

Projeto de Graduação



21 de dezembro de 2017

PERDA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA CAUSADA POR MOTORES ELÉTRICOS RECONDICIONADOS NO BRASIL

Rafael Saadi Dantas Teixeira



www.ele.puc-rio.br

Projeto de Graduação



PERDA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA CAUSADA POR MOTORES ELÉTRICOS RECONDICIONADOS NO BRASIL

Aluno: Rafael Saadi Dantas Teixeira

Orientador: Rodrigo Flora Calili

Trabalho apresentado com requisito parcial à conclusão do curso de Engenharia Elétrica na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.



Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pois sem Ele, nada seria possível. Agradeço, principalmente por ter me dado a família que tenho e por todo apoio que recebo dela. Em especial gostaria de agradecer a minha mãe Maristela, meu pai José Eduardo, meu irmão Rodrigo, meu avô Antônio e minha avó Leila por toda compreensão e apoio em cada etapa desta difícil caminhada até aqui. Agradeço também ao meu professor orientador Rodrigo Calili por todos os ensinamentos ministrados e também pela oportunidade de me deixar fazer parte deste importante trabalho. Agradeço também ao Rodrigo Santos pela ajuda em todo o trabalho, ao MME e ao Procobre por possibilitarem a realização deste estudo. Por fim, não poderia deixar de agradecer a todos os amigos que me ajudaram por todos estes anos de graduação, seja de forma direta ou indireta. Em especial deixo meu agradecimento para Amanda Teixeira, André Haeitmann, Vinicius Lima, Daniela Ferreira, Thayse Estolano, Romário Firmino, Mariana Gigante, Alessandra Ribeiro, Clara Medeiros, Luiz Fernando e todos aqueles que estão sempre presentes em minha vida.

A fabricação de motores elétricos demanda grandes exigências por parte do controle de qualidade para assegurar confiabilidade, segurança e vida útil prolongada. Motores elétricos de qualidade possuem bons rendimentos elétricos, garantindo uma grande eficiência energética. Embora existam regulamentações que permitem apenas a comercialização de motores de categoria premium, há no Mercado grande variedade de motores de baixa qualidade disponíveis à venda. Grande parte deste mercado provém de motores reconicionados de forma precária e sem qualquer preocupação com a qualidade final do produto. Um estudo realizado pela PUC-Rio em 2012 identificou o impacto na perda de eficiência energética que estes motores reconicionados causam. Este trabalho busca ampliar a pesquisa realizada anteriormente, propondo uma nova metodologia de identificação de empresas que realizam serviços de reconicionamento de motores sob demanda dos clientes ou aquelas que disponibilizam motores reconicionados como se fossem novos para venda. A nova metodologia proposta se baseia na Relação Anual de Informações Sociais, que possui um grande banco de dados com informações de todos os trabalhadores declarados pelas empresas no Brasil. A partir desses dados é possível mensurar a quantidade de empresas que atuam no ramo de reconicionamento de motores no Brasil, bem como identificar o perfil dos profissionais que trabalham nelas. Também foi realizada uma pesquisa qualitativa a fim de gerar subsídios para uma pesquisa quantitativa a ser realizada no futuro. Estas pesquisas visam complementar e validar os dados obtidos na RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) do Ministério do Trabalho e Emprego. Este trabalho alcançou seus objetivos, visto que a nova metodologia proposta apresentou resultados consistentes e foi possível ampliar os resultados obtidos pela PUC-Rio em sua pesquisa anterior.

Palavras-chave: motores reconicionados; eficiência energética; qualidade de motores elétricos

Loss of Energy Efficiency Caused By Electric Motors Refurbished In Brazil

Abstract

An electric motor manufacturing demands great demands on the part of the quality control for reliability, safety and prolonged life. Quality electric motors and good electrical performance ensure high energy efficiency. Although there are regulations allowing only a marketing of premium category electric motors, there is wide range of low quality motors available for sale. Much of this market comes from refurbished electric motors in a precarious way and without any concern for a final quality of the product. A study conducted by PUC- Rio in 2012 identified the impact on the loss of energy efficiency that these refurbished motors cause. This work seeks to expand the research carried out, proposing a new methodology to identify companies that perform motor recovery services on demand from customers or those that offer refurbished engines as if they were new for sale. The new methodology proposed is based on the Annual Report of Social Information, which has a large database for information on all workers declared by companies in Brazil. From data it is possible to measure a number of companies that work in the field of reconditioning electric motors in Brazil, as well as to identify the profile of the professionals who work in them. A qualitative research was also carried out in order to generate subsidies for a quantitative research for future works. These studies aim to complement and validate the data obtained in RAIS (Annual Report of Social Information) come from Brazilian Ministry of Labor. This work has reached all the objectives, since the new methodology proposed presents consistent results, and it was possible to expand the results obtained by PUC-Rio in its previous research.

Keywords: Refurbished electric motors; Energy efficiency; Quality of electric motors

LISTA DE TABELAS	1
LISTA DE FIGURAS	2
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2 PROBLEMAS DE PESQUISA	1
1.3 OBJETIVOS	1
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	2
2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1 MOTORES ELÉTRICOS	3
2.1.1 Motor elétrico de indução	4
2.1.2 Motor elétrico síncrono	6
2.2 PERDAS NO MOTOR ELÉTRICO.....	8
2.2.1 Técnicas construtivas para minimizar perdas.....	9
2.3 MATERIAIS UTILIZADOS EM MOTORES ELÉTRICOS.....	10
2.3.1 Materiais magnéticos	11
2.3.2 Materiais elétricos	11
2.3.3 Materiais isolantes	12
3 PESQUISA AO BANCO DE DADOS DA RAIS E RESULTADOS.....	15
3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA	15
3.2 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA.....	15
3.3 DEFINIÇÃO DA PESQUISA	17
3.4 RESULTADOS DA PESQUISA.....	19
3.4.1 Resultados absolutos	19
3.4.2 Resultados RAIS estabelecimento	20
3.4.3 Resultados RAIS vínculos.....	23
3.4.4 Banco de dados do IBGE	27
4 PESQUISA QUALITATIVA E RESULTADOS.....	32
4.1 CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS EMPRESAS	32
4.2 RESULTADOS DA PESQUISA QUALITATIVA.....	32
4.2.1 Situação do mercado	33
4.2.2 Resultado das entrevistas	33
4.3 CONSIDERAÇÕES DA PESQUISA QUALITATIVA.....	35
5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	37
5.1 DADOS NECESSÁRIOS	37
5.2 PERDA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	37
6 CONCLUSÃO	40
ANEXO I – ROTEIRO PARA AS ENTREVISTAS	42

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Composição da temperatura máxima de operação do motor das clases de isolamento	13
Tabela 2 - Códigos CNAE selecionados	16
Tabela 3 - Cenários de pesquisa	17
Tabela 4 - Resultados absolutos totais no Brasil por grupo de códigos CNAE	19
Tabela 5 - Resultados após aplicação aos índices de atividades	20
Tabela 6 - Resultados de número de empresas por cenário	20
Tabela 7 - Quantidade percentual de empresas do UF	21
Tabela 8 - Quantidade de empresas para cada grupo de funcionários	23
Tabela 9 - Sexo dos trabalhadores	24
Tabela 10 - Quantidade de funcionários por faixa de idade em anos	25
Tabela 11 - Quantidade de funcionários por faixa salarial	25
Tabela 12 - Escolaridade dos funcionários	26
Tabela 16 - Divisão do CNAE em Classe e Subclasse	28
Tabela 17 - Comparação de quantidade de empresas entre IBGE e RAIS	29
Tabela 18 - Comparação de quantidade de funcionários entre IBGE e RAIS	30
Tabela 19 - Comparação de salário mensal dos funcionários entre IBGE e RAIS (CNAE Classe)	31
Tabela 20 - Comparação de salário mensais dos funcionários entre IBGE e RAIS (CNAE Subclasse com 93% da população)	31
Tabela 21 - Consumo de energia elétrica no Brasil em MWh	37

Lista de Figuras

Figura 1 - Tipos de motores elétricos	3
Figura 2 - Esquemático estator de motor elétrico de indução	4
Figura 3 - Esquemático rotor	5
Figura 4 - Carcaça de um motor de indução.....	6
Figura 5 - Estator bobinado de um motor de indução	7
Figura 6 - À esquerda: excitatriz com escovas/À direita: excitatriz sem escovas.....	7
Figura 7 - À esquerda: rotor de pólos salientes/ À direita: Rotor de pólos lisos.....	8
Figura 8 - Proporção de perdas por localização no motor elétrico.....	8
Figura 9 - Curva de histerese.....	9
Figura 10 - Efeito do tratamento térmico nas perdas no ferro	10
Figura 11 - Disposição das bobinas dentro da ranhura do estator	11
Figura 12 - Divisão do código CNAE	15
Figura 13 - Exemplo com 3 atividades dentro do CNAE 33.13-9/01.....	16
Figura 14 - Exemplo de pesquisa utilizando o programa do MTE.....	18
Figura 15 - Exemplo de resultado gerado pelo programa do TEM.....	18
Figura 16 - Página inicial de consulta ao banco de dados da RAIS.....	19
Figura 17- Distribuição de empresas por unidade federativa	22
Figura 18 - Distribuição de empresas por região do Brasil.....	22
Figura 19 - Quantidade de empresas para cada grupo de funcionários	23
Figura 20- Sexo dos trabalhadores (proporção).....	24
Figura 21 - Proporção da quantidade de funcionários por faixa de idade em anos	25
Figura 22 - Quantidade de funcionários por faixa salarial (proporção)	26
Figura 23 - Escolaridade dos funcionários (proporção)	27
Figura 24 - Mercado estimado de motores elétricos no Brasil	38

1 Introdução

1.1 Contextualização

Os motores elétricos no Brasil são responsáveis por cerca de 25% de toda a energia elétrica consumida no país e, em sua grande parte, estão presentes na indústria. Estes equipamentos são fabricados para uso em ventiladores, bombas hidráulicas, compressores de ar, elevadores etc., podendo ser comercializados se atenderem os índices de eficiência mínimos definidos pela Portaria INMETRO/MDIC, N488 de 08/12/2010, garantindo o seu perfeito funcionamento e o gasto energético adequado. O que acontece, no entanto, é que alguns estabelecimentos estão comercializando produtos usados reconicionados, que não atendem de forma alguma à regulamentação da Portaria N488, além de reformarem motores sem condições de uso, adquiridos muitas vezes como sucata, os quais nunca deveriam voltar ao mercado por não atenderem aos níveis de eficiência mínimos da Portaria INMETRO. Além disso, estas mesmas empresas fazem serviços de reconicionamento que não seguem aos requisitos e recomendações estabelecidos pelos grandes fabricantes de motores, não atendendo, assim, aos níveis de eficiência energética mínimos determinados pela Portaria do INMETRO. À primeira vista, com um preço mais barato, o consumidor parece estar fazendo um bom negócio ao adquirir motores reconicionados ou mandar estas empresas fazer o serviço de reparado, mas, na verdade, grande parte destes motores, já obsoletos devido a sua idade, possuem eficiência comprometida, uma vida útil curtíssima e o mais grave: um gasto energético excessivo muito acima ao consumo energético dos motores regulamentados pela Portaria INMETRO/MDIC N488 de 08/12/2010 (PUC-RIO, 2013).

Uma pesquisa preliminar realizada em 2012 pela PUC-Rio mostrou que há uma queda acentuada do mercado de motores novos (fabricados no Brasil ou importados) em detrimento aos motores reconicionados, acarretando uma perda de eficiência de cerca de 7 TWh para o país com este mercado de motores reconicionados. Assim, para se obter um entendimento aprofundado destes dois mercados (motores que retornam ao mercado e o mercado de serviços de reparo de motores), deve-se fazer uma pesquisa junto aos consumidores de motores reconicionados para entender o grau de conhecimento destes em relação aos riscos que correm ao adquirirem estes equipamentos e se eles têm noção da perda de eficiência energética destes, quando comparados com motores novos da categoria *premium*. Além disso, é necessário entender e ampliar a amostra do trabalho realizado pela PUC-Rio em 2012, incluindo novas regiões, com o objetivo de reduzir os erros das projeções com o modelo desenvolvido por esta Instituição com vistas a estimar mercado de motores reconicionados, sendo que nesta rodada da pesquisa, deve-se também entender quem são as empresas que prestam os serviços de reconicionamento de motores e o porte destes motores.

Para entender como e o porquê da ocorrência do aumento do mercado de motores reconicionados, seria necessário realizar pesquisas em profundidade (pesquisa qualitativa) com os usuários de motores, bem como com os donos de empresas que prestam serviço de reconicionamento de motores, além de se realizar uma ampliação do escopo da pesquisa de campo (quantitativa) feita pela PUC-Rio em 2012, que buscasse aprofundar o entendimento das empresas que retornam ao mercado motores sem nenhuma condição, além de melhor entender o mercado de reparo de motores como um todo.

