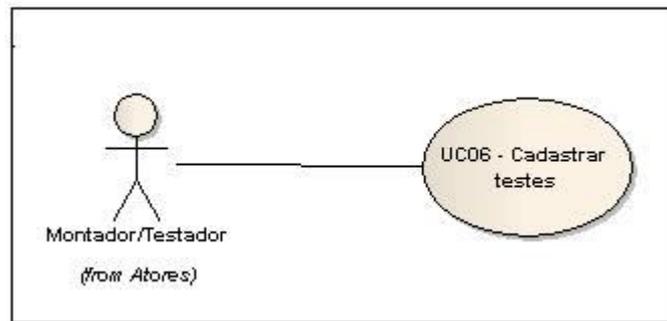


Figura 21 - Diagrama de caso de uso - Montador/Testador

### 3.2.3 MODELO ENTIDADE RELACIONAMENTO

O Modelo Entidade/Relacionamento (MER) é utilizado na construção de modelo de classes desde o nível de análise até o nível de especificação. De todos os diagramas da UML, este é o mais rico em termos de notação (BEZERRA, 2002). A Figura 22 apresenta o MER do sistema.

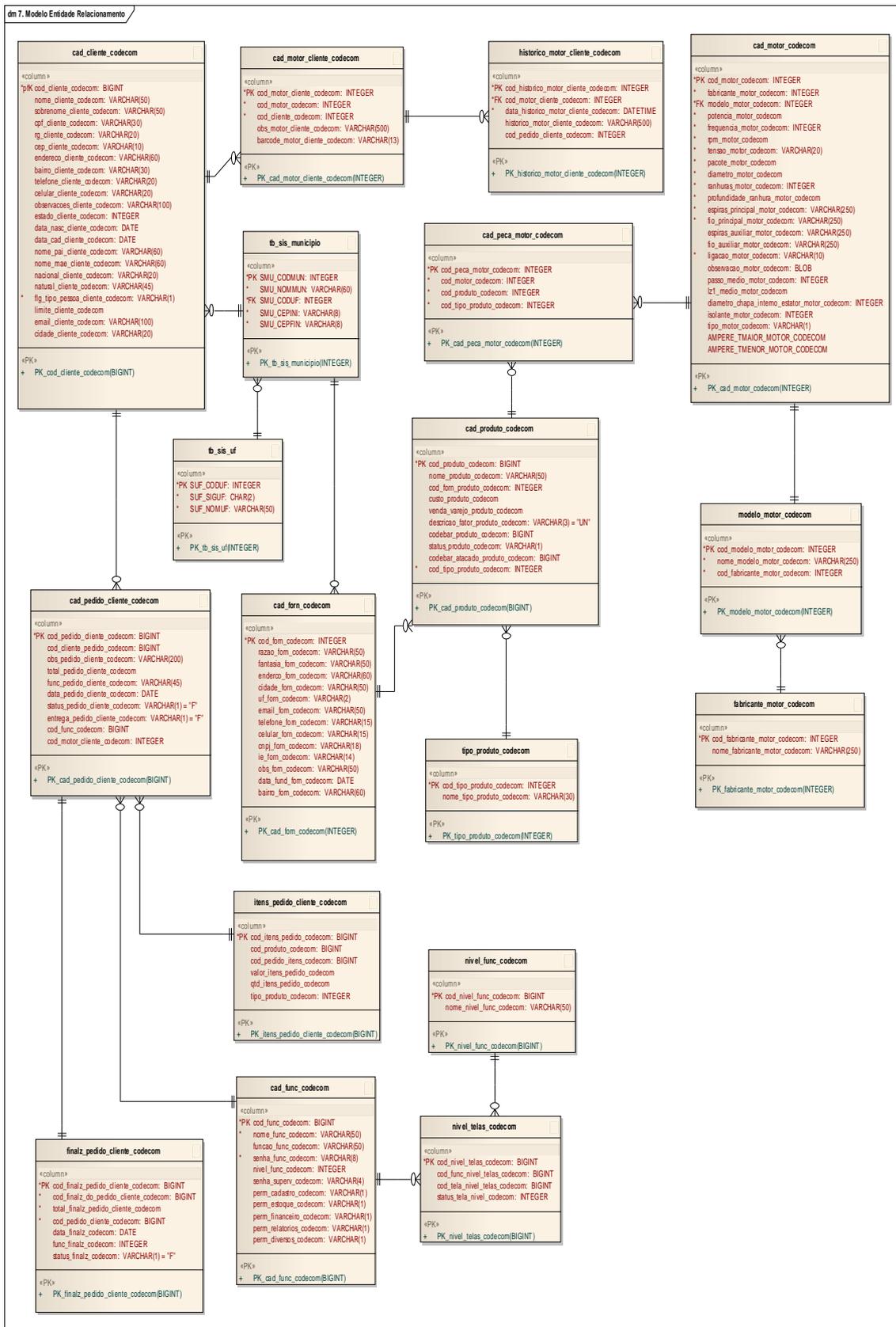


Figura 22 - Diagrama Modelo Entidade Relacionamento

Foram definidas 18 tabelas no banco de dados para utilização no sistema Bobinar. No Apêndice B é apresentado o dicionário de dados.

### **3.3 IMPLEMENTAÇÃO**

A seguir são mostradas as técnicas e ferramentas utilizadas e a operacionalidade da implementação.

#### **3.3.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS**

O sistema foi desenvolvido em utilizando o ambiente Delphi 7, que é uma ferramenta de desenvolvimento rápido, com o diferencial de ser uma ferramenta de programação visual e programação voltada a eventos.

O ambiente de desenvolvimento do Delphi possui as características de Ambiente Integrado de Desenvolvimento (IDE) e foi desenvolvida em 1995 e atualmente é produzido pela empresa Embarcadero (ANTUNES, 2008).

Para o armazenamento de dados foi utilizado o gerenciador de banco de dados MySQL. Os testes da conformidade do código no aplicativo desenvolvido com as operações no banco foram realizados com auxílio da ferramenta MySQL Query Browser.

Para a geração de relatórios de pedidos e a impressão da etiqueta de rastreabilidade foi utilizado a ferramenta de geração de relatórios Fortes Report pertencente a empresa Fortes Informática.

### 3.3.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO

Nesta subseção são apresentadas as telas do sistema, juntamente com uma explicação de suas funcionalidade.

Para iniciar a utilização do sistema, o usuário deverá primeiramente cadastrar informações básicas no sistema, como os dados dos clientes, peças dos motores, dados de motores, funcionários. Todas estas informações serão utilizadas durante o atendimento. Observar alguns cuidados como, não cadastrar peças e motores idênticos com nomes ou códigos diferentes, pois isto pode dificultar o controle posteriormente.

No cadastramento de motor, o usuário poderá cadastrar todas as peças que o compõem, facilitando assim o orçamento.

No atendimento serão inseridos os dados de clientes, e seus motores, conforme os clientes forem consertando os seus motores. Quando o cliente deseja realizar um conserto em seu motor elétrico, o usuário deverá pesquisar se o cliente já está cadastrado e o seu motor também esta cadastrado. Após confirmar o cadastro do cliente e do motor, será gerada a etiqueta de rastreabilidade, que é única para cada motor, após a vinculação de um motor a um cliente, será emitido um orçamento, no qual o usuário informa quais itens de peças que serão necessários trocar/consertar e que totalizarão o orçamento. Em seguida, o atendimento ficará “em aberto” até o cliente autorizar o conserto. Com a autorização do cliente o atendimento passa de “aberto” para “liberado” e com isso, o motor é consertado utilizando as informações cadastradas no sistema.

Se o cliente não autorizar o conserto do motor, o orçamento é encerrado. Porém, serão armazenados alguns dados do motor e do cliente no sistema tais como a etiqueta de rastreabilidade e orçamento. Caso não exista cadastro algum das informações de um motor como, por exemplo, os dados de bobinagem, é necessário o cadastro dos mesmos, ficando armazenadas na base de dados.

Após o conserto, serão feito testes no motor para garantir a qualidade do serviço, e caso os testes sejam aprovados o motor é entregue ao cliente, finalizando o atendimento. Caso o motor não apresente alguma falha nos testes, sendo reprovado em algum teste, o motor deverá retornar ao conserto, para verificação da falha.

Será utilizado o perfil do administrador para demonstrar todas as funcionalidades do sistema.

A operacionalidade do sistema é inicialmente apresentada pela tela de *login*, onde o usuário deve preencher o campo de usuário e senha, como é apresentado na Figura 23. Caso informe usuário ou senha incorreto o sistema emitirá uma mensagem de aviso, informando que algum dos dados está incorreto.

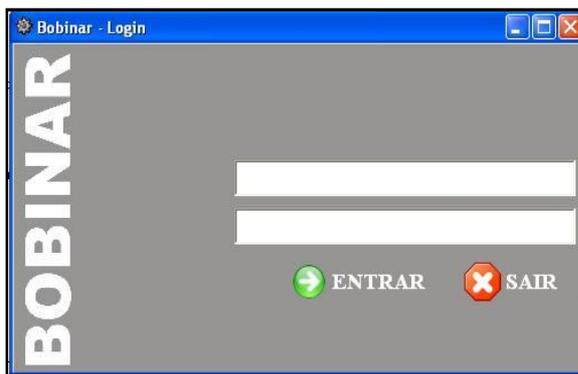


Figura 23 - Tela de *login*

Após a realização do *login* no sistema, todo usuário é direcionado para tela inicial, conforme a Figura 24.

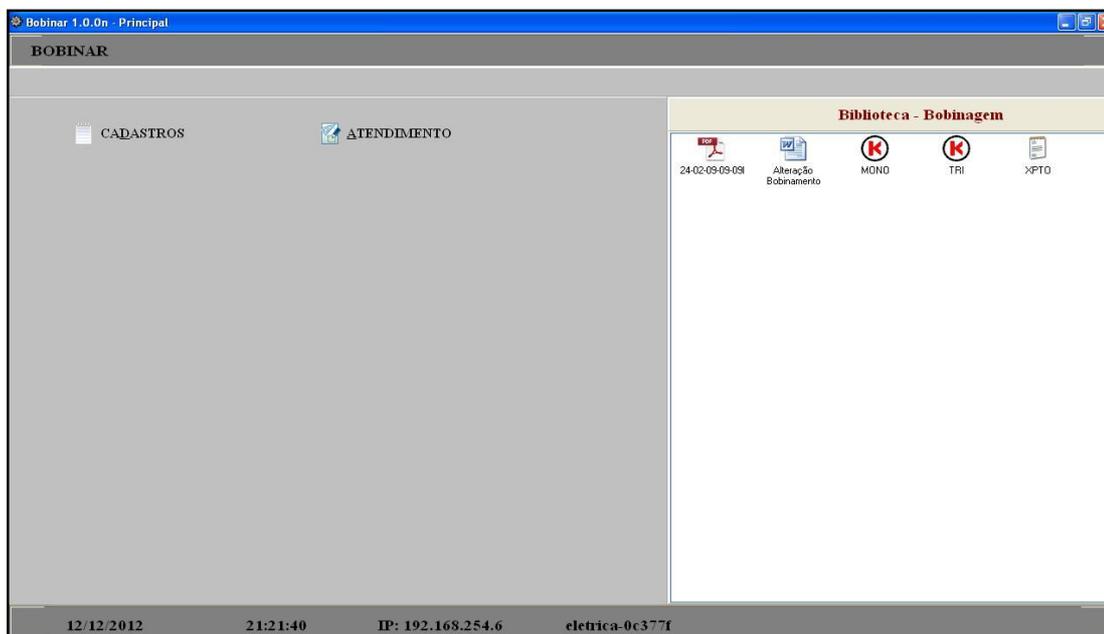


Figura 24 - Tela do Menu Principal

O usuário poderá acessar as opções através do menu principal, como mostrado na Figura 25.