1.2 Problemas de pesquisa

Esta pesquisa busca responder a seguinte questão:

“Qual o impacto em perda de eficiência energética o reconicionamento de motores elétricos causa na matriz energética brasileira?”

1.3 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo identificar e entender o mercado de reconicionamento de motores elétricos no Brasil. Tendo sido apuradas as irregularidades e precariedades do modo como empresas deste ramo trabalham, é possível estimar o impacto de perda de eficiência energética que os motores reconicionados causam na matriz energética brasileira. Assim, será possível balizar propostas

ao governo de medidas fiscalizadoras para sanar as irregularidades e disciplinar esse mercado para que os programas de eficiência energética não tenham seus nobres e ideais objetivos comprometidos por empresas que desrespeitam a legislação de motores hoje vigente.

Para alcançar este objetivo, as seguintes etapas serão executadas:

- Identificar os estabelecimentos que recondicionam esses motores elétricos por meio de banco de dados do IBGE e do Ministério do Trabalho e Emprego;
- Mensurar o tamanho do mercado de motores elétricos trifásicos recondicionados (aqueles que retornam ao mercado e a indústria de serviço de motores recondicionados) comparados com a venda de motores novos, aumentando o escopo da pesquisa realizada pela PUC-Rio em 2012 (pesquisa qualitativa);
- Identificar as empresas que prestam serviços de recondicionamento e entender o grau de expertise destas quanto ao processo de recondicionamento que atenda a Portaria do INMETRO;

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho está organizado em 6 capítulos. No capítulo 1 é realizada a introdução, contendo toda a motivação, objetivos e contextualização do trabalho. O capítulo 2 fica responsável por transmitir a contextualização teórica necessária para perceber a importância que deve ser dada à qualidade de motores elétricos. O capítulo 3 apresenta a nova metodologia de pesquisa proposta para identificação do mercado de recondicionamento de motores elétricos no Brasil. No capítulo 4 é apresentada a pesquisa qualitativa que busca levantar subsídios para composição de uma pesquisa quantitativa a ser realizada em trabalhos futuros. No capítulo 5, é calculado o impacto de perda de eficiência energética que os motores recondicionados causam na matriz energética brasileira utilizando os parâmetros disponíveis com as pesquisas realizadas. No capítulo 6 estão contidas as conclusões tiradas neste trabalho.

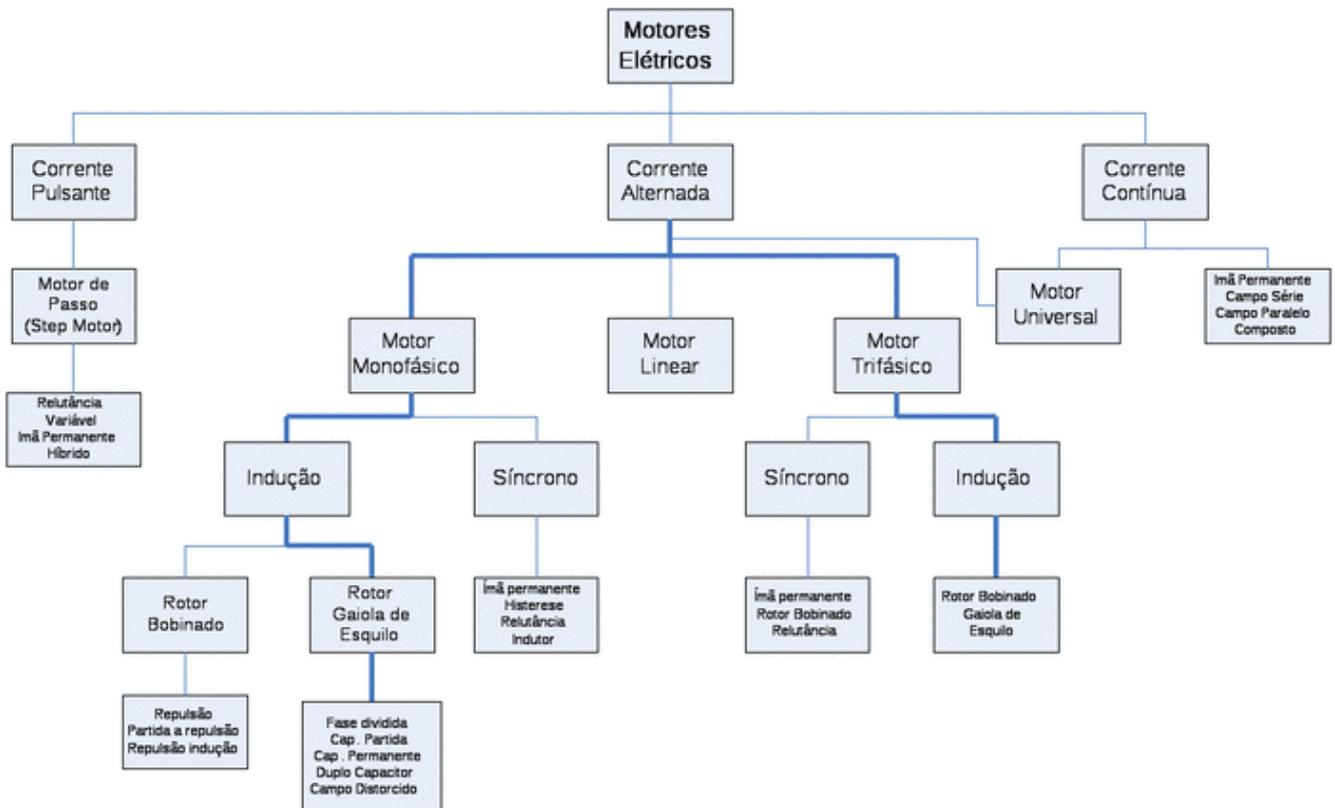
2 Contextualização Teórica

Neste capítulo será fornecido o embasamento teórico necessário para a compreensão e desenvolvimento do estudo realizado. Primeiramente, na subseção 1 será abordado uma visão geral acerca dos motores elétricos. Depois, será dado maior enfoque nos tipos de motores que são objetos desta pesquisa. São eles os motores elétricos de indução e os motores elétricos síncronos. Na subseção 2 serão descritas as principais fontes de perdas dos motores. Essas são responsáveis por diminuir a eficiência energéticas destes. A subseção 3 abordará os materiais mais utilizados para a construção de motores elétricos a fim de minimizar perdas e garantir segurança.

2.1 Motores elétricos

Os motores elétricos estão presentes em muitas aplicações da vida cotidiana. Eles são a base de funcionamento de muitos eletrodomésticos, mas também atendem grandes indústrias, comércio e muitos outros setores. Por esta razão, existem motores dos mais variados tipos, tamanhos, formas, potências, aplicações, etc.

Existem motores que operam com corrente contínua (CC), outros por corrente alternada (CA) e também aqueles que trabalham com esses dois tipos de corrente. O princípio de funcionamento de motores elétricos envolve diretamente conceitos de eletromagnetismo. Os motores são transdutores que convertem energia elétrica em energia mecânica. A seguir, na figura 1, estão contemplados os tipos de motores elétricos mais comuns no mercado, evidenciando a importância dos motores de



corrente alternada gaiola de esquilo que representam a maior parcela do mercado.

Figura 1 - Tipos de motores elétricos

Fonte: Apostila Curso de Eletrotécnica (Universidade Federal Sul-Rio-Grandense)

O presente trabalho busca compreender a perda de eficiência energética causada por motores trifásicos. Por esta razão, a seguir, serão explicitadas as características apenas dos motores trifásicos síncrono e de indução.

2.1.1 Motor elétrico de indução

O motor de indução, também chamado motor assíncrono, é vastamente utilizado nos setores industriais. Mais da metade da energia elétrica produzida é consumida por motores elétricos.

A estrutura de um motor de indução compreende essencialmente o estator e o rotor. O estator é composto de um núcleo ferromagnético, tendo a forma de uma coroa cilíndrica. Este núcleo apresenta lâminas de aço silicioso justapostas no sentido longitudinal e isoladas uma da outra. Existem ranhuras uniformemente distribuídas na superfície interna do cilindro, onde são alojadas as bobinas que formarão o enrolamento do estator. Há duas variantes possíveis para o rotor do motor de indução. Uma delas é o chamado rotor bobinado, ou também rotor de anéis. Na figura 2 é apresentado o esquema construtivo motor elétrico de indução.

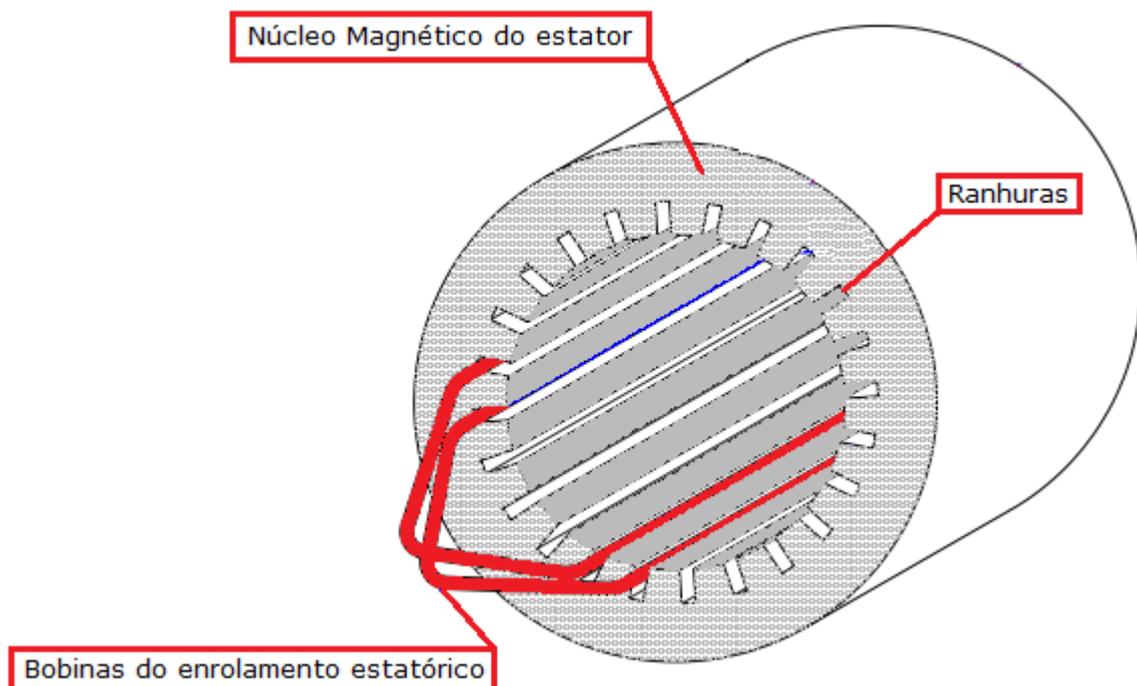


Figura 2 - Esquemático estator de motor elétrico de indução

O rotor bobinado tem em sua composição um núcleo ferromagnético cilíndrico que também são formadas por lâminas, com a superfície externa ranhurada. É alojado um enrolamento trifásico similar ao do estator. Três anéis coletores solidários ao eixo e isolados eletricamente entre si formam as terminações da bobina que compõem o enrolamento. O acesso ao rotor é então obtido através de escovas de carvão apropriadas, fixadas à estrutura do motor. A segunda variante construtiva do rotor do motor assíncrono é o chamado rotor em curto-circuito ou também rotor em gaiola, que pode ser visto na figura 3.