Figura 25 - Tela de Cadastro

As opções que se encontram no menu Cadastro são as de cadastros de produtos, cadastro de clientes, cadastro de fornecedor, cadastro de funcionário e cadastro de motor. As opções que se encontram no menu Atendimento são as de motor(es) do cliente, orçamento(s), histórico de motores e testes de motor.

Quando selecionada a opção de cadastro – produtos, será apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 26. Nesta tela o usuário irá manter as informações de produtos, poderá cadastrar os produtos que serão vinculados a um motor elétrico, adicionando no cadastro o nome, tipo do produto, fornecedor, preço.

O usuário poderá também cadastrar o fornecedor, conforme Figura 27 e o tipo do produto, no qual o tipo do produto será vinculado ao produto, de acordo com a Figura 28.

**Código:** F9 - Para Consulta

**Nome do Produto:**

**Fornecedor:** F9 - Para Consultar

**Tipo de Produto:** F9 - Para Consultar

**Status:**  ATIVO

Formação de Preço

**Custo:** % 0% **Venda:**

+ NOVO    SALVAR    ATUALIZAR    CANCELAR

VOLTAR

INATIVO

Figura 26 - Tela de cadastro de produto

Na Figura 27 o usuário poderá inserir um fornecedor ao produto.

**Consulta de Fornecedores**

**Razão Social:**  **CNPJ:**  **PESQUISAR**

Código	Nome Fantasia	Razão Social	CNPJ	Telefone
1	GASPAR	DISTRIBUIDORA GASPAR LTDA	08.897.417/0007-04	473332-2576
2	Teste2	Teste2	03.332.531/0001-70	(47)3332-2576
3	TESTE 22	FORNECEDORE TESTE 22	08.897.417/0007-04	4734045202
4	MAT ELETRICOS LTDA	MAT ELETRICOS LTDA	01.391.746/0001-36	4530362500
5	FORNECEDOR LTDA	Com de Pecas para Mot. Inds Ltda	10.273.999/0001-04	4740549489
6	ROLAMENTOS	ROLAMENTOS LTDA	07.087.898/0001-26	30464999
7	NomeFantasiaTeste	RazaoSocialTeste	05.620.939/0001-72	38738173

VOLTAR

\* Duplo Clique no Campo Código para editar um cadastro.

Figura 27 - Tela de pesquisa de fornecedor

Na Figura 28 será vinculado o produto a um tipo de peça do motor.

**Código:** F9 - Para Consulta

**Descrição:** Parafuso

Código:	Descrição:
1	Parafuso
2	RO
3	Rolamento Dianteiro
4	Aruela de Pressão
5	Ventilador
6	Chaveta
7	Rotor Completo

\*Duplo Clique para Selecionar

NOVO   
 SALVAR   
 ATUALIZAR   
 CANCELAR  
 VOLTAR

Figura 28 - Tela vinculo de produto a um tipo de peça do motor

Quando selecionada a opção de cadastro – cliente, será apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 29. Nesta tela o usuário irá manter as informações de clientes, que poderão ser do tipo: Pessoa Jurídica ou Pessoa Física.

Pessoa Jurídica   
  Pessoa Física

**Código:** \* Duplo Clique no Campo Código para editar um cadastro.

VOLTAR

Figura 29 - Tela de cadastro de cliente

Para consultar algum cliente, ao clicar no campo “código” apresenta a tela de consulta de cliente, conforme Figura 30.

**Consulta de Clientes**

**Nome/Razão Social:**  **CPF/CNPJ:**  **Telefone:**   **PESQUISAR**

Código	Nome/Razão Social	Sobrenome/Fantasia	CPF/CNPJ	RG/IE	Telefone
▶	1 Cliente 01	teste	350.868.669-87	34567	(47)3332-2576
	2 Cliente 02	teste	03.332.531/0001-70	255	1
	3				
	4 IIND DE EMBALAGENS LTDA EPP	EMBALAGEM	95.843.116/0001-07	252607104	4733320000
	5 MODAS SA LTDA	MODA BEBE	85.098.978/0001-90	254191592	4733322302
	6 CLIENTE SILVIO SANTOS LTDA	SANTOS	75.304.196/0001-07	250769018	33320995
	7 TEXTIL LTDA	TEXTIL	07.625.780/0001-04	255062362	4791123444
	8 BLUMENAU IND E COM DE AREIA	AREIA SA	07.206.988/0001-99	254928080	47333320433
	9 METAIS TESTES	TESTE METAIS	07.395.837/0001-90	254977537	4733928459
	10 MOVEIS LTDA	MOVEIS SA	13.658.509/0001-78	256408009	4733421613
	11 VOCE S/A	VOCE SA	. / .	234234234	3221255000
	12 CESAR	DOMINGOS	351.642.129-00	4031661	4733973414
	13 DIDNEY	LUIZ FERNANDES	026.993.319-02	1234567	4733320444
	14 eefr	ew	44.444.444/4444-44	edeeee	eeeeee
	15				

◀   **VOLTAR** \* Duplo Clique no Campo Código para editar um cadastro.

Figura 30 - Tela de consulta clientes

Ao selecionar uma das opções Pessoa Física ou Pessoa Jurídica o usuário do sistema cadastra informações pertinentes ao cliente, tais informações como Nome, Razão social, CNPJ, CPF, telefone, conforme Figuras 31 e 32.

 **Pessoa Jurídica**
 Pessoa Física

**Código:** \* Duplo Clique no Campo Código para editar um cadastro. **Data Última Alteração:**

**Razão Social:**  **Nome Fantasia:**  **Limite de Crédito:**

**CNPJ:**  **IE:**  **Data Fund.:**

**CEP:**  **Endereço:**

**Bairro:**  **Cidade:**  **UF Estado:**

**Telefone:**  **Celular:**  **Fax:**

**Observações:**


Figura 31 - Tela de cadastro de cliente pessoa jurídica

 Pessoa Jurídica
 **Pessoa Física**

**Código:** \* Duplo Clique no Campo Código para editar um cadastro. **Data Última Alteração:**

**Nome:**  **Sobrenome:**  **Limite de Crédito:**

**CPF:**  **RG:**  **Data Nasc.:**

**CEP:**  **Endereço:**

**UF:**  **Cidade:**

**Bairro:**  **Telefone:**  **Celular:**

**Email:**

**Observações:**

**Nome da Mãe:**  **Nome do Pai:**

**Nacionalidade:**  **Naturalidade:**

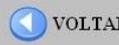
   
   


Figura 32 - Tela de cadastro de cliente pessoa física

Quando selecionada a opção de cadastro – fornecedor, será apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 33. Nesta tela o usuário irá manter as informações dos fornecedores.

**Código:** F9 - Para Consulta  
1

**Razão Social:**  
FORNECEDOR SA

**Nome Fantasia:**  
FURACAO

**CNPJ:** 08.897.417/0007-04    **IE:** 255678909    **Data de Fund.:** 28/4/2010

**Endereço:**  
Rod. Teste

**UF:** CE - Ceará    **Cidade:** ACOPIARA

**Bairro:** Teste    **Telefone:** 473332-2576    **Celular:**

**E-mail:**  
fomecedorsa@safornecedor.com.br

**Observações:**

+ NOVO    SALVAR    ATUALIZAR    CANCELAR

VOLTAR

Figura 33 - Tela de cadastro de fornecedores

Quando selecionada a opção de cadastro – funcionários, será apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 34. Nesta tela o usuário irá manter as informações dos funcionários.

**Código:** F9 - Para Consulta  
1

**Nome:**  
administrador

**Função:**  
administrador

**Senha:** \*\*\*\*\*     Supervisor?

**Menu Disponível a este Usuário:**

- CADASTROS
- ATENDIMENTO

+ NOVO    SALVAR    CANCELAR

VOLTAR    ATUALIZAR

Figura 34 - Tela de cadastro de funcionários

Quando selecionada a opção de cadastro – motor, será apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 35. Nesta tela o usuário irá manter as informações dos motores que poderão ser do tipo monofásico ou trifásico

Figura 35 - Tela de cadastro de motores

Para consultar algum motor elétrico já cadastrado, ao clicar no campo “código” é apresentada a tela de consulta de motores, conforme Figura 36.

Código	Fabricante	Modelo	Potência	Frequência	RPM	Tensão	Pacote	Diâmetro	Ranhuras	Ligações	LZ1
1	1	1	3	60	2200	220/380	240	206	72	Série	
2	1	1	50	32	1200	220	12	12	20	SERIE	
3	1	1	0,75	60	1740	110/220	54	98	36	SERIE	
4	3	1	1	60	1720	110/220	76	100	32	SERIE	
5	3	7	0,25	60	1750	110/220	70	45	24	serie	
6	5	6	2	60	3500	110/220	100	70	24	serie	

Figura 36 - Tela de consulta de motor

Ao selecionar uma das opções Monofásico ou Trifásico o usuário do sistema cadastra informações pertinentes a cada tipo de motor, conforme Figuras 37 e 38.