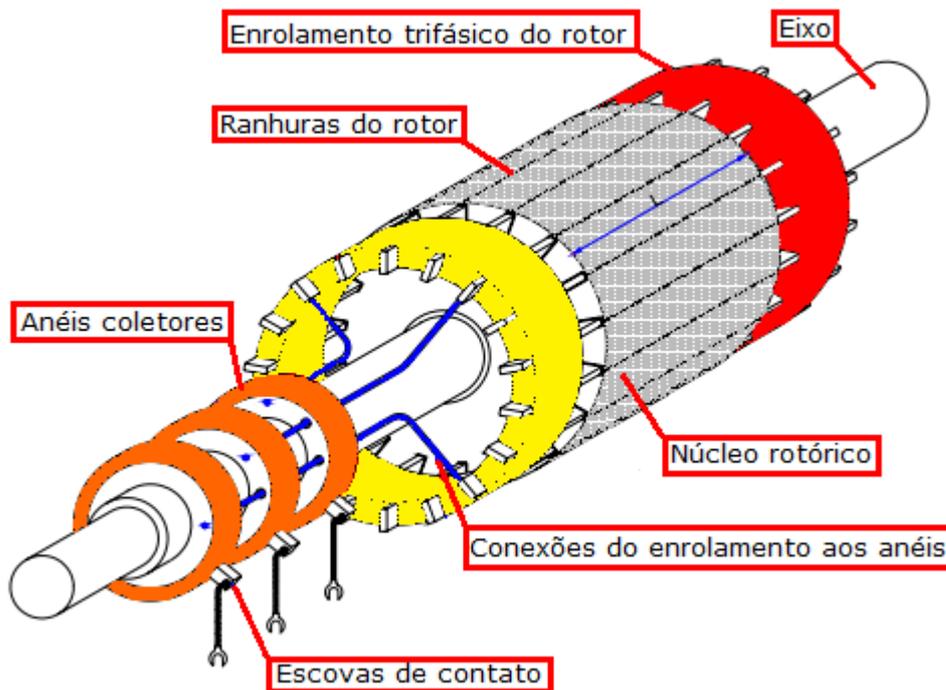


Figura 3 - Esquemático rotor

No rotor em gaiola também está presente um núcleo ferromagnético cilíndrico com a superfície externa ranhurada. O enrolamento é formado por barras condutoras de cobre ou alumínio posicionadas nas ranhuras, eletricamente conectadas em cada extremidade do rotor a anéis condutores dos mesmos materiais. Deste modo, é formado um circuito elétrico fechado em curto por construção a partir deste conjunto de barras. Assim, o rotor de gaiola não permite nenhum acesso ao enrolamento rotórico, sendo os parâmetros do mesmo determinados pela sua execução. Nessa construção, não há qualquer tipo de isolamento entre a montagem dos condutores do rotor sobre o núcleo, elevando consideravelmente a confiabilidade do mesmo. Nos motores de fabricação seriada, essa gaiola é obtida por um processo de fundição ou injeção de alumínio diretamente no núcleo do rotor, tornando possível uma grande taxa de automação e com isso contribuindo para a redução do custo de fabricação. Esta configuração é a mais utilizada para o acionamento de vários tipos de cargas em aplicações industriais.

O motor elétrico de indução funciona com corrente alternada (CA). Os Motores CA, em sua maioria, apresentam menor chance de dar defeito que os motores de corrente contínua (CC), mesmo os dois tendo características de funcionamento semelhantes. Isto porque os motores CA não precisam comutar a corrente de contínua para alternada. Então, problemas comuns em motores CC, como os que envolvem escovas, não existem nos motores CA. Muitos tipos de motores CA nem mesmo usam anéis coletores, e assim podem proporcionar um funcionamento livre de defeitos durante períodos bastante longos. Contudo, os motores CA só trabalham bem dentro de uma faixa estreita de velocidades.

Para o rotor do motor iniciar seu giro é necessário um torque (momento). Este normalmente é produzido por forças magnéticas desenvolvidas entre os pólos magnéticos do rotor e os do estator. Através de forças de atração ou de repulsão, desenvolvidas entre rotor e estator, os pólos móveis do rotor são movidos, produzindo torque. A velocidade de giro do rotor vai aumentando até que os atritos ou cargas ligadas ao eixo produzam um torque resultante igual a zero. Quando isto acontece, o rotor passa a girar com velocidade angular constante.

Tanto o rotor como o estator do motor devem ser 'magnéticos', pois são essas forças entre pólos que produzem o torque necessário para fazer o rotor girar (GILIO, 2003).

2.1.2 Motor elétrico síncrono

Um motor síncrono, como o nome sugere, opera em sincronismo com o sistema de alimentação. Este tipo de motor vem sendo utilizado com maior frequência pelas indústrias, pois possuem características especiais de funcionamento.

Dentre os principais motivos que resultam na escolha dos motores síncronos para acionamento de cargas, destacam-se a possibilidade de trabalharem como compensadores síncronos para corrigir o fator de potência da rede e o alto rendimento que apresentam. Além disso, estes tipos de motores também têm a vantagem de terem altos torques, velocidade constante nas variações de carga e baixo custo de manutenção.

Os motores síncronos possuem o estator e armadura (enrolamentos do estator) bastante semelhante aos dos motores de indução trifásicos. Um fluxo magnético girante é produzido pela corrente no enrolamento distribuído no estator. O mesmo acontece nos motores de indução.

O motor síncrono possui o rotor com número de pólos correspondente ao número de pólos da armadura. Não há nenhum movimento relativo entre os pólos do rotor e o fluxo magnético do estator durante a operação normal em regime. Isto significa que estes estão em perfeito sincronismo e com isto não há indução de tensão elétrica no rotor pelo fluxo mútuo. Assim, não há excitação proveniente da alimentação de corrente alternada.

As bobinas dos pólos podem ser feitas utilizando muitas espiras de fio de cobre isolado ou barras de cobre, dependendo do tipo de rotor utilizado. A alimentação do campo (excitação) é realizada em Corrente Contínua que, ao circular pelos enrolamentos de campo, os pólos são magneticamente polarizados, tornando-se alternadamente pólos norte e sul.

A excitação em corrente contínua pode ser aplicada no campo através dos porta escovas e anéis coletores ou por um sistema de excitação sem escova e com controle eletrônico (brushless) (WEG, 2015).

Alguns componentes de um motor síncrono são:

- Carcaça:



Figura 4 - Carcaça de um motor de indução

- Estator bobinado:



Figura 5 - Estator bobinado de um motor de indução

- Excitatriz:



Figura 6 - À esquerda: excitatriz com escovas/À direita: excitatriz sem escovas

- Rotor:



Figura 7 - À esquerda: rotor de pólos salientes/ À direita: Rotor de pólos lisos

2.2 Perdas no motor elétrico

Os principais tipos de perdas que podem ser encontradas nos motores elétricos podem ser divididos em cinco grupos. Estas estão relacionadas, principalmente, ao local onde ocorrem. São elas: as perdas Joule, as perdas por histerese, perdas por corrente de Foucault, as perdas dispersas e perdas mecânicas (OLIVEIRA, 2009).

A figura 8 (CEZÁRIO, 2005) mostra a contribuição das perdas de acordo com a sua localização, em escala relativa:

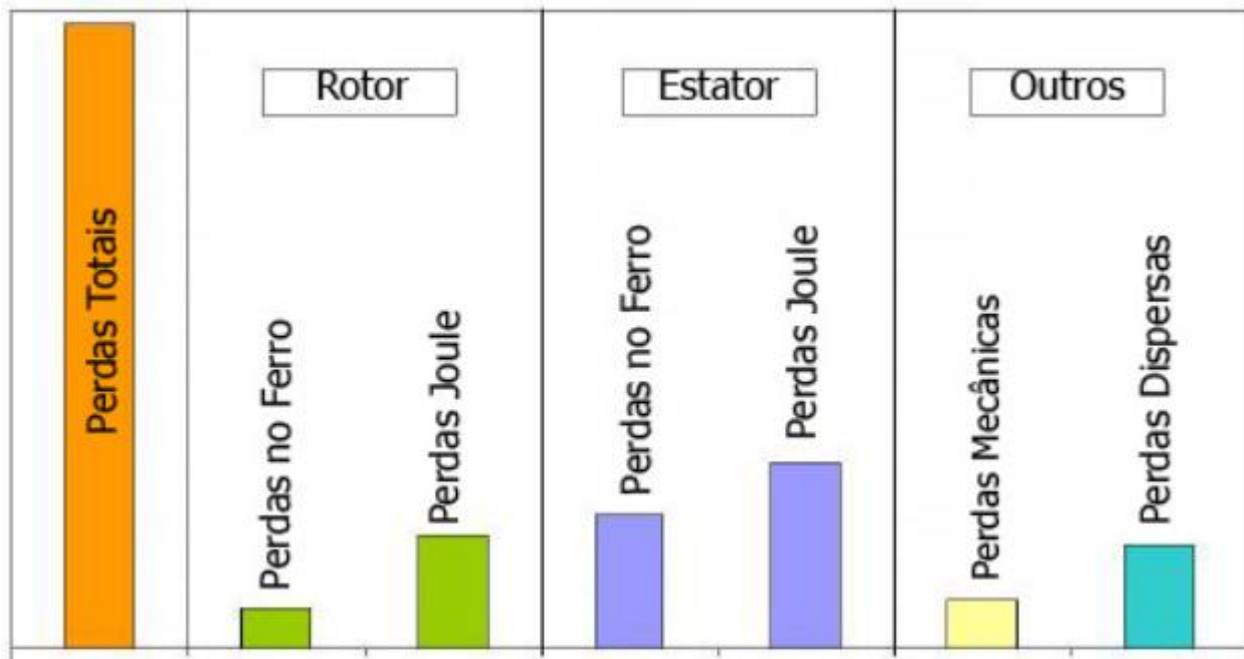


Figura 8 - Proporção de perdas por localização no motor elétrico

Fonte: CEZÁRIO, 2005

A seguir, serão descritas com maiores detalhes cada uma destas perdas (CEZÁRIO, 2005).

- Perdas Joule: correspondem à conversão de energia elétrica em térmica em um meio eletricamente condutor. Esse tipo de perda está diretamente relacionado à resistência elétrica do condutor e muda proporcionalmente ao quadrado da corrente. As perdas por efeito Joule em motores elétricos de indução com rotor em gaiola de esquilo ocorre no estator (bobinas de cobre) e na gaiola do rotor (barras de alumínio).
- Perdas no ferro: Essas perdas ocorrem devido à conversão de energia elétrica em energia térmica no núcleo magnético dos motores, tanto no estator, quanto no rotor. Elas são divididas em perdas por histerese e por corrente de Foucault (correntes parasitas). As perdas por correntes parasitas são na verdade perdas Joule causadas por correntes induzidas no núcleo magnético. Já as perdas por histerese acontecem devido à energia gasta para alinhar os dipolos magnéticos do ferro com o campo magnético, e a sua magnitude corresponde à área do ciclo de histerese conforme a figura 9:

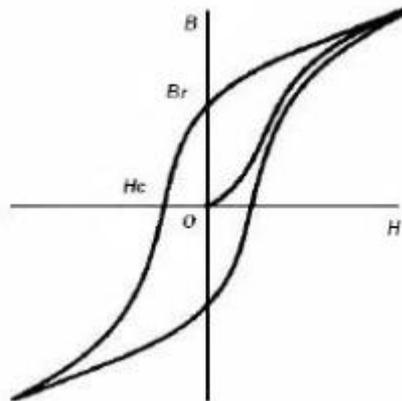


Figura 9 - Curva de histerese

- Perdas dispersas: Estas são perdas menores na operação do motor elétrico, e sua quantificação é muito difícil. Elas incluem as perdas devido ao efeito skin, altas frequências, entre outras, que são desconhecidas ou não facilmente quantificadas. Representam cerca de 10% de todas as perdas.
- Perdas mecânicas: Essas perdas compreendem a conversão de energia mecânica em energia térmica devido ao atrito e perdas por viscosidades. Aqui estão incluídas principalmente as perdas nos rolamentos e no ventilador. As perdas no ventilador acontecem devido à energia requerida para soprar o ar sobre a superfície do motor. Como a energia mecânica gerada no motor é obtida através da conversão de energia elétrica, as perdas mecânicas são contabilizadas nas perdas elétricas.

2.2.1 Técnicas construtivas para minimizar perdas

Existem várias formas de reduzir as perdas magnéticas dos equipamentos. Podem-se diminuir tanto as perdas por histerese como as perdas dinâmicas. Há processos na produção das máquinas elétricas que influenciam estas perdas, como a estampagem das lâminas, o tratamento térmico, a pressão exercida nas lâminas, entre outros.

As perdas dinâmicas podem ser reduzidas através da diminuição da espessura da lâmina, ou elevando sua resistência elétrica através da incorporação de silício ao aço. Uma vez otimizados todos estes fatores, também deve-se melhorar os detalhes construtivos das máquinas elétricas. Outros fatores também podem influenciar as perdas dinâmicas, tais como as rebarbas devidas à estampagem das chapas, o revestimento das lâminas e os parafusos de fixação. Assim, vários fatores influenciam o desempenho magnético e energético do motor, alguns somente na parcela por histerese, outros na parcela dinâmica, ou em ambos.

O processo de fabricação do aço é composto por várias etapas, podendo ser uma delas o tratamento térmico. O aço que recebe este tratamento em sua última etapa de produção é conhecido como aço totalmente processado, enquanto que o aço que não recebe este tratamento é denominado como aço semi-processado. No caso específico de aços utilizados para fins elétricos, este tipo de tratamento chama-se recozimento final. O recozimento dos aços semi-processados é fundamental para a melhoria das propriedades magnéticas entre outras, sendo então realizado pelo fabricante das máquinas elétricas. O recozimento reduz as perdas magnéticas pela metade e aumenta a permeabilidade de 100 a 300% (OLIVEIRA, 2009), pois durante este processo ocorre:

- redução do teor de carbono, devido a atmosfera oxidante;
- alívio das tensões (introduzidas pelo corte);
- recristalização;
- crescimento de grão;
- formação da camada superficial dielétrica.

Os aços totalmente processados já receberam o tratamento térmico na fábrica e o recozimento pelo consumidor final é opcional. Como as propriedades magnéticas do aço são afetadas por tensões mecânicas introduzidas durante a operação de corte e puncionamento, recomenda-se um tratamento térmico para o alívio de tensões. O recozimento dos aços é realizado após o processo de estampagem, justamente para aliviar as tensões introduzidas pelo processo de corte.

A figura 10 ilustra um exemplo comparando um aço-silício com e sem o tratamento térmico:

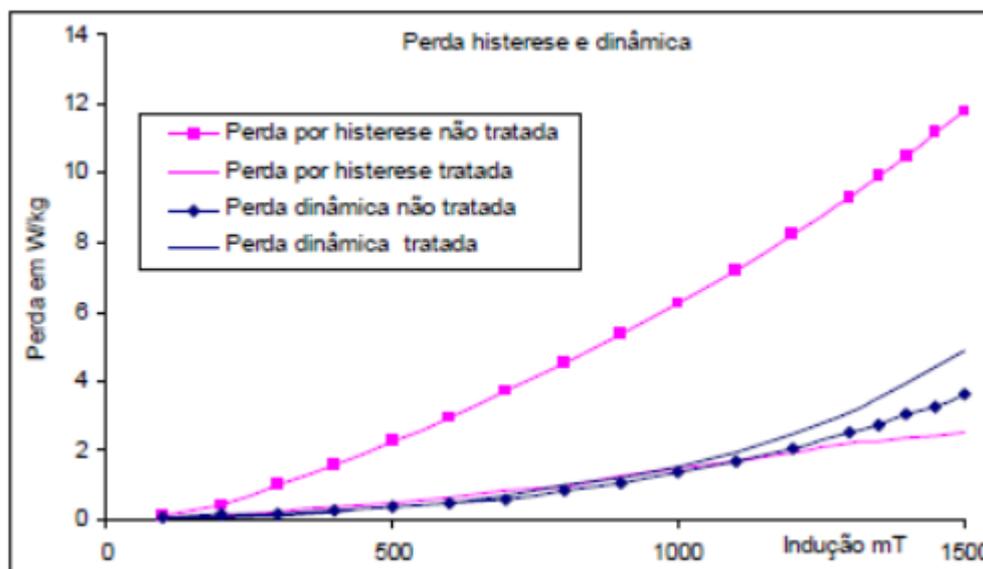


Figura 10 - Efeito do tratamento térmico nas perdas no ferro

Fonte: OLIVEIRA, 2009

Como o tratamento térmico apenas modifica a estrutura dos grãos magnéticos, somente a perda por histerese é modificada de modo significativo. A parcela das perdas dinâmicas permanece inalterada. No exemplo ilustrado na figura 10, percebe-se que a perda por histerese sofre uma grande diminuição com o tratamento térmico, enquanto que a perda dinâmica não sofre alterações significativas. Observa-se que o tratamento térmico reduziu as perdas por histerese em média de 77%, neste caso (OLIVEIRA, 2009).

2.3 Materiais utilizados em motores elétricos

Os materiais utilizados para a construção de motores elétricos devem ser escolhidos para minimizar as perdas o máximo possível, além de serem viáveis economicamente. Aço-silício é o material magnético macio básico para motores elétricos. O cobre puro é o material preferido para os circuitos elétricos (enrolamentos), enquanto alumínio ou latão são usados para enrolamento de motores em gaiola de esquilo.

2.3.1 Materiais magnéticos

Para obter alta permeabilidade magnética, que ofereça a mínima resistência possível ao campo magnético, é utilizado geralmente materiais magnéticos macios. Este tipo de material oferece a mínima resistência possível ao campo magnético que, a cada ciclo da corrente, alterará o sentido dos dipolos magnéticos no núcleo magnético.

Dentro dos materiais magnéticos macios, o aço é um excelente candidato devido a suas características mecânicas e propriedades magnéticas muito próximas às do ferro, mantendo, porém, um índice bem menor de corrosão do que a substância pura. Todavia, o aço por si só é bom condutor elétrico e busca-se reduzir a condutividade do núcleo magnético dos motores de modo a reduzir as perdas por corrente de Foucault. Por isso, ao invés de somente aço, é usado o aço-silício.

O aço silício é uma liga de ferro, carbono e silício que contém até 6,5% de silício em sua composição, enquanto o carbono varia entre 0,2% e 2,1% (OLIVEIRA, 2009). O uso do silício é essencial porque reduz significativamente a condutividade elétrica do aço, limitando assim as correntes de Foucault, e conseqüentemente a perda no núcleo magnético.

Pesquisas recentes mostram que lâminas de aço-silício não orientado a 6,5% para máquinas de baixa tensão a 60Hz são capazes de obter uma redução de até 40% nas perdas no núcleo, assim como também de reduzir o ruído. Melhorias similares foram obtidas com lâminas de aço-silício de grãos orientados de 0,35mm de espessura, alternando a orientação dos grãos em lâminas adjacentes: uma com orientação magnética perpendicular, e outra com estrutura magnética cruzada.

Compostos Magnéticos Macios (SFC) vem sendo produzidos por tecnologias de metalurgia em pó. O pó de partículas magnéticas é coberto com camadas de isolamento e um aglutinante, sendo comprimidos em seguida para prover a maior resistividade elétrica possível sem, entretanto, afetar as propriedades magnéticas deste material. Todavia, além do elevado custo, estes materiais ainda não apresentam uma permeabilidade magnética alta o suficiente para serem usados como material principal de núcleos magnéticos (OLIVEIRA, 2009).

2.3.2 Materiais elétricos

Condutores elétricos de cobre são usados na produção dos enrolamentos. Cobre elétrico tem uma pureza alta e é fabricado por um processo de eletrólise, obtendo uma pureza acima de 99%. A seção reta de condutores de cobre a serem introduzidos nas ranhuras são retangulares (figura 11.b) ou circulares (figura 11.a).

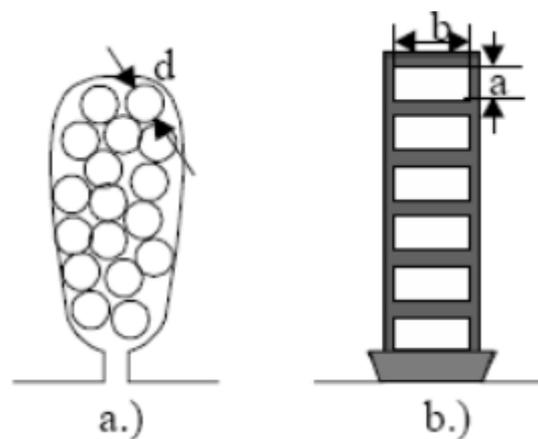


Figura 11 - Disposição das bobinas dentro da ranhura do estator

Fonte: GILIO, 2003

Em geral, condutores de seção circular são feitos em diâmetros padrões até um diâmetro de cerca de 2.5mm a 3mm. A densidade de corrente varia entre 3.5 e 15 A/mm² dependendo do sistema de ventilação, número de partidas por hora, e eficiência desejada. Motores de eficiência alta são caracterizados por densidade de corrente menor (GILIO, 2003).

A gaiola do rotor é geralmente feita de alumínio. A escolha do alumínio acontece pelas seguintes razões:

- Condutividade elétrica: O alumínio possui boa condutividade elétrica, não tão boa quanto a do ferro ou a da prata, mas ainda alta o suficiente para que se leve os fatores abaixo em consideração;
- Peso: O alumínio é mais leve que o cobre, fator crucial para um componente do rotor. Uma vez que parte da energia gasta pelo motor irá ser usada para mover o rotor, esta precisa ser o mais leve possível. Logo, entre os bons condutores, pela leveza, o alumínio é escolhido;
- Preço: Além de mais leve, o alumínio é mais barato que o cobre;
- Fabricação: Finalmente, o processo de fabricação mais comum de rotores em gaiola de esquilo consiste primeiramente em formar o núcleo de chapas do rotor. As chapas já são cortadas de tal modo que seja deixado o espaço ocupado pela gaiola de alumínio. Em seguida, é injetado alumínio derretido dentro do núcleo do rotor e, quando da resfriamento, ele assume o formato desejado de gaiola. Por isso, o baixo ponto de fusão do alumínio, muito inferior ao do aço-silício do rotor, é outro fator que pesa em sua escolha como condutor elétrico.

2.3.3 Materiais isolantes

O propósito primário do isolamento do estator é suportar as tensões de espira para espira, fase para fase, e fase para terra, de modo a direcionar a corrente elétrica pelo caminho desejado no enrolamento dos estatores. As lâminas do estator são isoladas umas das outras por coberturas especiais (0,013mm) de modo a reduzir as correntes de Foucault (OLIVEIRA, 2009).

Sistemas de isolamento elétrico para motores elétricos são caracterizados por tensão e temperatura. O American National Standards Institute (Instituto de Padrões Nacionais Americanos, em tradução livre - ANSI), especifica que os testes da isolamento pertinentes à tensão devem ser duas vezes a tensão nominal acrescida de 100V aplicada sobre o enrolamento do estator por um minuto.

O calor produzido pelas correntes no enrolamento e pelas perdas de núcleo causam temperaturas de pico que devem ser limitadas de acordo com a capacidade térmica da resina de isolamento usada na máquina, e também com a sua estabilidade química.

Há uma deterioração lenta, porém, contínua dessa resina por reações químicas internas, contaminação e outras interações, que com o tempo acaba por reduzir a força dielétrica da isolamento. Materiais de isolamento para motores elétricos e máquinas de indução foram organizados em classes de temperatura nas quais eles podem operar satisfatoriamente dentro da vida útil esperada:

A: 105°C
B: 130°
F: 155°C
G: 180°C

As conexões entre as espiras de uma fase e os bornes na caixa de ligação também têm de ser isoladas. Além disso, o cordão usado para amarrar as espiras do enrolamento à estrutura do estator de modo a evitar vibração também é feito de material isolante.

Nos enrolamentos, o esmalte que recobre as espiras é o componente principal: para aplicá-lo, o condutor é passado por uma solução de resina polimerizável e esticado dentro de torres de alta temperatura, onde ele se torna um recobrimento fino, sólido, e de grande flexibilidade. Várias passadas são necessárias para se obter a espessura desejada (cerca de 0,025mm).

A composição o material deste esmalte, o elemento principal do sistema de isolamento do motor varia de fabricante para fabricante, e sua fórmula não é dada a conhecer, posto que muitas ainda são protegidos por patentes. Como exemplo, o sistema WISE®, da WEG.

Há padrões específicos que determinam os testes a serem feitos em condutores esmaltados, uma vez que, para serem enrolados no estator, estes condutores serão dobrados e esticados, e o esmalte precisa passar por esse processo sem sofrer danos consideráveis. Normalmente, aplica-se um verniz isolador com um pincel por cima do enrolamento do estator uma vez que este está terminado, garantindo que o verniz não irá interagir com o esmalte. Este verniz oferece uma proteção química e física ao esmalte, não só contra contaminação, mas também contra poeira e umidade, além de dar sustentação mecânica adicional.

Para motores nas classes F e H, papéis especiais, impregnados com mica e fibra de vidro, são usados para isolamento entre fases e entre os condutores e as ranhuras. A tensão, através de descargas parciais, pode fazer o isolamento falhar em máquinas de tensões maiores, o que é resolvido ao incorporar-se mica nos sistemas de isolamento (OLIVEIRA, 2009).

Para fins de normalização, os materiais isolantes e os sistemas de isolamento (cada um formado pela combinação de vários materiais) são agrupados em classes de isolamento, cada qual definida pelo respectivo limite de temperatura, ou seja, pela maior temperatura que o material pode suportar continuamente sem que seja afetada sua vida útil. As classes de isolamento utilizadas em máquinas elétricas e os respectivos limites de temperatura conforme NBR-7034, são as seguintes:

- Classe A: 105 °C;
- Classe E: 120 °C;
- Classe B: 130 °C;
- Classe F: 155 °C;
- Classe H: 180 °C.