**Código:** F9 - Para Consulta  
6

**Monofásico**

**Fabricante:** F9 - Para Consulta  
1 WEG

**Modelo:** F9 - Para Consulta  
7 R56H

**Amperes na Tensão:**  
Menor: 9  
Maior: 18

**Potência(CV):** 2  
**Hz:** 60  
**RPM:** 3500  
**Tensão(V):** 110/220

**Pacote(mm):** 240  
**Diâmetro(mm):** 206  
**Ranuras:** 72  
**Profundidade(mm):** 24  
**Comp. Poliester:** 253

**Espiras (Principal):** 30 30 20 15  
**Fio (Principal):** 20  
**Passo Médio:** 8

**Espiras (Auxiliar):** 25 25 20 15  
**Fio (Auxiliar):** 21  
**LZ1:** 462

**Ligação:** Série  
**Observações:**

VOLTAR NOVO SALVAR ATUALIZAR CANCELAR

Cadastro das Peças

Figura 37 - Tela de cadastro de motor monofásico

**Código:** F9 - Para Consulta  
7

**Trifásico**

**Fabricante:** F9 - Para Consulta  
1 WEG

**Modelo:** F9 - Para Consulta  
2 D56

**Amperes na Tensão:**  
Menor: 7,99  
Maior: 13,8

**Potência(CV):** 5  
**Hz:** 60  
**RPM:** 3500  
**Tensão(V):** 220/380

**Pacote(mm):** 100  
**Diâmetro(mm):** 91,6  
**Ranuras:** 24  
**Profundidade(mm):** 12  
**Comp. Poliester:** 109

**Espiras (Principal):** 68  
**Fio (Principal):** 20  
**Passo Médio:** 11

**LZ1:** 526

**Ligação:** Paralelo  
**Observações:**

VOLTAR NOVO SALVAR ATUALIZAR CANCELAR

Cadastro das Peças

Figura 38 - Tela de cadastro de motor trifásico

Na mesma tela de cadastramento de motores, o usuário deverá selecionar o fabricante do motor elétrico, selecionando o campo “código” do fabricante, e o “código” do modelo do

motor de acordo com as Figuras 39 e 40. Também ao clicar na opção com o ícone de “calculadora” o sistema apresenta uma tela com o cálculo do passo e LZ1 médio, de acordo com a Figura 41.



Figura 39 - Tela de cadastro/consulta de fabricante de motores



Figura 40 - Tela de cadastro/consulta de modelo de motor

Passo:	Comp. Espira em mm:	
P1: 6	375	1,1
P2: 8	433	1,1
P3: 10	492	1,1
P4: 12	550	1,1
P5: 0	0	1,1
Passo Médio	LZ1	
9	375	

VOLTAR      CALCULAR

Figura 41 - Tela com o cálculo do passo e LZ1

Na mesma tela de cadastramento de motores ao clicar na opção “cadastro de peças” o sistema apresenta uma tela com a vista explodida do motor, conforme Figura 42 e 43, onde são mostradas as peças que compõem um motor elétrico.

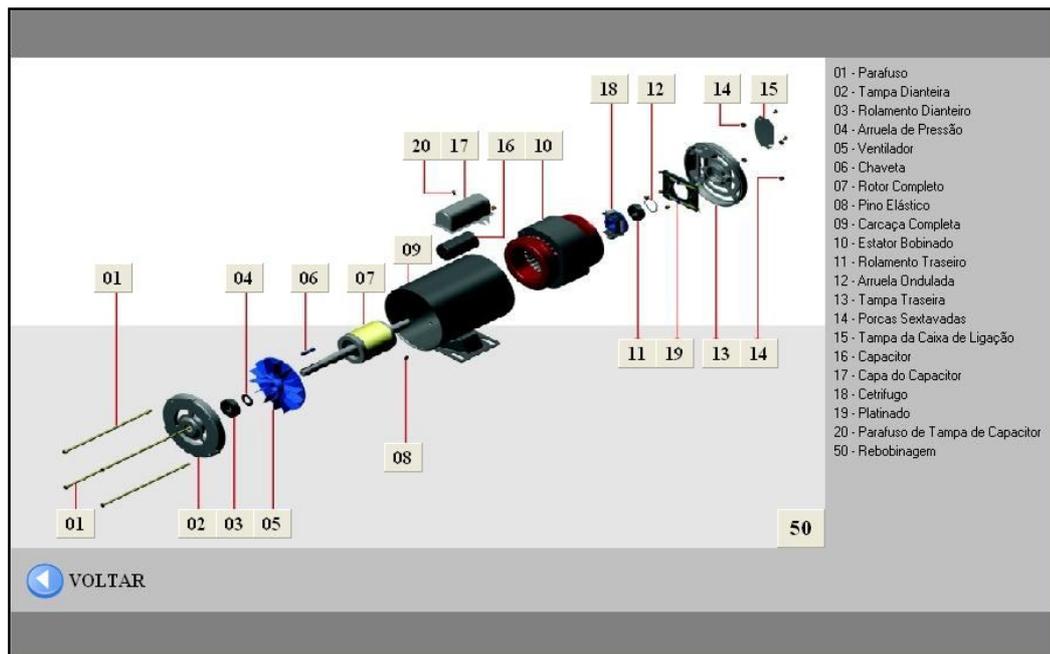


Figura 42 - Tela de cadastro de peças do motor monofásico

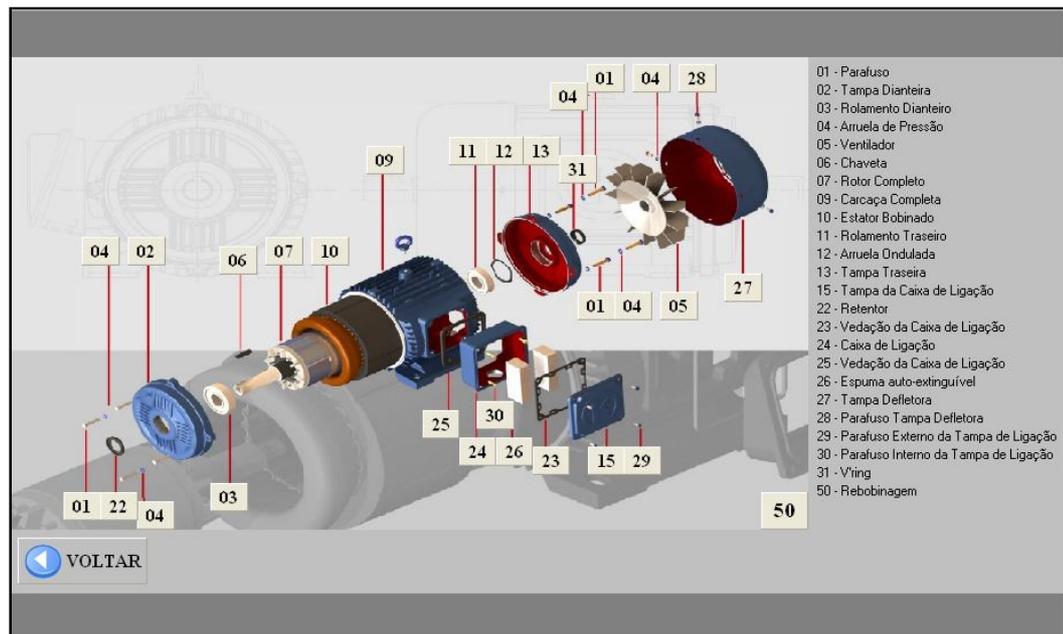


Figura 43 - Tela de cadastro de peças do motor trifásico

Ao selecionar uma das peças, é apresentada uma tela com as peças cadastradas e vinculadas pertencentes aquele tipo de peça, de acordo com a Figura 44.

M	Código Produto	Descrição Produto	Valor de Venda	Tipo de Produto
<input type="checkbox"/>	45	VENTILADOR 42	R\$ 3,00	5
<input type="checkbox"/>	46	VENTILADOR 48	R\$ 3,00	5
<input type="checkbox"/>	47	VENTILADOR 56	R\$ 3,00	5
<input type="checkbox"/>	48	VENTILADOR 63	R\$ 3,00	5
<input type="checkbox"/>	49	VENTILADOR 71	R\$ 3,00	5
<input type="checkbox"/>	50	VENTILADOR 80	R\$ 3,00	5
<input type="checkbox"/>	51	VENTILADOR 90	R\$ 3,00	5
<input type="checkbox"/>	52	VENTILADOR 100	R\$ 4,00	5
<input type="checkbox"/>	53	VENTILADOR 112	R\$ 7,00	5
<input type="checkbox"/>	54	VENTILADOR 132	R\$ 6,00	5
<input type="checkbox"/>	55	VENTILADOR 160	R\$ 16,00	5
<input type="checkbox"/>	56	VENTILADOR 180	R\$ 32,00	5

 **SALVAR e FECHAR**

Figura 44 - Tela de vínculo de peças ao motor

Após ter-se cadastrado todos os dados necessários de produtos, clientes, fornecedores, funcionários e motor, o usuário poderá fazer o atendimento com todas as informações.

Na etapa de atendimento, quando selecionada a opção de atendimento – motor(es) do cliente, é apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 45. Nesta tela o usuário irá vincular um motor já cadastrado a um cliente, gerando a etiqueta de rastreabilidade clicando com o *mouse* no ícone “gerar”, de acordo com a Figura 46.

Bobinar 1.0.0n - Cadastro de Motores de Clientes

Cliente:

Código	Motores Disponíveis	Observação	Rastreabilidade	
11	Q56	teste	000110000136	Gerar

 SALVAR e FECHAR

Figura 45 - Tela de cadastro de motor ao cliente

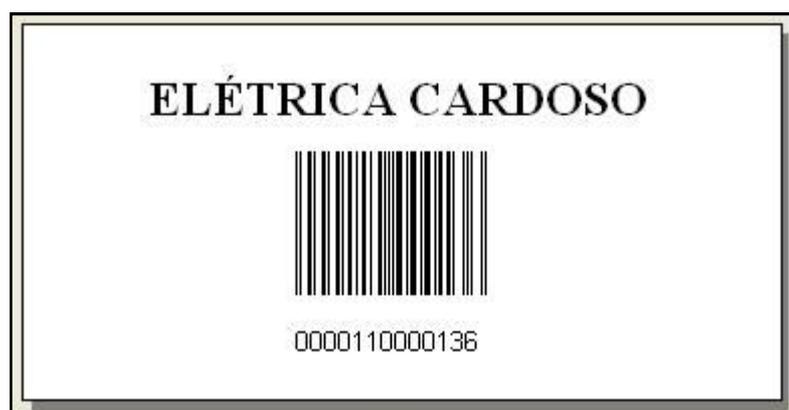


Figura 46 - Etiqueta de rastreabilidade

Quando selecionada a opção de atendimento – orçamento, é apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 47. Nesta tela o usuário irá cadastrar peças e serviços em um motor e um cliente já cadastrado.