As classes B e F são as comumente utilizadas em motores de linha. Os valores numéricos e a composição da temperatura admissível do ponto mais quente, são indicados na tabela abaixo:

Tabela 1 - Composição da temperatura máxima de operação do motor das classes de isolamento

Classe de isolamento		A	E	B	F	H
Temperatura ambiente	°C	40	40	40	40	40
Δt = elevação de temperatura (método da resistência)	°C	60	75	80	105	125
Diferença entre o ponto mais quente e a temperatura média	°C	5	5	10	10	15
Total: temperatura do ponto mais quente	°C	105	120	130	155	180

Fonte: Catálogo Técnico Mercado Brasil (WEG, 2016)

Conforme pode ser observado, a construção de motores (tanto síncrono quanto de indução) é bastante complexa. Além de exigir uma boa infraestrutura para construção de tais equipamentos, também é necessária uma equipe tecnicamente qualificada para projetar estes motores com boa qualidade.

Antes de ser disponibilizado para venda, os motores passam por rigorosos testes de qualidade, a fim de garantir que se adequam às normas de segurança e eficiência energética. A NBR 17094-1:2013, norma que estabelece os requisitos mínimos para motores de indução trifásicos, estabelece que estes possuam níveis de eficiência energética enquadrados no critério IR3. Isto quer dizer que só é permitida a comercialização de motores premium.

Graças à evolução da tecnologia, os motores elétricos atingiram uma eficiência de 95,1%. Isso representa um salto considerável quando levamos em conta que em 1960 os motores tinham eficiência de 88%. A longo prazo, a aplicação de um motor mais eficiente reflete em redução de consumo de energia, menor manutenção, menos tempo de ociosidade e menor periculosidade (REVIMAQ, 2015).

O uso de motores elétricos com alta eficiência energética gera economia a longo prazo, além de proporcionar mais segurança e confiabilidade. Embora fazer manutenção de motores antigos pareça uma boa forma de economia, isto acaba prejudicando em muitos aspectos o local de trabalho. Com baixa técnica de reparação, motores reconicionados se tornam imprevisíveis quanto ao seu tempo de vida, além de gerar um alto custo a longo prazo com o gasto de energia.

3 Pesquisa ao Banco de Dados da RAIS e Resultados

3.1 Metodologia de pesquisa

Nesta seção será abordada a metodologia adotada para se alcançar o objetivo proposto deste estudo que é obter informações sobre as empresas reconcondicionadoras de motores elétricos, a fim de se ter uma ideia geral do cenário brasileiro desta indústria. Isto dará a base inicial para elaborar a pesquisa de campo a ser realizada com uma amostra estatisticamente relevante de empresas que efetuam tal serviço.

Para tanto, foram realizadas pesquisas ao banco de dados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) e comparadas aos dados do IBGE e das empresas credenciadas pelas grandes fabricantes de motores. O detalhamento de todo o processo da pesquisa, bem como a escolha da amostra são detalhados nos tópicos a seguir.

3.2 Definição da amostra

Conforme mencionado anteriormente, a primeira etapa do trabalho é identificar o perfil das empresas que recondicionam motores através de pesquisa utilizando o banco de dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e do IBGE.

O banco de dados do MTE utilizado será o da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Este é um relatório de informações socioeconômicas solicitado às pessoas jurídicas e outros empregadores anualmente. Pelas informações contidas na RAIS é possível traçar o perfil das empresas reconcondicionadoras de motores existentes em todo o Brasil.

Todas as empresas são classificadas em categorias, conhecidas como Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Esta é uma forma de padronizar, em todo o território nacional, os códigos de atividades econômicas e os critérios de enquadramento usados pelos mais diversos órgãos da administração tributária do Brasil.

A CNAE resulta de um trabalho conjunto das três esferas de governo, elaborada sob a coordenação da Secretaria da Receita Federal e orientação técnica do IBGE, com representantes da União, dos Estados e dos Municípios, na Subcomissão Técnica da CNAE, que atua em caráter permanente no âmbito da Comissão Nacional de Classificação - CONCLA.

Através dos códigos CNAE é possível identificar as empresas cujos serviços se enquadram no objeto de estudo deste trabalho.

O CNAE é dividido em seção, divisão, grupo, classe, subclasse, conforme indicado na figura 13. Dentro das subclasses há diversas atividades registradas para cada CNAE. Quando analisamos o código, verificamos que dentro das subclasses há diversas atividades registradas para cada CNAE, conforme indicado na figura 14, porém não há uma numeração no código de forma que se organize, contabilize ou distribua os resultados nas bases de pesquisas referentes as atividades.

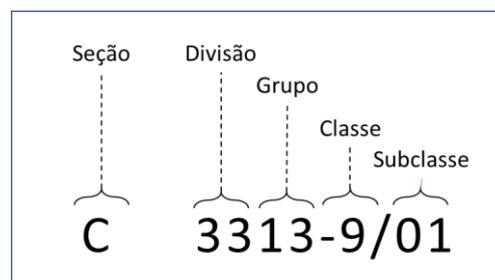


Figura 12 - Divisão do código CNAE

Atividades | **Estrutura**

busca por palavra chave ou código: ?

classificação: classe subclasse

Subclasses encontradas: 3

Mostrar 100 registros por página

Código	Descrição CNAE
3313-9/01	GERADORES DE CORRENTE CONTINUA OU ALTERNADA, MANUTENÇÃO OU REPARAÇÃO EXECUTADA POR UNIDADE ESPECIALIZADA
3313-9/01	MOTORES ELÉTRICOS, MANUTENÇÃO OU REPARAÇÃO EXECUTADA POR UNIDADE ESPECIALIZADA
3313-9/01	TRANSFORMADORES, INDUTORES, CONVERSORES, SINCRONIZADORES E SEMELHANTES, MANUTENÇÃO OU REPARAÇÃO EXECUTADA POR UNIDADE ESPECIALIZADA

Figura 13 - Exemplo com 3 atividades dentro do CNAE 33.13-9/01

Fonte: CONCLA, IBGE 2017

Para selecionar os CNAEs que correspondem as empresas que retificam motores foi usada 3 rodadas de seleção. Na primeira rodada foi selecionado CNAEs no qual sua subclasse está envolvida diretamente com as palavras chaves "Reparação", "Motores", "Elétricos" e "Máquinas". Na segunda rodada foi selecionado as atividades de manutenção e reparo de equipamentos mecânicos complexos, mas que consomem energia elétrica principalmente por motores elétricos. Por último foi selecionado CNAEs envolvendo principalmente o comércio de itens elétricos.

Para tornar a pesquisa mais fiel possível a realidade, cada atividade registrada dentro de cada subseção foi analisada. Há CNAEs com mais de 69 atividades e dentro dessas, somente algumas estão relacionadas ao serviço de reparação de motores. Esses valores foram cotados e transformados em índices no qual cada pesquisa realizada na RAIS foi multiplicada.

A tabela 2 indica todos os 19 códigos selecionados destinados a empresas que trabalham com recondicionamento de motores juntamente com a quantidade de atividades que foram selecionadas de cada um. Na última coluna desta tabela está quantificado o número de atividades que foi selecionada dividida pelo total de atividades dentro de cada um dos códigos utilizados na pesquisa na base da RAIS.

Tabela 2 - Códigos CNAE selecionados

CNAE	Descrição	Atividades Selecionadas
3313901	Manutenção e Reparação de Geradores, Transformadores e Motores Elétricos	3/3
3313999	Manutenção e Reparação de Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos não Especificados Anteriormente	2/2
3314702	Manutenção e Reparação de Equipamentos Hidráulicos e Pneumáticos, Exceto Válvulas	2/4
3314704	Manutenção e Reparação de Compressores	3/3
3314707	Manutenção e Reparação de Máquinas e Aparelhos de Refrigeração e Ventilação para Uso Industrial e Comercial	4/11
3314710	Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para Uso Geral não Especificados Anteriormente	3/16
3314713	Manutenção e Reparação de Máquinas-Ferramenta	5/14
3314714	Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para a Prospecção e Extração de Petróleo	2/2
3314715	Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para Uso na Extração Mineral, Exceto na Extração de Petróleo	2/2
3314718	Manutenção e Reparação de Máquinas para a Indústria Metalúrgica, Exceto Máquinas-Ferramenta	3/3
3314719	Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para as Indústrias de Alimentos, Bebidas e Fumo	5/5
3314720	Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para a Indústria Têxtil, do Vestuário, do Couro e Calçados	6/6
3314721	Manutenção e Reparação de Máquinas e Aparelhos para a Indústria de Celulose, Papel e Papelão e Artefatos	1/1
3314722	Manutenção e Reparação de Máquinas e Aparelhos para a Indústria do Plástico	1/1
3314799	Manutenção e Reparação de Outras Máquinas e Equipamentos para Usos Industriais não Especificados Anteriormente	8/8
3321000	Instalação de Máquinas e Equipamentos Industriais	14/18
4649401	Comércio Atacadista de Equipamentos Elétricos de Uso Pessoal e Doméstico	1/11
4669999	Comércio Atacadista de Outras Máquinas e Equipamentos não Especificados Anteriormente	12/69
4785799	Comércio Varejista de Outros Artigos Usados	1/29

Como é possível observar, nem todos os códigos contemplam empresas que trabalham exclusivamente com recondicionamento de motores. Replicando a métrica usada para as rodadas de seleção, os resultados foram separados em três grupos. O primeiro grupo (em verde na tabela 2) corresponde ao CNAE cujas empresas têm “forte” probabilidade de atuarem diretamente na manutenção de motores elétricos (inclusive venda de motores reconicionados). O segundo grupo (em amarelo na tabela 2), agrupa as empresas que realizam diversos outros tipos de manutenção que podem ou não incluir manutenção em motores elétricos e que, assim, possuem um “médio” potencial de venda de motores reconicionados ou prestação de serviços de recondicionamento. O terceiro e último grupo (em vermelho na tabela 2), corresponde ao CNAE cujas empresas têm um “fraco” potencial de venda, pois neste grupo estão incluídas atividades econômicas de comércio que possuem muitos outros produtos à venda, não somente motores (reconicionados ou não).

Foram criados cenários probabilísticos para efetuar o estudo dos resultados das consultas à base da RAIS. Isto porque é muito difícil medir de forma realista a probabilidade de as empresas realizarem venda de motores reconicionados em cada grupo. A composição dos cenários foi obtida através da multiplicação dos resultados de cada grupo pela probabilidade que estes grupos possam possuir empresas que reconicionam motores elétricos, seja por meio de vendas ou serviços. Na tabela 3 são apresentadas as probabilidades definidas nos três cenários adotados (otimista, base e conservador), considerando para cada um dos cenários os grupos de códigos CNAE apresentados na tabela 2.

Tabela 3 - Cenários de pesquisa

Cenários	Probabilidade de venda de motores reconicionados	
	Grupos	Percentual usado
Cenário Otimista	Forte	100%
	Médio	70%
	Fraco	40%
Cenário Base	Forte	80%
	Médio	50%
	Fraco	25%
Cenário Conservador	Forte	60%
	Médio	30%
	Fraco	10%

Desta forma, com essas metodologias é esperado que os resultados são mais conservadores possíveis. Mesmo assim, em rápidas pesquisas na internet há diversas empresas que vendem e reparam motores reconicionados que possuem códigos CNAEs totalmente diferentes de suas atividades definidas na CONCLA, que acabam difíceis de serem encontradas e não serão relacionadas nessa pesquisa (SOUZA, 2017).

3.3 Definição da pesquisa

O estudo das empresas que possuem os códigos CNAE selecionados são realizados através de um programa elaborado pelo MTE que contém toda a base estatística da RAIS. É possível realizar consultas por estabelecimentos ou vínculos empregatícios, o que promove boas condições para entender o perfil das empresas que realizam serviços de manutenção em motores elétricos.

Os dados consultados são de 2015, sendo estes os mais recentes que constam no programa. O resultado se dá por meio de tabelas que constam todas as informações que o usuário seleciona, conforme segue ilustrado na figura 15.

As pesquisas foram feitas por UF para as variáveis que seguem abaixo:

1. Quantidade de funcionários;
2. Quantidade de funcionários por empresa;
3. Sexo dos funcionários;
4. Idade média dos funcionários;
5. Faixa salarial dos funcionários;
6. Escolaridade dos funcionários.