Sequencial	Código do Produto	Descrição do Produto	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
87	65	ARRUELA	1	R\$ 0,35	R\$ 0,35
88	156	Rolamento 6209nsk	1	R\$ 52,50	R\$ 52,50
89	136	DEFLET. NOVA MOD. 10	1	R\$ 33,00	R\$ 33,00

Figura 47 - Tela de cadastro de orçamentos

Na mesma tela de orçamentos ao clicar em alguma das opções o Sistema Bobinar apresenta os seguintes comportamentos:

- opção “novo” será gerado um novo orçamento;
- opção “salvar” será salvo na base de dados o orçamento;
- opção “cancelar” será cancelado o orçamento;
- opção “liberar” será liberado o orçamento para conserto;
- opção “estornar” o pedido volta para a opção de edição, ou seja, retorna a ser um orçamento;
- opção “confirmar entrega” será salvo na base de dados a data de entrega do motor;
- opção “imprimir” gera um relatório com o orçamento;
- opção “motor” será apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 48, contendo a vista explodida do motor e suas peças, e o usuário ao selecionar uma das opções de peças, o sistema apresenta uma tela com as peças cadastradas e vinculadas pertencentes aquele tipo de peça, como mostrado na Figura 49, e assim que selecionada o item, o ícone na tela com o motor contendo a peça selecionada irá alterar sua cor, terá a cor vermelha indicando que aquele item foi incluído no orçamento.

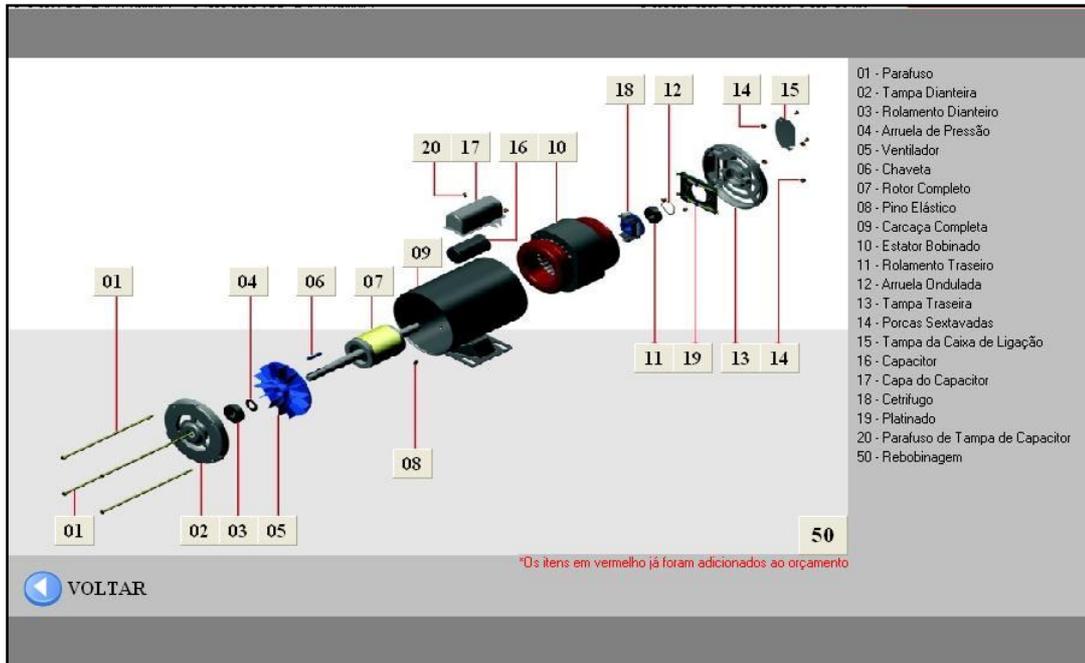


Figura 48 - Tela de cadastro de peças do orçamento

M	Código Produto	Descrição Produto	Valor de Venda	Tipo de Produto
<input checked="" type="checkbox"/>	89	PORCA SEXTAVADA	R\$ 0,34	14

 SALVAR e FECHAR

Figura 49 - Tela de seleção do tipo de produto

Quando selecionada a opção de atendimento – histórico de motores, é apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 50. Nesta tela o usuário irá pesquisar no sistema serviços cadastrados com as informações tais como etiqueta de rastreabilidade ou código do motor do cliente.

**Código de Rastreabilidade**

0000110000136

VOLTAR      Buscar

Figura 50 - Tela de consulta de histórico de motores

Quando selecionada a opção de atendimento – testes de motores, é apresentada ao usuário a tela conforme visualizada na Figura 51. Nesta tela o usuário irá inserir no sistema dados de testes em motores elétricos de clientes já consertados.

**Testes de Motor(es)**

Cliente: Cliente 01

Motor: B56

Data do Teste	Teste 01		Teste 02		Teste 03	
	Aprovado	Valor	Aprovado	Valor	Aprovado	Valor
20/11/2012 16:18:42	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	B010
7/12/2012 17:20:14	<input checked="" type="checkbox"/>	50,46	<input checked="" type="checkbox"/>	0,46	<input checked="" type="checkbox"/>	anti-horario

Testes Atual do Motor

Realizar Novo Teste

Teste 01  
**Teste de Corrente**      Resultado:       Valor Retornado:

Teste 02  
**Teste de Resistência**      Resultado:       Valor Retornado:

Teste 03  
**Sentido de Rotação**      Resultado:       Valor Retornado:

SALVAR e FECHAR

Figura 51 - Tela de cadastro de testes

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho desenvolvido se mostrou como um bom instrumento para as empresas de manutenções de motores elétricos que desejam ter o controle de sobre as serviços prestados a seus clientes, também auxiliando a equipe interna da empresa, pois traz de forma padronizada a coleta e armazenamento de informações úteis para o conserto do motor. Tem-se como exemplo, o cálculo de material isolante, não necessitando mais que se faça algumas medidas do material isolante até “acertar” a medida ideal.

Outro importante aspecto do sistema é o cálculo de matriz de bobinagem (LZ1), pois retira do funcionário - bobinador a responsabilidade de ter que fazer o cálculo manualmente.

O sistema foi apresentado a alguns colaboradores da empresa que serão os principais usuários. Após a sua utilização por um período de dois dias verificou-se que foi possível cadastrar alguns dados de motores e clientes. Após o período de utilização do sistema foi feito dois testes bastante simples de busca de alguns dados de bobinagem, na forma de como era feito (em papel) e testes de cálculo do material isolante no Sistema Bobinar.

Foi apresentado um motor com os dados da plaqueta de identificação, e foi solicitado a um funcionário da empresa que fizesse dois testes. O primeiro teste foi à busca pelos dados de bobinagem do motor. Pelo sistema de busca manual até a localização dos dados o funcionário demorou quatro minutos aproximadamente. Pelo sistema Bobinar até a localização dos dados o funcionário demorou dois minutos e quarenta segundos aproximadamente. O segundo teste foi o do cálculo do tamanho do material isolante que na forma manual teve um tempo de cinco minutos até a medida ideal, sendo feito duas tentativas até a medida ideal, foi desperdiçado material isolante. Na forma do Sistema Bobinar foram quatro minutos, até a medida ideal, sendo feito uma tentativa até a medida ideal, desperdiçando-se também material isolante.

Conclui-se que, no primeiro teste, com a constante utilização do Sistema Bobinar este tempo de busca será reduzido significativamente. No segundo teste serão necessários ajustes no equipamento de dobrar o material isolante para o sistema, com isso não terá mais desperdício de material isolante.

Numa conversa informal com os dois funcionários da empresa, foi comentado a forma de orçamento com a vista explodidas dos motores, onde eles aprovaram a idéia e sugeriram a expansão do sistema para itens cotidianos da empresa como o reparo de moto bombas.

Quanto aos trabalhos correlatos a proposta elaborada por Roeder (2006), que traz uma ferramenta *on-line* de cadastro *web* para auxiliar o processo de manutenção corretiva, também gerando um histórico de manutenção, o bobinar apresenta características parecida tais como a rastreabilidade de manutenção, o cadastro de clientes, o funcionário envolvido no processo.

Sendo de muita importância o trabalho de Garcia (2003), pois o mesmo mostra como é importante manter os dados originais de fábrica para se manter o motor com o máximo de rendimento, onde o trabalho de Garcia (2003) pode auxiliar no sistema bobinar nas partes de cadastros e testes, trazendo para a realidade de uma empresa de manutenção a importância de conservar os dados originais e pesquisar sobre como obter maior rendimento nas instalações de motores elétricos.

Já Lamim Filho (2007) traz em seus estudos uma técnica de manutenção preditiva, onde a técnica desenvolvida por ele poderá ser incluído futuramente no sistema bobinar, necessitando de desenvolvimento de uma rede de conexão com a internet, para o monitoramento *on-line*.

## 4 CONCLUSÕES

Após a conclusão da implementação do sistema e posterior análise dos resultados, ficou evidenciado o cumprimento do objetivo principal deste trabalho, que era o de facilitar a atividade de cadastros, de clientes, motores, e cálculos envolvidos no motor e criação da etiqueta de rastreabilidade.

Os processos de orçamentos, informações de cliente e seus motores, que antes eram criados e armazenados de forma manual, e sem o apoio de algum sistema de informação, agora estão automatizados de forma ágil e segura. Com isso o sistema Bobinar acaba mantendo as características originais e que o cálculo de matriz de bobinagem seja o mais adequado para o bobinamento dos motores, evitando assim, desperdício de matéria prima.

Com o desenvolvimento do trabalho foi possível concluir algumas vantagens:

- a) cadastro de clientes e funcionários padronizados;
- b) cadastro de motores e seus detalhamentos padronizados;
- c) orçamentos de forma simplificada;
- d) cálculo de matriz de bobinagem de acordo com o motor;
- e) cálculo de material isolantes padronizadas;
- f) histórico de manutenção.

Conclui-se com a realização deste trabalho a uma redução no tempo de geração de orçamento e com o cálculo de tamanho de material isolante e cálculo da matriz de bobinagem resultaram em economia de tempo e matéria prima, facilitando o trabalho da equipe interna de uma empresa de manutenção de motores elétricos.

O desenvolvimento deste trabalho trouxe um aumento no conhecimento nas técnicas de modelagem de dados, onde a dificuldade encontrada nas ferramentas de armazenamento de dados, não seguindo um padrão comum de modelagem de dados, permitiu um estudo mais aprofundado no tema. Na parte de busca de informações sobre motores elétricos observou-se um contato maior com os fabricantes de motores elétricos para a busca de informações. Sendo assim o desenvolvimento do sistema trouxe um desenvolvimento pessoal valioso para trabalhos futuros.

#### 4.1 EXTENSÕES

Para dar continuidade ao sistema, pode-se fazer com que a etiqueta de rastreabilidade torne pública, com os dados sendo mostrados na *web*, com isso se o motor for reparado em outra empresa, a mesma poderá obter o histórico de manutenção do motor.

Também poderá ser criado o módulo financeiro, incluindo controle de estoque de mercadorias, e emissão de nota fiscal eletrônica e relatórios gerenciais.

No módulo estoque, o produto fio esmaltado de cobre/alumínio, utilizado na bobinagem de motores, não possui o controle adequado. Para este fio é dada a entrada no estoque em quilogramas, e poderia ser feito um estudo em cada motor para obter a quantidade de material utilizados em cada motor, fazendo o controle de estoque do fio esmaltado.

As empresas de manutenção normalmente não trabalham apenas com motores elétricos, as mesmas podem prestar também a manutenção em moto bombas, ferramentas elétricas e geradores, e necessitam ter estes produtos cadastrados no sistema. Assim como o motor elétrico e suas características, como sugestão futura poderá ser inserido no sistema estes produtos, seguindo a mesma lógica do cadastro do motor elétrico.

Poderá ser feita uma integração com o equipamento de corte de material isolante e a matriz de bobinagem, fazendo com que os equipamentos sejam controlados pelo sistema bobinar. Para isso é necessário a automação dos equipamentos e um módulo de comunicação entre os dois sistemas.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Rubens. **Delphi – Faça uma aplicação Comercial**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.

ARANTES, Diogo. **Simulação e Projeto de motores de indução bifásicos assíncronos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos 2008.

BEZERRA, Eduardo. **Princípio de análise e projeto de sistemas com UML**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

BUNGARELLI, Roberval. **Proteção térmica de motores de Indução Trifásicos Industriais**, São Paulo, 2006. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. São Paulo.

DALFOVO, O.; AMORIM, S. N. **Quem tem Informação é mais competitivo: uso da informação pelos administradores e empreendedores que obtêm vantagem competitiva**. Blumenau: Acadêmica Publicações Ltda, 2000.

DEL TORO, V., **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1994.

ECCHER, Anderson, **Sistema de Processamento de Transações para o Setor Têxtil**, 63 f 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

ELETRICA CARDOSO. Cálculo da Matriz de Bobinagem: depoimento [Nov. 2012]. Entrevistador: Murilo César Cardoso. Gaspar, 2012. Entrevista concedida para o Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Sistemas de Informação da Universidade Regional de Blumenau.

ELETROBRAS. **PROCEL** – Programa de Conservação de energia elétrica. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.eletrobras.com>>. Acesso em: 10 nov. 2012.

GARCIA, Agenor Gomes Pinto, **Impacto da Lei de Eficiência Energética Para Motores Elétricos no Potencial de Conservação de Energia na Indústria**, 127 f. 2003. Tese (Mestrado em Planejamento Energético) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

INDUCOR. **Acadêmicos:** eletrictial testing group. Buenos Aires, 2012. Disponível em: <<http://www.inducor.com.ar/academicos.html#a1>>. Acessado em: 19 nov. 2012.

KOSOW, I. L. **Máquinas Elétricas e Transformadores**. 4. ed. Tradução de Felipe Daiello e Percy Soares. Porto Alegre: Globo, 1982. 2 v.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/motoresTri.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2012.

LAMIM FILHO, Paulo C. M., **Monitoramento Permanente de Motores de Indução Trifásicos**, 140 f., 2007, Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J.P. **Sistemas de informação**. Tradução Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

MARTINEZ, André Marcel Pereira, **Estudo de Métodos de Detecção de Curto-Circuito entre Espiras em Estatores de Motores de Indução Trifásicos de Baixa Tensão**, 70 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MESQUITA, R. Só 20% das microempresas do RJ usam TI, diz Sebrae. **INFO Online**, Rio de Janeiro, 02 ago. 2004. Disponível em:

<<http://info.abril.com.br/aberto/infonews/082004/02082004-1.shl>>. Acesso em: 14 mar. 2011.

RODRIGUES, L. C. **Impactos dos sistemas de informação**. Jornal de Santa Catarina, Blumenau, 30 jun. 1996. Caderno de Economia, p.2.

ROEDER, J. R. **Sistema WEB de Controle e Gerenciamento de Manutenções**, 46 f. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

STAIR, R. M. **Princípios de sistemas de informação**. Tradução Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

TAVARES, L. **Excelência na manutenção**. 149 f 1997. Casa da Qualidade Editora, Salvador.

TEIXEIRA, L. M. **Análise Computacional do Motor de Indução Trifásico:** regime transitório e permanente. 37 f. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

WEG. **Manual de instalações e manutenção de motores elétricos.** Jaraguá do Sul: Eletromotores Weg, 2006, 37p, il.

WEG. **Pesquisas.** Jaraguá do Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.weg.com.br>>. Acesso em: 4 nov. 2000.

## APÊNDICE A – Detalhamento dos casos de uso

Neste Apêndice apresenta-se a descrição dos principais casos de uso. No Quadro 05 tem-se a descrição do caso de uso “Cadastrar Usuário”.

<p><b>UC01 - Caso de uso - Cadastrar Usuário</b>  <b>Ator:</b> Gerente de manutenção;  <b>Objetivo:</b> Cadastrar um novo usuário  <b>Pré-condições:</b> O novo usuário deverá ter todos os documentos exigidos para o cadastro;  <b>Pós-condições:</b> Um novo cadastro será criado;  <b>Cenário Principal:</b>            1. Gerente informa dados do novo usuário;            2. Sistema valida os dados do usuário;            3. Gerente insere o novo usuário;  <b>Cenário Alternativo:</b>            1.1 não preenchimento de algum dados obrigatório;            1.2 alerta com mensagem “dados inválidos” é mostrada;</p>
---

Quadro 5 - Cadastrar Usuário

No Quadro 06 tem-se a descrição do caso de uso “Incluir/Consultar Usuário”.

<p><b>UC01.01 - Caso de uso - Incluir/Consultar Usuário</b>  <b>Ator:</b> Gerente de manutenção;  <b>Objetivo:</b> Incluir um usuário novo ou consulta um usuário já cadastrado;  <b>Pré-condições:</b> Gerente deve estar cadastrado no sistema;  <b>Pós-condições:</b> Usuário esta cadastrado no sistema;  <b>Cenário Principal:</b>            1. O Gerente cadastra dados de um novo usuário;            2. O Gerente inclui um novo usuário;            3. O Usuário valida as informações preenchidas pelo gerente;            4. O Gerente salva suas informações;  <b>Cenário Alternativo:</b>            3.1 O Usuário escolhe uma nova senha;            3.2 O Usuário salva sua nova senha;            4.1 O Usuário altera e valida as informações;            5.1 O Gerente Salva suas informações;</p>
---

Quadro 6 - Incluir/Consultar Usuário

No Quadro 07 tem-se a descrição do caso de uso “Excluir Usuário”.

<p><b>UC01.02 - Caso de uso - Excluir Usuário</b>  <b>Ator:</b> Gerente de manutenção;  <b>Objetivo:</b> Gerente de manutenção exclui um usuário;  <b>Pré-condições:</b> Gerente deve estar cadastrado no sistema;  <b>Pós-condições:</b> Usuário esta excluído</p>
---

**Cenário Principal:**

1. O Gerente localiza os dados do usuário;
2. O Gerente exclui o usuário;
3. O Gerente confirma a exclusão do usuário;

**Cenário Alternativo:**

- 1.1 O Gerente localiza os dados do usuário;
- 2.1. O Gerente verifica que o usuário é um usuário diferente do que ele deseja excluir;
- 2.2. O Gerente cancela a exclusão;
- 2.3 Voltar ao passo 1;

Quadro 7 - Excluir Usuário

No Quadro 08 tem-se a descrição do caso de uso “**Cadastro de Clientes**”.

**UC02 - Caso de uso - Cadastro de Clientes****Ator:** Orçamentista;**Objetivo:** Cadastrar as informações do clientes :Nome De Cliente/ Empresa, Telefone, Endereço, CPF/CNPJ;**Pré-condições:** Deverá selecionar o tipo de cliente. Se pessoa Física ou Jurídica;**Pós-condições:** Novo cliente estar cadastrado no sistema.**Cenário Principal:**

1. O Orçamentista mantém os dados do cliente: Nome, Endereço Completo (logradouro, numero, complemento, bairro, cidade, estado e CEP), telefone, endereço eletrônico, CPF e RG (se pessoa física) ou CNPJ e Inscrição Estadual (se pessoa jurídica);
2. O orçamentista salva as informações;

**Cenário Alternativo:**

- 1.1 O orçamentista insere novas informações do cliente;
- 2.1 O orçamentista valida as alterações;

Quadro 8 - Cadastro de Clientes

No Quadro 09 tem-se a descrição do caso de uso “**Pessoa Física**”.

**UC02.01 - Caso de uso - Pessoa Física****Ator:** Orçamentista;**Objetivo:** Cadastrar cliente do tipo Pessoa Física que contem: Nome, Endereço, Telefone, e-mail, CPF;**Pré-condições:** Orçamentista deve estar cadastrado no sistema;**Pós-condições:** Novo cliente estar cadastrado no sistema.**Cenário Principal:**

1. O Orçamentista cadastra Nome, CPF, Endereço, Fone, e-mail;
2. O Orçamentista valida os dados do Cliente;

**Cenário Alternativo:**

- 1.1 O orçamentista insere novas informações do cliente;
- 2.1 O orçamentista valida as alterações;

Quadro 9 - Pessoa Física

No Quadro 10 tem-se a descrição do caso de uso “**Pessoa Jurídica**”.

**UC02.02 - Caso de uso - Pessoa Jurídica**

**Ator:** Orçamentista;

**Objetivo:** Cadastrar cliente do tipo Pessoa jurídica que contem: Nome Da Empresa, Endereço, Telefones, Responsável, CNPJ;

**Pré-condições:** Orçamentista deve estar cadastrado no sistema;

**Pós-condições:** Novo cliente estar cadastrado no sistema.

**Cenário Principal:**

1. O Orçamentista cadastra Nome da Empresa, CNPJ, Endereço, Fone, e-mail;
2. O Orçamentista valida os dados do cliente;

**Cenário Alternativo:**

- 1.1 O orçamentista insere novas informações do cliente;
- 2.1 O orçamentista valida as alterações;

Quadro 10 - Pessoa Jurídica

No Quadro 11 tem-se a descrição do caso de uso “**Atendimento**”.

**UC03 - Caso de uso - Atendimento**

**Ator:** Orçamentista;

**Objetivo:** permitir inserir informações: tipo de manutenção: Corretiva - Preditiva - Preventiva; cadastro de orçamentos, etiqueta de rastreabilidade

**Pré-condições:** Um cliente deverá estar cadastrado;

**Pós-condições:** Novo atendimento cadastrado no sistema.

**Cenário Principal:**

1. O cliente solicita um atendimento;
2. O Orçamentista escolhe o tipo de serviço: Corretiva - Preditiva – Preventiva;
3. O Orçamentista valida o cliente;
4. O Orçamentista emite Orçamento inicial;
5. O Orçamentista emite um pedido;
6. O Orçamentista emite Comprovante/Protocolo de Entrega;
7. O Orçamentista encaminha o produto para conserto;

**Cenário Alternativo:**

- 4.1.o cliente não autoriza o serviço, o orçamentista não da continuidade ao processo;
- 4.2 O UC é encerrado;

Quadro 11 – Atendimento

No Quadro 12 tem-se a descrição do caso de uso “**Cadastrar Motores**”.