Figura 14 - Exemplo de pesquisa utilizando o programa do MTE

A tabela gerada por essa pesquisa está ilustrada a seguir:

CNAE 2.0 Subclasse	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Total
3313901:Manutenção e Reparação de Geradores, Transformadores e Motores Elétricos	70	247	525	225	110	1.177
3313999:Manutenção e Reparação de Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos não Especificados Anteriormente	23	118	534	134	45	854
3314102:Manutenção e Reparação de Equipamentos Hidráulicos e Pneumáticos, Exceto Válvulas	32	72	355	96	70	625
3314704:Manutenção e Reparação de Compressores	6	30	84	38	11	169
3314707:Manutenção e Reparação de Máquinas e Aparelhos de Refrigeração e Ventilação para Uso Industrial e Comercial	117	322	840	347	145	1.771
3314710:Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para Uso Geral não Especificados Anteriormente	58	175	315	296	114	1.453
3314713:Manutenção e Reparação de Máquinas-Ferramenta	26	38	383	141	31	619
3314714:Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para a Prospecção e Extração de Petróleo	0	20	47	2	1	70
3314715:Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para Uso na Extração Mineral, Exceto na Extração de Petróleo	9	11	31	7	2	60
3314718:Manutenção e Reparação de Máquinas para a Indústria Metalúrgica, Exceto Máquinas-Ferramenta	5	28	213	102	6	355
3314719:Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para as Indústrias de Alimentos, Bebidas e Fumo	0	36	115	116	32	200
3314720:Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para a Indústria Têxtil, do Vestuário, do Couro e Calçados	4	27	73	74	5	183
3314721:Manutenção e Reparação de Máquinas e Aparelhos para a Indústria de Celulose, Papel e Papelão e Artesfatos	1	5	47	39	1	93
3314722:Manutenção e Reparação de Máquinas e Aparelhos para a Indústria do Plástico	1	4	32	19	0	62
3314799:Manutenção e Reparação de Outras Máquinas e Equipamentos para Usos Industriais não Especificados Anteriormente	19	108	720	339	66	1.252
3321000:Instalação de Máquinas e Equipamentos Industriais	53	227	1.217	821	235	2.553
4649401:Comércio Atacadista de Equipamentos Elétricos de Uso Pessoal e Doméstico	48	135	376	148	71	778
4649999:Comércio Atacadista de Outras Máquinas e Equipamentos não Especificados Anteriormente	86	190	1.544	531	125	2.575
4785799:Comércio Varejista de Outros Artigos Usados	36	226	1.389	491	205	2.047
Total	594	2.019	9.140	3.966	1.285	17.004

Figura 15 - Exemplo de resultado gerado pelo programa do TEM

3.4 Resultados da pesquisa

Nesta seção serão analisados os resultados provenientes da pesquisa da base de dados da RAIS. Há duas maneiras de consultar estes dados. Mantendo os resultados por empresas ou por empregados vinculados.

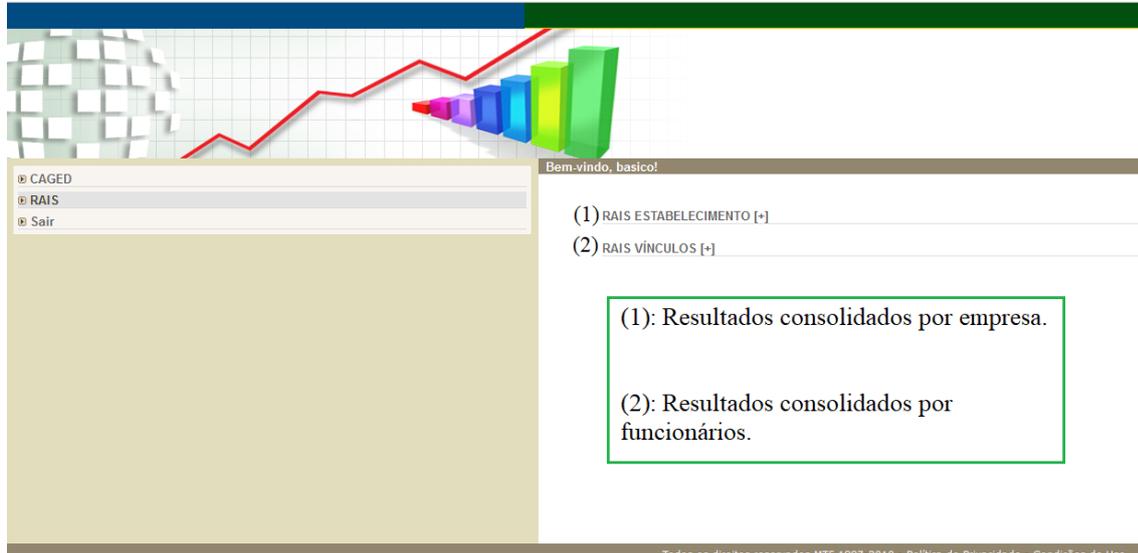


Figura 16 - Página inicial de consulta ao banco de dados da RAIS

Para identificar o perfil das empresas reconcondicionadoras de motores elétricos, foram utilizados os dois tipos de consulta e os resultados seguem nos próximos tópicos.

3.4.1 Resultados absolutos

O primeiro e mais importante dado a ser estimado é o número de empresas e a média de funcionários por empresa. Isto dá base para dimensionar o tamanho do mercado de reconcondicionadores de motores no Brasil. Assim, é possível estimar o impacto de perda de eficiência energética causada por esses serviços quando cruzadas estas informações com os resultados das pesquisas de campo.

Através da consulta à base de dados da RAIS, utilizando os três grupos de códigos CNAE (forte, médio e fraco), chegou-se aos seguintes resultados, sem a aplicação de nenhum percentual de redução:

Tabela 4 - Resultados absolutos totais no Brasil por grupo de códigos CNAE

Grupo	Total de Empresas	Total de Funcionários
Forte	4.420	14.389
Médio	17.091	68.343
Fraco	17.587	62.222
Total	39.098	144.954

Em seguida é aplicado o percentual de redução relativo a quantidade de atividades selecionadas dividido pelo total de atividades de cada CNAE, como descrito no item 3.2, que vieram da tabela 2 e tabela 3. Os resultados para o Brasil são mostrados na tabela 5.

Tabela 5 - Resultados após aplicação aos índices de atividades

Grupo	Total de Empresas	Total funcionários
Forte	4.420	14.389
Médio	10.965	44.705
Fraco	5.618	23.721
Total	21.003	82.815

Com os resultados da tabela 5 são aplicados os percentuais de potencial de venda de motores elétricos definidos para cada cenário (explicitados na tabela 3), assim os resultados de cada cenário são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Resultados de número de empresas por cenário

Cenários	Total de Empresas	Total funcionários	Média de func/emp
Cenário Otimista	14.343	55.171	3,8
Cenário Base	10.423	39.794	3,8
Cenário Conservador	6.503	24.417	3,8

A redução obtida dos resultados encontrados na consulta na base de dados da RAIS foi de 83,37%, ou seja, foram estimadas cerca de 6503 empresas no cenário conservador, enquanto foram encontradas 39.098 empresas na consulta prévia, por exemplo.

Para finalizar a pesquisa de números de empresas, faz-se necessário comparar os resultados encontrados com as informações oriundas de outras fontes. Neste trabalho, serão usados como comparação os dados do banco de dados de cadastro de empresas do IBGE, o CEMPRE, pesquisa 6450¹ (SOUZA, 2017).

3.4.2 Resultados RAIS estabelecimento

A fim de estudar o cenário das empresas por UF e regiões, foi utilizado o banco de dados da RAIS por estabelecimentos. A tabela 6 apresenta os resultados nos 3 cenários adotados (otimista, base e conservador). A tabela 7 apresenta a distribuição das empresas por UF, enquanto a figura 19 apresenta os dados por região. O estado que mais possui empresas que prestam serviços de manutenção e recondição de motores é São Paulo (37%). Isto era de se esperar, já que este é um estado com grande número de indústrias. A região com maior representatividade é o Sudeste, apresentando 56,6% do total de empresas que prestam este tipo de serviço.

¹ Tabela 6450 – Tabela de pesquisas disponibilizadas pelo CEMPRE do IBGE. Essa tabela mostra os resultados do cadastro de empresas para os anos de 2006 a 2015 utilizando CNAE 2.0 (nova série) como filtro. Dados possíveis a serem usados são: Unidades locais, Pessoal ocupado total e assalariado, Salários e outras remunerações, por seção, divisão, grupo e classe da classificação de atividades (CNAE 2.0).

Tabela 7 - Quantidade percentual de empresas do UF

Estados	Cenário Otimista	Cenário Base	Cenário Conservador
RO	67	50	33
AC	13	9	6
AM	115	85	55
RR	8	6	4
PA	207	153	99
AP	14	11	8
TO	35	26	16
Total Norte	459	340	221
MA	140	105	69
PI	58	43	28
CE	290	215	139
RN	114	84	54
PB	85	63	41
PE	295	217	138
AL	66	49	32
SE	52	38	25
BA	534	396	259
Total Nordeste	1.634	1.210	785
MG	1.406	1.037	667
ES	345	252	160
RJ	974	712	449
SP	5.413	3.911	2.408
Total Sudeste	8.138	5.912	3.684
PR	1.169	836	504
SC	917	655	393
RS	1.194	865	536
Total Sul	3.280	2.356	1.432
MS	139	102	64
MT	192	140	87
GO	385	279	173
DF	116	86	56
Total Centro Oeste	832	607	381
Total	14.343	10.423	6.503

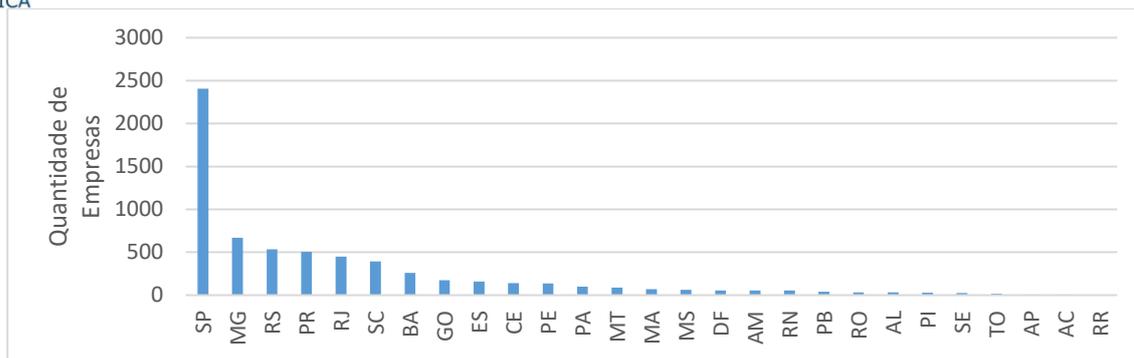


Figura 17- Distribuição de empresas por unidade federativa

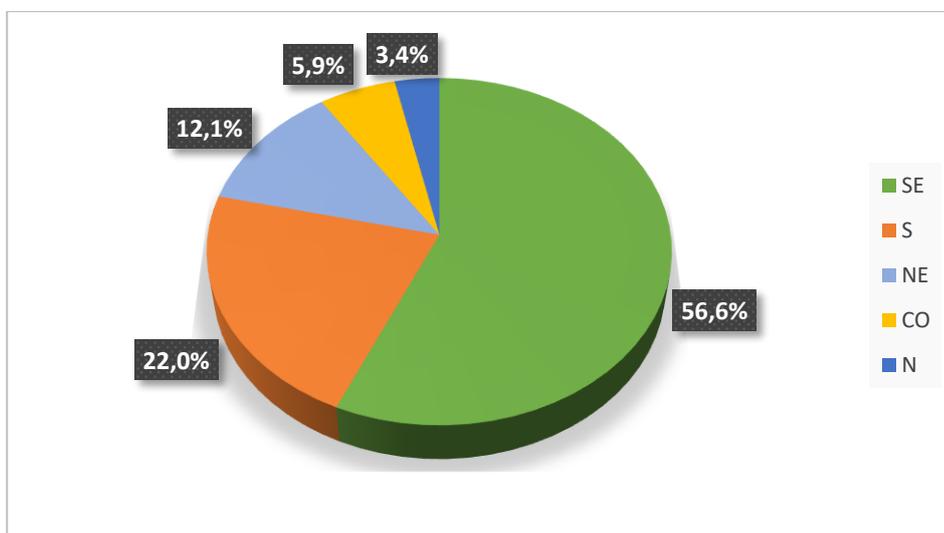


Figura 18 - Distribuição de empresas por região do Brasil

Os resultados obtidos serão analisados apenas para o cenário conservador, já que não é pretendido sobrestimar o mercado de motores reconicionados no Brasil de forma alguma.

Para trabalhos futuros, onde podem ser realizadas as pesquisas de campo, foram pré selecionadas os estados de MG, RJ e SP, estados que contemplam grande parte deste mercado. Entretanto, para que a pesquisa de campo se mostre estatisticamente relevante, também é necessário ter estados de outras regiões do Brasil na amostra. Verificou-se que o RS possui aproximadamente 8% do mercado de reconicionados, sendo um bom estado para entrar na pesquisa. A Bahia poderá representar o Nordeste por ser o estado com maior representatividade de mercado nesta região. Já no centro-oeste, Goiás pode ser o estado escolhido (SOUZA, 2017).