**UC03.01 - Caso de uso - Cadastrar Motores**

**Ator:** Orçamentista;

**Objetivo:** Permitir o cadastro dos motores elétricos e seus detalhes

**Pré-condições:** Orçamentista deve estar cadastrado no sistema;

**Pós-condições:** Novo cadastro de motor esta inserida no sistema.

**Cenário Principal:**

1. O Orçamentista insere as informações do motor no sistema;
2. O Sistema salva as informações;

3. O Orçamentista escolhe os itens a serem incluídos no motor;

**Cenário Alternativo:**

1.1 O Orçamentista não cadastra as peças vinculadas ao motor;

1.2 O Orçamentista opta por salvar as informações do motor;

Quadro 12 – Cadastrar Motores

No Quadro 13 tem-se a descrição do caso de uso “**Orçamento**”.

**UC03.02 - Caso de uso - Orçamento**

**Ator:** Orçamentista;

**Objetivo:** Permitir o cadastro de um novo orçamento inicial

**Pré-condições:** Orçamentista deve estar cadastrado no sistema;

**Pós-condições:** Novo orçamento estar cadastrado no sistema;

**Cenário Principal:**

1. O Orçamentista define o valores do orçamento inicial;

2. O Sistema calcula os valores do orçamento inicial;

3. O Sistema apresenta os valores;

4. O orçamentista apresenta os valores ao cliente;

5. O Cliente valida os valores de orçamento inicial;

**Cenário Alternativo:**

1.1 O Orçamentista após abrir o motor, refaz os valores;

2.1 O Sistema calcula os valores;

3.1 O Sistema apresenta os valores;

4.1 O orçamentista apresenta os novos valores ao cliente;

5.1 O Cliente valida os valores;

Quadro 13 – Orçamento

No Quadro 14 tem-se a descrição do caso de uso “**Criar Etiqueta de Rastreabilidade**”.

**UC03.03 - Caso de uso - Criar Etiqueta de Rastreabilidade**

**Ator:** Orçamentista;

**Objetivo:** Criar Etiqueta de Rastreabilidade para identificar o histórico de manutenção do equipamento;

**Pré-condições:** Um atendimento poderá gerar uma etiqueta;

**Pós-condições:** Novo etiqueta estar cadastrado no sistema;

**Cenário Principal:**

1. O Orçamentista valida o atendimento;

2. O Sistema cria a etiqueta;

3. O Sistema imprime a etiqueta;

**Cenário Alternativo:**

3.1 O Sistema Falha na impressão;

3.2 O Sistema salva os dados da etiqueta para imprimir posteriormente;

Quadro 14 - Criar Etiqueta de Rastreabilidade

No Quadro 15 tem-se a descrição do caso de uso “**Rastrear Etiqueta**”.

<p><b>UC03.04 - Caso de uso - Rastrear Etiqueta</b></p> <p><b>Ator:</b> Bobinador;</p> <p><b>Objetivo:</b> Caso a Elétrica Cardoso já tenha feito a manutenção no motor, haverá a possibilidade de um histórico de manutenções;</p> <p><b>Pré-condições:</b> Etiqueta deverá estar cadastrada;</p> <p><b>Pós-condições:</b> Etiqueta não poderá ser alterada;</p> <p><b>Cenário Principal:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Orçamentista digita os dados da etiqueta;</li> <li>2. O Sistema exibi os serviços já executados no motor;</li> </ol> <p><b>Cenário Alternativo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 O Sistema Informa que a etiqueta é inexistente;</li> <li>2.2 O Sistema aborta o caso de uso;</li> </ol>
---

Quadro 15 - Rastrear Etiqueta

No Quadro 16 tem-se a descrição do caso de uso “**Finalizar Atendimento**”.

<p><b>UC03.05 - Caso de uso - Finalizar Atendimento</b></p> <p><b>Ator:</b> Orçamentista;</p> <p><b>Objetivo:</b> permite ao Orçamentista finalizar o atendimento;</p> <p><b>Pré-condições:</b> Um atendimento deverá estar cadastrada;</p> <p><b>Pós-condições:</b> Um atendimento será finalizado.</p> <p><b>Cenário Principal:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Orçamentista avisa ao cliente que o equipamento esta pronto</li> <li>2. O Orcamentista entrega o motor ao cliente</li> </ol> <p><b>Cenário Alternativo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 O Orçamentista não consegui avisar o cliente</li> <li>1.2 O Orçamentista ira avisar ao cliente assim que conseguir contato com o cliente</li> </ol>
--

Quadro 16 - Finalizar Atendimento

No Quadro 17 tem-se a descrição do caso de uso “**Manter novos Dados de Bobinagem**”.

<p><b>UC04 - Caso de uso - Manter novos Dados de Bobinagem</b></p> <p><b>Ator:</b> Bobinador;</p> <p><b>Objetivo:</b> Não localizando os dados de bobinagem do motor, será incluído os dados de bobinagem no Sistema;</p> <p><b>Pré-condições:</b> Bobinador deve estar cadastrado no sistema;</p> <p><b>Pós-condições:</b> Um dado de bobinagem foi incluído/alterado/excluído do sistema;</p> <p><b>Cenário Principal:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Sistema apresenta a tela com as opções: Atualizar Dados;</li> <li>2. O Bobinador escolhe a opção: Atualizar Dados;</li> </ol> <p><b>Cenário Alternativo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 O Bobinador insere dados da plaqueta do motor e suas medidas internas;</li> <li>2.2 O Sistema apresenta os dados de bobinagem;</li> </ol> <p><b>Cenário Alternativo:</b></p>
---

- 2.1 O Sistema apresenta a opção: Salvar;
- 2.2 O Bobinador insere dados de bobinagem no sistema;

**Cenário Alternativo:**

- 2.1 O Sistema apresenta a tela de Alterar dados;
- 2.2 O Bobinador altera os dados de bobinagem;
- 2.3 O Bobinador salva os dados;

Quadro 17 - Manter novos Dados de Bobinagem

No Quadro 18 tem-se a descrição do caso de uso “**Calcular o tamanho da Matriz de bobinas**”.

**UC04.01 - Caso de uso** - Calcular o tamanho da Matriz de bobinas

**Ator:** Bobinador;

**Objetivo:** Calcular o tamanho que será feita as bobinas de fio que compõem a bobinagem do motor;

**Pré-condições:** pacote Interno > 0, Diâmetro Interno > 0;

**Pós-condições:** Novas medidas de matriz de bobinagem estar cadastrado no sistema;

**Cenário Principal:**

1. O Bobinador fornece os dados do motor;
2. O Sistema calcula a matriz de bobinagem;
3. O Sistema informa as medidas;
4. O Bobinador valida as medidas;
5. O Bobinador salva as medidas;

**Cenário Alternativo:**

- 1.1 O Bobinador informa apenas as medidas internas do motor (pacote e diâmetro internos);
- 2.1 O Sistema calcula a matriz de bobinagem;
- 3.1 O Sistema informa as medidas;
- 4.1 O Bobinador altera as medidas;
- 5.1 O Bobinador Salva as novas medidas;

Quadro 18 - Calcular o tamanho da Matriz de bobinas

No Quadro 19 tem-se a descrição do caso de uso “**Calcular Tamanho do Material Isolante**”.

**UC04.02 - Caso de uso** - Calcular o Tamanho do Material Isolante

**Ator:** Bobinador;

**Objetivo:** Calcular o tamanho do material isolante do motor

**Pré-condições:** Pacote Interno > 0, Diâmetro Interno > 0 ;

**Pós-condições:** Novas medidas de matriz de bobinagem estar cadastrado no sistema;

**Cenário Principal:**

1. O Bobinador fornece os dados do motor;
2. O Sistema calcula tamanho do material isolante;
3. O Sistema informa as medidas;
4. O Bobinador valida as medidas;
5. O Bobinador salva as medidas;

**Cenário Alternativo:**

- 1.1 O Bobinador informa apenas as medidas internas do motor (pacote e diâmetro internos);
- 2.1 O Sistema calcula a matriz de bobinagem;
- 3.1 O Sistema informa as medidas;
- 4.1 O Bobinador altera as medidas;
- 5.1 O Bobinador Salva as novas medidas;

Quadro 19 - Calcular Tamanho do Material Isolante

No Quadro 20 tem-se a descrição do caso de uso “**Pesquisar dados de bobinagem**”.

<p><b>UC05 - Caso de uso - Pesquisar dados de bobinagem</b></p> <p><b>Ator:</b> Bobinador;</p> <p><b>Objetivo:</b> Com os dados cadastrados, o bobinador consulta os dados para efetuar a manutenção de motores;</p> <p><b>Pré-condições:</b> Os dados de bobinagem deverão estar cadastrados no sistema;</p> <p><b>Pós-condições:</b> Novo dados estará cadastrado no sistema;</p> <p><b>Cenário Principal:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Bobinador pesquisa os dados da plaqueta do motor;</li> <li>2. O Sistema filtra os dados com os parâmetros passados pelo bobinador;</li> <li>3. O Sistema apresenta os dados cadastrados no sistema;</li> <li>4. O Bobinador valida os dados;</li> <li>5. O Bobinador finaliza a consulta;</li> </ol> <p><b>Cenário Alternativo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 O Sistema sugere que dados sejam inseridos;</li> <li>2.2 O Bobinador insere os dados de bobinagem;</li> <li>2.3 O Bobinador salva os novos dados;</li> </ol> <p><b>Cenário Alternativo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 O Sistema informa que os dados não estão cadastrados;</li> <li>2.2 Retornar para o passo 1;</li> </ol> <p><b>Cenário Alternativo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 O Bobinador verifica que os dados são diferentes do solicitado;</li> <li>4.2 Retorna ao passo 1;</li> </ol>
---

Quadro 20 - Pesquisar dados de bobinagem

No Quadro 21 tem-se a descrição do caso de uso “**Cadastrar testes**”.