3.4.3 Resultados RAIS vínculos

A fim de conhecer o tamanho das empresas, foi consultado o número de empregados por empresa. O resultado está contemplado na tabela 8 e representado graficamente na figura 20.

Tabela 8 - Quantidade de empresas para cada grupo de funcionários

Cenários	0 Emp	De 1 a 4	De 5 a 9	De 10 a 19	De 20 a 49	De 50 a 99	De 100 a 249	De 250 a 499	De 500 a 999	1000 ou Mais
Cenário Otimista	8805	3486	995	563	339	95	42	13	4	1
Cenário Base	6391	2546	723	406	244	69	30	9	3	1
Cenário Conservador	3978	1606	451	249	149	44	19	5	2	1

Verifica-se que a maioria das empresas recondicionadoras de motores elétricos são de pequeno porte, sendo a maioria delas (61%) não possui empregado algum, ou seja, provavelmente o próprio dono microempreendedor é o técnico rebobinador.

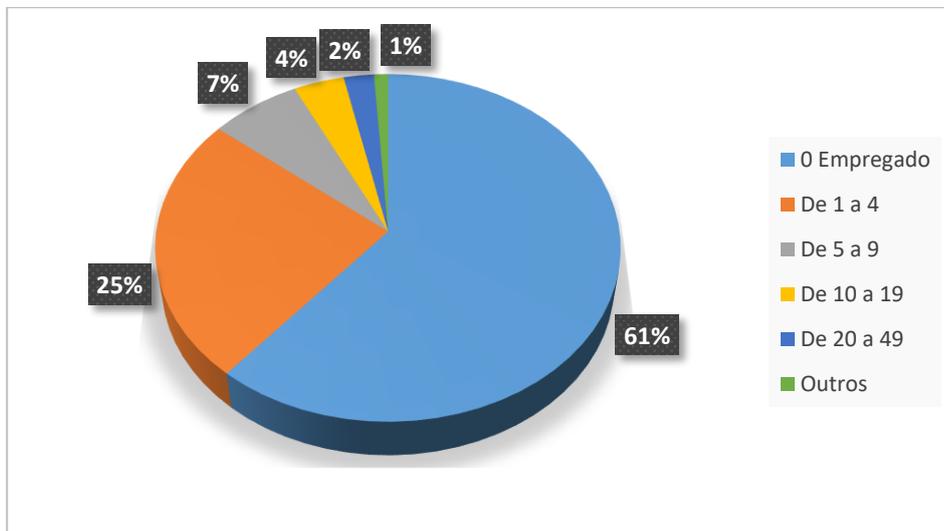


Figura 19 - Quantidade de empresas para cada grupo de funcionários

O nível de qualidade dos motores exigida para comercialização requer uma alta capacidade técnica. Por esta razão, é difícil imaginar um serviço de manutenção bem executado sendo realizado por uma única pessoa ou até mesmo por somente 4 funcionários.

Para entender o tipo de funcionário que trabalha nas empresas estudadas, foram coletados através da RAIS vínculos os seguintes dados: Sexo dos trabalhadores, faixa etária, faixa salarial e escolaridade dos funcionários. Todas as informações contemplam todo o território nacional. Os resultados seguem abaixo:

O setor de manutenção de motores possui o sexo masculino como o de empregados majoritários (85%).

Tabela 9 - Sexo dos trabalhadores

Cenários	Masculino	Feminino
Cenário Otimista	47.154	8.017
Cenário Base	33.978	5.816
Cenário Conservador	20.803	3.615

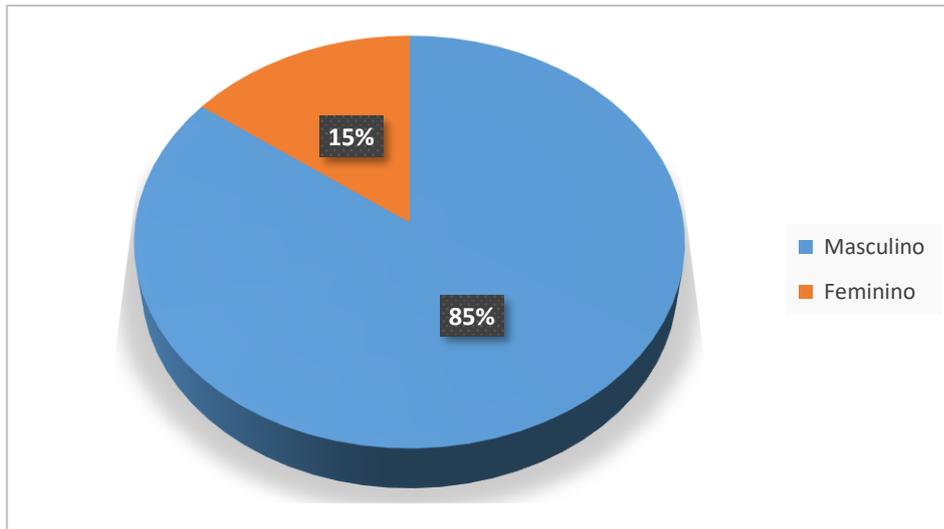


Figura 20- Sexo dos trabalhadores (proporção)

A faixa etária média fica em torno de 35 anos, embora possua muitos funcionários jovens (com idades entre 18 e 29 anos). A figura 21 apresenta a proporção dos agrupamentos por faixa etária apresentado na tabela 10.

Tabela 10 - Quantidade de funcionários por faixa de idade em anos

Cenários	10 a 17	18 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 64	65 ou mais
Cenário Otimista	368	19736	17653	10006	6976	432
Cenário Base	269	14251	12717	7209	5036	313
Cenário Conservador	170	8765	7780	4412	3095	195

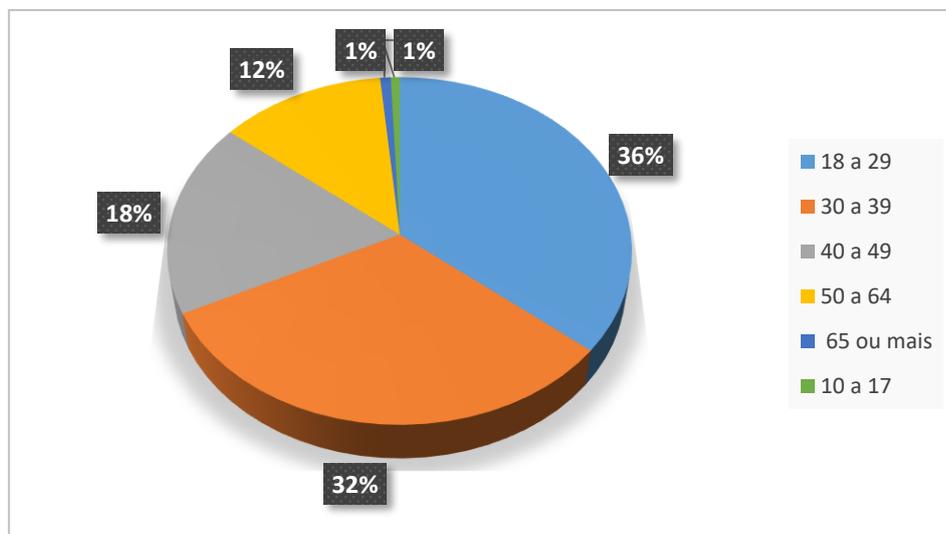


Figura 21 - Proporção da quantidade de funcionários por faixa de idade em anos

Os dados que melhor traduzem o nível técnico das empresas reconcondicionadoras de motores elétricos, no entanto, são os de faixa salarial e escolaridade dos funcionários. A remuneração é predominantemente baixa, tendo a maior parte dos empregados recebendo até 4 salários mínimos (77%). A escolaridade também fica aquém do esperado, tendo a maior parte concluído apenas o ensino médio. Estes resultados podem ser observados na tabela 11 e figura 22.

Tabela 11 - Quantidade de funcionários por faixa salarial

Cenários	Auxiliar	Técnico	Eng. Jr.	Eng. Pleno	Sênior	Outros
	Até 2	3 a 4	5 a 7	8 a 10	Mais que 10	n
Cenário Otimista	21.119	21.340	7.456	2.155	2.206	895
Cenário Base	15.351	15.367	5.348	1.542	1.543	643
Cenário Conservador	9.584	9.393	3.240	930	879	391

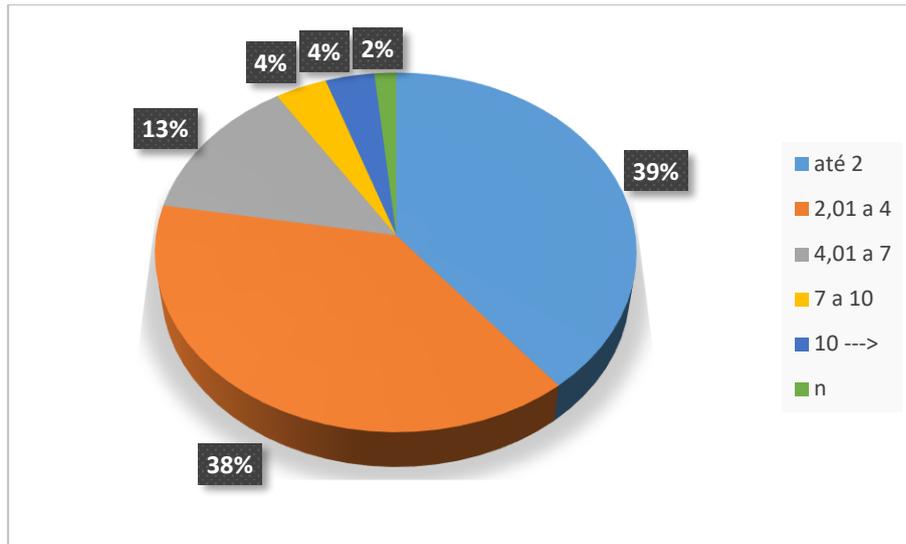


Figura 22 - Quantidade de funcionários por faixa salarial (proporção)

Em relação a escolaridade, pode-se notar na tabela 4.9 que a escolaridade também fica aquém do esperado, tendo a maior parte dos funcionários que trabalham nas empresas que prestam serviços de recondicionamento tendo o nível de concluído o ensino médio (67%). Se somado todos os funcionários que não possuem estudos até os que concluíram o ensino médio é encontrado 91% dos funcionários, como pode ser visto na figura 23.

Tabela 12 - Escolaridade dos funcionários

Cenários	Analfabeto	Fundamental	Ensino Médio	Superior	Mestrado	Doutorado
Cenário Otimista	47	13.416	36.557	5.079	59	13
Cenário Base	33	9.675	26.434	3.600	42	9
Cenário Conservador	19	5.935	16.311	2.122	24	6

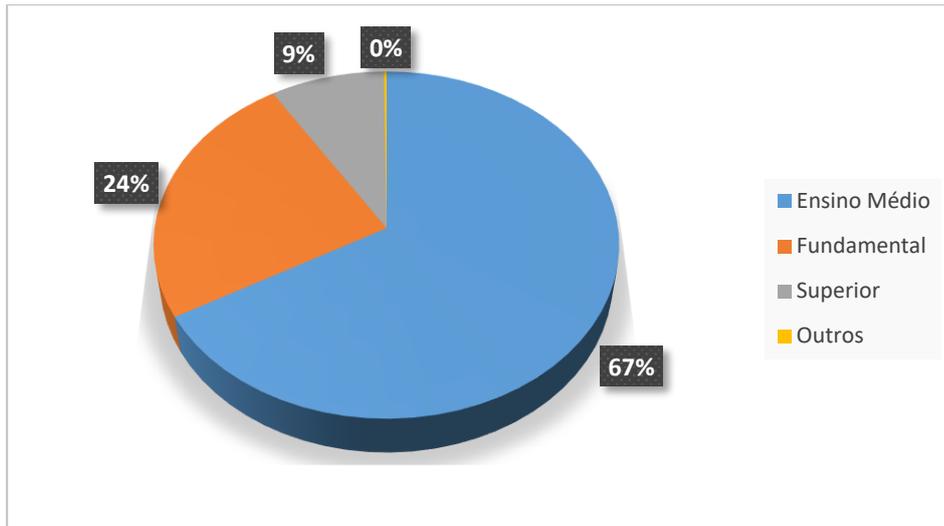


Figura 23 - Escolaridade dos funcionários (proporção)

Como o serviço de recondicionamento de motores exigem mão de obra qualificada, ao olhar o número de pessoas com ensino médio pressupõe-se que a maioria possua, também, ensino técnico, mas ao cruzar os dados de faixa salarial e escolaridade, junto com os dados disponibilizados pelo CREA-RJ de salários destinados as qualificações profissionais, menos de 50% dos funcionários que possuem ensino médio devem ter ensino técnico. Este resultado é reforçado pela quantidade significativa de pessoas recebendo até 2 salários mínimos, salário equivalente a pessoas com cargos de auxiliares (SOUZA, 2017).