<p><b>UC06 - Caso de uso - Cadastrar testes</b></p> <p><b>Ator:</b> Testador/Montador;</p> <p><b>Objetivo:</b> Cadastrar informações de testes: Corrente a vazio, Teste de isolamento, Sentido de rotação;</p> <p><b>Pré-condições:</b> Um atendimento tem que estar cadastrada no sistema;</p> <p><b>Pós-condições:</b> O equipamento deverá ser encaminhado a entrega, caso os testes for bem sucedido.</p> <p><b>Cenário Principal:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Testador insere o numero do atendimento;</li> <li>2. O Sistema apresenta os dados do atendimento;</li> <li>3. O Testador insere os dados de testes;</li> </ol>
---

4. O Testador Salva os valores de testes;
5. O Testador encaminha o equipamento para a entrega

**Cenário Alternativo:**

- 3.1 O Testador não insere os dados de testes;
- 3.2 O Testador descreve o defeito;
- 3.3 O Testador Não finaliza o atendimento;
- 3.4 O Testador encaminha o equipamento para o conserto

Quadro 21 – Cadastrar testes

## APÊNDICE B – Dicionário de Dados

Este Apêndice apresenta a descrição detalhada das entidades do modelo entidade relacional. Os campos do tipo “int”, “integer” e “bigint” representam valores numéricos. O tipo “date” representa para armazenar datas e o tipo “varchar” representa uma seqüência de letras ou palavras.

O Quadro 22 apresenta o dicionário de dados da Classe “cad\_forn\_codecom”.

CAD_FORN_CODECOM - ARMAZENA DADOS DO FORNECEDOR					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_forn_codecom	Código Único do Fornecedor	int	8	Sim	Sim
razao_forn_codecom	Razão Social do Fornecedor	varchar	50	Não	Não
fantasia_forn_codecom	Nome fantasia do fornecedor	varchar	50	Não	Não
enderco_forn_codecom	Endereço do fornecedor	varchar	60	Não	Não
cidade_forn_codecom	Cidade do fornecedor	varchar	50	Não	Não
uf_forn_codecom	Estado do fornecedor	varchar	2	Não	Não
telefone_forn_codecom	Telefone do fornecedor	varchar	15	Não	Não
celular_forn_codecom	Telefone celular do fornecedor	varchar	15	Não	Não
cnpj_forn_codecom	CNPJ do fornecedor	varchar	18	Não	Não
ie_forn_codecom	Inscrição do fornecedor	varchar	14	Não	Não
obs_forn_codecom	Detalhes do fornecedor	varchar	50	Não	Não
data_fund_forn_codecom	Data da fundação do fornecedor	date		Não	Não
email_forn_codecom	e-mail do fornecedor	varchar	50	Não	Não
bairro_forn_codecom	Bairro do fornecedor	varchar	60	Não	Não

Quadro 22 - Dicionário de dados da classe "Cad\_forn\_Codecom"

O Quadro 23 apresenta o dicionário de dados da Classe “cad\_cliente\_codecom”.

CAD_CLIENTE_CODECOM - ARMAZENA DADOS DOS CLIENTES					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_cliente_codecom	Código Único do Cliente	bigint	20	Sim	Sim
nome_cliente_codecom	Nome do cliente	varchar	50	Não	Não
sobrenome_cliente_codecom	Sobrenome do cliente	varchar	50	Não	Não
cpf_cliente_codecom	CPF do cliente	varchar	30	Não	Não
rg_cliente_codecom	RG do cliente	varchar	20	Não	Não
cep_cliente_codecom	CPE da cidade do cliente	varchar	10	Não	Não
endereco_cliente_codecom	Endereço do Cliente (rua, avenida)	varchar	60	Não	Não
bairro_cliente_codecom	Bairro do cliente	varchar	30	Não	Não
cidade_cliente_codecom	Cidade do cliente	varchar	100	Não	Não
telefone_cliente_codecom	Telefone do cliente	varchar	20	Não	Não

celular_cliente_codecom	Telefone celular do cliente	varchar	20	Não	Não
observacoes_cliente_codecom	Detalhes do cliente	varchar	100	Não	Não
estado_cliente_codecom	Estado do cliente	varchar	45	Não	Não
data_nasc_cliente_codecom	Data de nascimento do cliente	Date		Não	Não
data_cad_cliente_codecom	Data de cadastro do cliente	Date		Não	Não
nome_pai_cliente_codecom	Nome do Pai do cliente	varchar	60	Não	Não
nome_mae_cliente_codecom	Nome da mãe do cliente	varchar	60	Não	Não
email_cliente_codecom	e-mail do cliente	varchar	100	Não	Não
flg_tipo_pessoa_cliente_codecom	Escolha o Tipo do Cliente: Pessoa Física ou Jurídica	varchar	1	Não	Sim
limite_cliente_codecom	Limite de Créditos Financeiros do Cliente	double	10,2	Não	Não

Quadro 23 - Dicionário de dados da classe "cad\_cliente\_codecom"

O Quadro 24 apresenta o dicionário de dados da Classe "cad\_func\_codecom".

CAD_FUNC_CODECOM - ARMAZENA DADOS DOS FUNCIONARIOS					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_func_codecom	Código Único do Funcionário	Bigint	20	Sim	Sim
nome_func_codecom	Nome do funcionário	Varchar	50	Não	Sim
funcao_func_codecom	Função do funcionário	Varchar	50	Não	Não
senha_func_codecom	Senha única do funcionário	Varchar	8	Não	Sim
nivel_func_codecom	Nível do Funcionário: Supervisor / Comum	Int	3	Não	Não
senha_superv_codecom	Senha necessário para cadastro do Funcionário	Varchar	4	Não	Não
perm_cadastro_codecom	Permissão para Cadastro	varchar	1	Não	Não
perm_estoque_codecom	Permissão para alteração de estoque	varchar	1	Não	Não
perm_financeiro_codecom	Permissão para alteração no financeiro	varchar	1	Não	Não
perm_relatorios_codecom	Permissão para geração de relatórios	varchar	1	Não	Não
perm_diversos_codecom	Permissão para outros módulos do sistema	varchar	1	Não	Não

Quadro 24 - Dicionário de dados da classe "cad\_func\_codecom".

O Quadro 25 apresenta o dicionário de dados da Classe "cad\_motor\_cliente\_codecom".

CAD_MOTOR_CLIENTE_CODECOM - ARMAZENA DADOS DO MOTOR DO CLIENTE					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_motor_cliente_codecom	Código Único do Motor do Cliente	int	11	Sim	Sim
cod_motor_codecom	Código Único do Motor no Sistema Bobinar	int	11	Não	Sim

cod_cliente_codecom	Código do Cliente	int	11	Não	Sim
obs_motor_cliente_codecom	Detalhes do motor do Cliente	varchar	500	Não	Não
barcode_motor_cliente_codecom	Etiqueta de Rastreabilidade	varchar	13	Não	Não

Quadro 25 - Dicionário de dados da classe "cad\_motor\_cliente\_codecom"

O Quadro 26 apresenta o dicionário de dados da Classe "cad\_motor\_codecom"

CAD_MOTOR_CODECOM – ARMAZENA DADOS DO MOTOR					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_motor_codecom	Código Único do Motor em geral	int	10	Sim	Sim
fabricante_motor_codecom	Fabricante do motor	int	11	Não	Sim
modelo_motor_codecom	Modelo do motor	int	11	Não	Sim
potencia_motor_codecom	Potencia (CV/W) do motor	double	10,2	Não	Sim
frequencia_motor_codecom	Frequência (Hz)	int	11	Não	Sim
rpm_motor_codecom	Rotação Por Minuto	double	10,4	Não	Sim
tensao_motor_codecom	Tensão (Volts)	varchar	20	Não	Sim
pacote_motor_codecom	Comprimento do pacote	double	10,4	Não	Sim
diametro_motor_codecom	Diâmetro interno	double	10,4	Não	Sim
ranhuras_motor_codecom	Numero de Ranhuras	int	11	Não	Sim
profundidade_ranhura_motor_codecom	Profundidade das ranhuras	double	10,4	Não	Sim
espiras_principal_motor_codecom	Numero de Espiras	varchar	250	Não	Sim
fio_principal_motor_codecom	Bitola do(s) Fio(s)	varchar	250	Não	Sim
espiras_auxiliar_motor_codecom	Numero de Espiras (Monofásico)	varchar	250	Não	Sim
fio_auxiliar_motor_codecom	Bitola do(s) Fio(s) Monofásicos	varchar	250	Não	Sim
ligacao_motor_codecom	Tipo de Ligação do motor	varchar	10	Não	Sim
observacao_motor_codecom	Detalhes internos do motor	blob			
passo_medio_motor_codecom	Passo Médio de Bobinagem	int	11	Não	Não
lz1_medio_motor_codecom	Comprimento Médio de uma espira	double	10,4	Não	Não
diametro_chapa_interno_estator_motor_codecom	Diâmetro interno da chapa do estator	int	10	Não	Não
isolante_motor_codecom	Classe do material isolante	int	10	Não	Não
tipo_motor_codecom	Tipo do Motor: Monofásico / Trifásico	varchar	1	Não	Não
ampere_Tmaior_motor_codecom	Corrente (I) da tensão maior do Motor	double	10,2	Não	Não
ampere_Tmenor_motor_codecom	Corrente (I) da tensão menor do Motor	double	10,2	Não	Não

Quadro 26 - Dicionário de dados da classe "cad\_motor\_codecom"

O Quadro 27 apresenta o dicionário de dados da Classe "cad\_peça\_motor\_codecom"

CAD_PEÇA_MOTOR_CODECOM - ARMAZENA DADOS DAS PEÇAS DO MOTOR					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_peça_motor_codecom	Código Único da Peça de Motor	int	11	Sim	Sim

cod_motor_codecom	Código da peça utilizado no motor	int	11	Não	Sim
cod_produto_codecom	Código geral do produto	int	11	Não	Sim
cod_tipo_produto_codecom	Código que identifica o produto no motor	int	11	Não	Sim

Quadro 27 - Dicionário de dados da classe "cad\_peça\_motor\_codecom"

O Quadro 28 apresenta o dicionário de dados da Classe “fabricante\_\_motor\_codecom”

FABRICANTE_MOTOR_CODECOM - ARMAZENA DADOS DO FABRICANTE					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_fabricante_motor_codecom	Código Único do Fabricante de motor	int	11	Sim	Sim
nome_fabricante_motor_codecom	Nome do Fabricante do motor	varchar	250	Não	Não

Quadro 28 - Dicionário de dados da classe "fabricane\_motor\_codecom"

O Quadro 29 apresenta o dicionário de dados da Classe “final\_pedido\_cliente\_codecom”

FINALZ_PEDIDO_CLIENTE_CODECOM - ARMAZENA DADOS FINALIZADOR DO PEDIDO					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_finalz_pedido_cliente_codecom	Código Único do Finalizador de Pedido do Cliente	bigint	20	Sim	Sim
total_finalz_pedido_cliente_codecom	Total do pedido após finalizado	double	10,2	Não	Sim
cod_pedido_cliente_codecom	Codigo do pedio após finalizado	bigint	20	Não	Sim
data_finalz_codecom	Data do pedido após finalizado	date		Não	Sim
status_finalz_codecom	Status do pedido	varchar	1	Não	Sim

Quadro 29 - Dicionário de dados da classe "finalz\_pedido\_cliente\_codecom"

O Quadro 30 apresenta o dicionário de dados da Classe “historico\_motor\_cliente\_codecom”

HISTORICO_MOTOR_CLIENTE_CODECOM - ARMAZENA DADOS DO HISTORICO DO MOTOR DO CLIENTE					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_historico_motor_cliente_codecom	Código Único do Histórico de Serviços do Motor do Cliente	int	11	Sim	Sim
cod_motor_cliente_codecom	Código do motor do cliente	int	11	Não	Sim
data_historico_motor_cliente_codecom	Datas de serviços nos motores	datetime		Não	Sim
historico_motor_cliente_codecom	Detalhes dos Serviços	varchar	500	Não	Não
cod_pedido_cliente_codecom	Código do pedido para armazenar no histórico	int	11	Não	Não

Quadro 30 - Dicionário de dados da classe "historico\_motor\_cliente\_codecom"

O Quadro 31 apresenta o dicionário de dados da Classe “modelo\_motor\_codecom”

MODELO_MOTOR_CODECOM - ARMAZENA DADOS DO MODELO DO MOTOR					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_modelo_motor_codecom	Código Único do Modelo de Motor	int	11	Sim	Sim
nome_modelo_motor_codecom	Nome do Modelo do Motor	varchar	250	Não	Sim
cod_fabricante_motor_codecom	Código do Fabricante do Motor	int	11	Não	Sim

Quadro 31 - Dicionário de dados da classe "modelo\_motor\_codecom"

O Quadro 32 apresenta o dicionário de dados da Classe “tipo\_produto\_codecom”

TIPO_PRODUTO_CODECOM - ARMAZENA DADOS DO TIPO DO PRODUTO					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_tipo_produto_codecom	Código Único do Produto	int	4	Sim	Sim
nome_tipo_produto_codecom	Nome do tipo do produto	varchar	30	Não	Não

Quadro 32 - Dicionário de dados da classe "tipo\_produto\_codecom"

O Quadro 33 apresenta o dicionário de dados da Classe “cad\_pedido\_cliente\_codecom”

CAD_PEDIDO_CLIENTE_CODECOM - ARMAZENA DADOS DO PEDIDO DO CLIENTE					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_pedido_cliente_codecom	Código do pedido do cliente	bigint	20	Sim	Sim
cod_cliente_pedido_codecom	código do cliente	bigint	20	Não	Não
obs_pedido_cliente_codecom	Observações do pedido	varchar	200	Não	Não
total_pedido_cliente_codecom	total do pedido	double	10,2	Não	Não
func_pedido_cliente_codecom	Funcionário responsável pelo pedido	varchar	200	Não	Não
data_pedido_cliente_codecom	Data do pedido do cliente	date			Não
status_pedido_cliente_codecom	Status do Pedido: 'Pendente' / 'Aberto'	varchar	1	Não	Sim
entrega_pedido_cliente_codecom	confirmação de entrega do motor	varchar	1	Não	Sim
cod_motor_cliente_codecom	Código do motor do cliente	integer	10	Não	Sim
cod_func_codecom	Código do funcionario	bigint	20	Não	Não

Quadro 33 - Dicionário de dados da classe "cad\_pedido\_cliente\_codecom"

O Quadro 34 apresenta o dicionário de dados da Classe “cad\_produto\_codecom”

CAD_PRODUTO_CODECOM - ARMAZENA DADOS DO PRODUTO					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
cod_produto_codecom	Código do pedido	bigint	20	Sim	Sim
nome_produto_codecom	Nome do pedido	varchar	60	Não	Não

cod_forn_produto_codecom	Código do fornecedor	integer	10	Não	Não
custo_produto_codecom	Preço de custo do produto	double	10,2	Não	Não
venda_varejo_codecom	Preço de venda do produto	double	10,3	Não	Não
codebar_produto_codecom	Código de barras	bigint	20	Não	Não
descricao_fator_produto_codecom	Descrição do produto	varchar	3	Não	Não
Status_produto_codecom	Ativo / não ativo	varchar	1	Não	Não
cod_tipo_produto_codecom	Código do tipo de produto	integer	10	Não	Sim

Quadro 34 - Dicionário de dados da classe "cad\_produto\_codecom"

O Quadro 35 apresenta o dicionário de dados da Classe "tb\_sis\_municipio".

tb_sis_municipio - ARMAZENA DADOS DO MUNICIPIO					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
smu_codmun	Código do município	integer		Sim	Sim
smu_nommun	Nome do município	varchar	60	Não	Não
smu_coduf	Códigos do estado	integer		Não	Não
smu_cepini	CEP do município	varchar	8	Não	Não
smu_cepfin	CEP do município final	varchar	8	Não	Não

Quadro 35 - Dicionário de dados da classe "tb\_sis\_municipio"

O Quadro 36 apresenta o dicionário de dados da Classe "tb\_sis\_uf"

tb_sis_uf - ARMAZENA DADOS DO ESTADO					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
suf_coduf	Código do estado	integer		Sim	Sim
suf_siguf	Símbolo do estado	char	2	Não	Não
suf_nomuf	Nome do estado	varchar	50	Não	Não

Quadro 36 - Dicionário de dados da classe "tb\_sis\_uf"

O Quadro 37 apresenta o dicionário de dados da Classe "nível\_func\_codecom"

nível_func_codecom - ARMAZENA DADOS DO NIVEL DO FUNCIONARIO					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO
Cod_nivel_func_codecom	Código do nível do funcionário	bigint	20	Sim	Sim
Nome_nivel_func_codecom	Nome do nível do código do funcionário	varchar	50	Não	Não

Quadro 37 - Dicionário de dados da classe "nível\_func\_codecom"

O Quadro 38 apresenta o dicionário de dados da Classe "nível\_telas\_codecom"

nível_tela_codecom - ARMAZENA DADOS DO NIVEL DE TELA DO FUNCIONARIO					
CAMPO	DESCRIÇÃO	TIPO	TAMANHO	CHAVE PRIMARIA	OBRIGATORIO

Cod_nivel_telas_codecom	Código do nível de telas funcionário	bigint	20	Sim	Sim
cod_func_nivel_telas_codecom	Código do funcionário para o nível de telas	Bigint	50	Não	Não
Cod_telas_nivel_func_codecom	Código das telas do nível do funcionário	bigint	50	não	Não
Status_tela_nivel_codecom	Status da tela nível funcionário	integer		não	não

Quadro 38 - Dicionário de dados da classe “nível\_telas\_codecom”

## ANEXO A: Fichário contendo os dados de bobinagem

Na Figura 52 tem-se o modelo do fichário de dados de bobinagem.

POTÊNCIA	A	POLOS	MARCA	ESPIRAS PRINCIPAL	ESPIRAS AUXILIAR
1/2 bomba	8,6/4,3	2	weg	45-38-38-27 F2x20	16-31-14 F19
1/2 bomba	8,8/4,4	2	kohlbach D56	46-46-42-22 F19	32-27-20 F20
1/2 bomba	9,2/4,6	2	kohlbach 48 ME:4011	60-54-54-45 F21	45-45 F24
1/2 bomba	9,4/4,7	2	kohlbach	44-40-36-25 F18	29-18-8 F19
1/2 costura	5,6/2,8	2	NISSIN 400 W cap 20uF	64-62-50-30 F20	74-65-47 F23
1/2 costura	5,8/2,9	2	CLUTCH	62-55-44-36 F21	60-52-44-36 F22
1/2 costura	7,4/3,7	2	TGM mod sl32f	52-45-40-22-11 F20	36-32-28-24 F23
1/2 costura	7,6/3,8	2	brasil	45-42-36-34 F19	34-34-19-17 F20
1/2 costura	7,6/3,8	2	weg	47-45-40-28 F19	32-26-24-22 F21
1/2 costura	7/3,5	2	weg MFC 48	48-46-33-30 F2x 22	66-48-48-48 F26
1/2 costura	8,2/4,1	2	eberle mod fbe106	42-40-25-24 F20	36-30-25-21 F21
1/2 costura	8,2/4,1	2	kohlbach	50-47-43-20 F19	30-27-23 F21
1/2 costura	8,6/4,3	2	kohlbach 48	54-48-48-34 F19	44-44-16 F21
1/2 costura	7,6/3,8			46-42-40-30 F19	30-30-25-19 F21
1/2 costura	8,8/4,4			46-41-31-27 F19	30-28-22-16 F20
1/2 hidromass.	8,6/4,3	2	eberle	100-90-70-60 F2x22	40-40-40-40 F25
1/2 lava roupa	4,0	4	TGM	52-42-28 F20	30-26-16 F23
1/2 liquidificador	8,4/4,2	2	kohlbach 42 ME:5122 C40D67	36-30-37-16 F23	42-52-45-28-21 F22
1/2 piscina	10/5	2	kohlbach 56	49-49-35-35 F19	29-30-16-16 F21
1/2 Roçadeira	7,6/3,8	2	weg	54-45-40-35 F19	35-32-27-18 F22
1/2 Roçadeira	8,6/4,3	2	kohlbach	48-46-32-25 F18-2x21	32-30-17 F19
0,5 costura	2,6/1,5	2	Brasil	48-48-40-36 F19	45-40 F21
3/4	13/7	4	kohlbach KM46	36-28-11 F2x19	27-16-9 F18
3/4	12,6/6,3		kohlbach 56	44-30-16 F2x 21	30-20-12 F17
3/4	13,2/6,6		kohlbach P56	42-30-17 F21-20	28-20-13 F18
3/4	8,6/4,3		weg B56J	40-38-28-21 F2x 22	46-4025-24 F21
3/4 bomba	10/5	2	weg C56	110-87-68-68 F2x 21	32-28-20-13 F22
3/4 bomba	12/6	2	weg	38-34-32-26 F18	38-36-32 F21
3/4 bomba	14/7	2	kohlbach 48 (famac F3)	54-54-42-42 F19	32-32-25-25 F23
3/4 costura	11/5,5	2	weg	40-37-30-22 F2x 21	40-35-25-20 F22
3/4 costura	12,6/6,3	2	kohlbach F56	40-40-32-20 F2x 20	34-27-20 F19
3/4 portão Eletr.	3/2		PPA cap 25uF	58-58-32 F21	30-60-31 F21
3/4 Roçadeira	12,6/6,3	2	kohlbach	46-45-38-25 F2x20 al	28-27-17 F19al

Figura 52 - Fichário de dados de bobinagem