3.4.4 Banco de dados do IBGE

Para confirmação dos resultados da RAIS foi realizada a pesquisa na tabela 6450 do CEMPRE (Cadastro Central de Empresas) do IBGE para 2015. Esta pesquisa, no entanto, possui um fator limitante em relação à efetuada no banco de dados da RAIS: o máximo de precisão que ela atinge é a Classe no código CNAE, não chegando na subclasse. Isto impossibilita a separação e contabilização dos resultados obtidos a partir das subclasses que mais se adequam ao estudo. Deste modo, não é possível comparar se o número de empresas estimadas pela pesquisa na RAIS está coerente, mas pode ser utilizado para verificar se as premissas adotadas nesta estão com a ordem de grandeza correta.

A fim de obter um parâmetro confiável de comparação entre os dados obtidos na consulta no banco de dados da RAIS com os dados do IBGE, foi realizada uma nova consulta a este banco de dados utilizando o código CNAE de Classes. Assim, as 19 subclasses separadas se transformam em 6 Classes, conforme Tabela 16, onde mostra-se que os códigos CNAE Classes foram divididos em grupos conforme a mesma metodologia e coloração apresentados na Tabela 2, relativos a facilidade de encontrar empresas que atuem no mercado de venda de motores reconicionados.

Tabela 13 - Divisão do CNAE em Classe e Subclasse

CNAE	Dividindo o CNAE em	
	Classe	Subclasse
3313901	33139	01
3313999		99
3314702	33147	02
3314704		04
3314707		07
3314710		10
3314713		13
3314714		14
3314715		15
3314718		18
3314719		19
3314720		20
3314721		21
3314722		22
3314799		99
3321000		33210
4649401	46494	01
4669999	46699	99
4785799	47857	99

Foi utilizada a mesma metodologia apresentada na seção 3.2, sendo primeiro verificado o número de empresas presentes nas Classes e, depois, montando diversos cenários que seguem a mesma metodologia já utilizada. Ou seja, foram montados cenários Otimista, Base e Conservador, conforme pode ser visto em na tabela 17 apresentados por UF. A quantidade de empresas constantes na base do IBGE está na primeira coluna de cada cenário. Os números da RAIS são apresentados na segunda coluna também para cada cenário e o a diferença percentual entre a estimativa do IBGE e a estimativa da base da RAIS estão na coluna "dif".

Tabela 14 - Comparação de quantidade de empresas entre IBGE e RAIS

UF	Cenário Otimista			Cenário Base			Cenário Conservador		
	IBGE	RAIS	dif	IBGE	RAIS	dif	IBGE	RAIS	dif
Rondônia	149	208	-28,6%	103	144	-28,5%	57	80	-28,3%
Acre	28	36	-21,4%	20	25	-21,2%	11	14	-20,6%
Amazonas	171	267	-35,9%	119	186	-35,8%	67	105	-35,5%
Roraima	17	28	-38,5%	12	19	-38,9%	6	10	-40,2%
Pará	340	496	-31,4%	239	348	-31,3%	138	199	-31,0%
Amapá	21	37	-42,3%	15	26	-43,6%	8	15	-46,9%
Tocantins	111	143	-22,5%	76	98	-21,9%	42	52	-20,2%
Maranhão	191	316	-39,5%	134	222	-39,8%	76	128	-40,5%
Piauí	103	145	-28,8%	71	101	-29,5%	39	57	-31,3%
Ceará	473	655	-27,7%	331	457	-27,6%	189	259	-27,1%
Rio Grande do Norte	188	269	-29,9%	132	188	-29,9%	75	107	-29,7%
Paraíba	152	234	-35,0%	104	161	-35,4%	55	87	-36,4%
Pernambuco	590	825	-28,5%	402	562	-28,5%	215	300	-28,3%
Alagoas	125	175	-28,5%	87	121	-28,8%	48	68	-29,6%
Sergipe	98	136	-28,2%	68	94	-27,9%	38	52	-27,2%
Bahia	850	1.197	-29,0%	598	842	-29,0%	346	488	-29,0%
Minas Gerais	2.394	3.276	-26,9%	1.671	2.284	-26,8%	949	1.291	-26,5%
Espírito Santo	542	740	-26,7%	381	519	-26,7%	219	298	-26,5%
Rio de Janeiro	2.004	2.663	-24,7%	1.369	1.819	-24,7%	735	975	-24,6%
São Paulo	9.732	12.908	-24,6%	6.672	8.841	-24,5%	3.612	4.773	-24,3%
Paraná	2.265	2.933	-22,8%	1.550	2.005	-22,7%	835	1.078	-22,5%
Santa Catarina	1.784	2.316	-22,9%	1.212	1.572	-22,9%	640	829	-22,9%
Rio Grande do Sul	2.231	3.096	-27,9%	1.533	2.122	-27,8%	836	1.149	-27,2%
Mato Grosso do Sul	318	431	-26,2%	222	302	-26,3%	127	173	-26,6%
Mato Grosso	467	647	-27,8%	324	448	-27,7%	181	250	-27,7%
Goiás	807	1.038	-22,3%	556	716	-22,3%	305	393	-22,4%
\Distrito Federal	271	359	-24,7%	185	245	-24,7%	99	131	-24,6%
Total	26.423	35.572	-25,7%	18.185	24.466	-25,7%	9.947	13.360	-25,5%

Pode-se notar que a estimativa do IBGE foi sempre menor, mas os números têm a mesma ordem de grandeza.

Na segunda comparação é verificada a quantidade de funcionários na tabela 18.

Tabela 15 - Comparação de quantidade de funcionários entre IBGE e RAIS

UF	Cenário Otimista			Cenário Base			Cenário Conservador		
	IBGE	RAIS	dif	IBGE	RAIS	dif	IBGE	RAIS	Dif
Rondônia	1.025	842	21,8%	676	557	21,3%	327	272	19,9%
Acre	78	51	54,9%	52	34	52,1%	25	17	43,9%
Amazonas	1.433	1.405	2,0%	995	942	5,6%	558	480	16,3%
Roraima	73	76	-3,0%	48	50	-3,1%	23	24	-3,4%
Pará	2.243	1.699	32,0%	1.549	1.173	32,1%	855	647	32,2%
Amapá	103	103	0,2%	68	70	-2,6%	33	37	-10,4%
Tocantins	443	365	21,2%	300	249	20,7%	158	132	19,5%
Maranhão	1.063	1.276	-16,7%	730	858	-14,9%	396	440	-9,9%
Piauí	575	459	25,2%	378	302	25,2%	182	146	25,1%
Ceará	3.263	3.749	-13,0%	2.242	2.658	-15,7%	1.220	1.568	-22,2%
Rio Grande do Norte	1.073	849	26,5%	740	594	24,5%	406	340	19,5%
Paraíba	748	594	26,0%	504	398	26,6%	259	202	28,4%
Pernambuco	4.058	3.085	31,6%	2.781	2.105	32,1%	1.504	1.125	33,6%
Alagoas	714	798	-10,5%	493	537	-8,1%	273	277	-1,3%
Sergipe	502	399	25,9%	344	271	27,2%	186	142	31,0%
Bahia	6.947	4.742	46,5%	4.887	3.309	47,7%	2.827	1.876	50,7%
Minas Gerais	20.557	12.154	69,1%	14.554	8.498	71,3%	8.551	4.843	76,6%
Espírito Santo	4.381	5.333	-17,9%	3.087	3.771	-18,2%	1.793	2.210	-18,9%
Rio de Janeiro	19.279	14.192	35,8%	13.263	9.769	35,8%	7.247	5.346	35,5%
São Paulo	58.956	43.178	36,5%	40.009	29.167	37,2%	21.062	15.156	39,0%
Paraná	12.912	8.010	61,2%	8.875	5.486	61,8%	4.838	2.962	63,3%
Santa Catarina	9.634	6.017	60,1%	6.511	4.049	60,8%	3.388	2.082	62,8%
Rio Grande do Sul	11.046	6.428	71,9%	7.645	4.434	72,4%	4.243	2.440	73,9%
Mato Grosso do Sul	1.525	1.022	49,2%	1.073	710	51,1%	621	399	55,8%
Mato Grosso	1.964	1.413	39,0%	1.344	977	37,6%	725	541	33,9%
Goiás	4.482	4.026	11,3%	3.101	2.766	12,1%	1.719	1.506	14,2%
Distrito Federal	1.397	1.079	29,4%	935	719	30,0%	473	359	31,7%
Total	170.532	123.341	38,3%	117.222	84.454	38,8%	63.912	45.566	40,3%

Conforme pode ser visto, o resultado do IBGE é 40,3% superior ao do RAIS. A razão desta discrepância pode ser explicada por a base da RAIS ter como foco o cadastro anual total de todos os funcionários das empresas existentes no Brasil, já o CEMPRE a tem como objetivo o cadastro de empresas, portanto o RAIS tem como essência ser mais rigoroso no registro do número de funcionários existentes.

Na comparação de salários mensais, tabela 19, os números do IBGE foram aproximadamente 58% menores que o RAIS. Uma diferença bastante expressiva. O motivo desta discrepância pode ser notado na pesquisa por subclasse do RAIS do item 3.4.3, tabela 11. Nela é mostrado que a maioria das pessoas recebem de 0 a 4 salários, mas há um pequeno grupo que recebe valores acima de 10 salários que estão distorcendo o valor de salário médio. Esse pequeno grupo provavelmente é composto pelos salários dos empresários.

Tabela 16 - Comparação de salário mensal dos funcionários entre IBGE e RAIS (CNAE Classe)

Cenários	IBGE	RAIS	dif
Cenário Otimista	R\$ 2.331,61	R\$ 5.566,94	-58,12%
Cenário Base	R\$ 2.328,65	R\$ 5.586,47	-58,32%
Cenário Conservador	R\$ 2.320,75	R\$ 5.639,36	-58,85%

Para uma melhor comparação dos salários médios dos trabalhadores em empresas reconcondicionadoras, foi separada aproximadamente 93% da população do RAIS subclasse (remuneração de 0 a 10 salários mínimos) e comparado com o IBGE. O resultado é bem próximo entre RAIS Subclasse (93%) e IBGE, sendo que o salário estimado pelo IBGE é 13% menor que o cadastrado no RAIS.

Tabela 17 - Comparação de salário mensais dos funcionários entre IBGE e RAIS (CNAE Subclasse com 93% da população)

Cenários	IBGE	RAIS (Subclasse)	dif
Cenário Otimista	R\$ 2.331,61	R\$ 2.691,95	-13,39%
Cenário Base	R\$ 2.328,65	R\$ 2.689,64	-13,42%
Cenário Conservador	R\$ 2.320,75	R\$ 2.684,40	-13,55%

Assim, conclui-se que há algumas discrepâncias entre o cadastro de empresas do IBGE e o RAIS, mas em termos de número apresentaram uma mesma ordem de grandeza. A base do RAIS mostrou-se uma ferramenta mais efetiva de pesquisa, pois ela consegue mostrar os resultados de forma separada, conseguindo distinguir e contabilizar valores usando CNAEs subclasses, onde o IBGE acaba generalizando, já que os resultados são somente divididos até a Classe.

4 Pesquisa Qualitativa e Resultados

A metodologia utilizada para essa análise foi a da entrevista em profundidade e envolveu tanto critérios diretos quanto indiretos. Foi previamente aprovado um roteiro de perguntas de forma a cobrir todos os pontos a serem pesquisados. Entrevistas com os responsáveis dos estabelecimentos pautadas por este roteiro é o critério direto desta pesquisa. O roteiro utilizado se encontra disponível no Anexo 1 deste trabalho.

Dentre os critérios indiretos, podemos citar desde a simples observação do local, comparando o que é dito pelo entrevistado com o que é observado "in loco", até a dedução lógica embasada em informações de mercado.

Para evitar respostas desonestas ou coibição dos entrevistados, o cliente que encomendou a pesquisa não fica sabendo quem é o entrevistado. Ou seja, esta pesquisa em profundidade é completamente confidencial.

As oficinas estavam cientes do fato de que se tratava de uma pesquisa que, embora mencionada como acadêmica, obviamente inibiu um pouco mais os entrevistados com relação às questões mais "indiscretas". Da mesma forma, também diminuiu o acesso da pesquisadora às partes mais sensíveis da oficina.

4.1 Critérios para classificação das empresas

As entrevistas ocorreram em uma grande empresa, 6 empresas de médio porte e 3 empresas pequenas. Para efeito de padronização da terminologia adotada, foram adotados os seguintes critérios (SOUZA, 2017):

- "Pequenas empresas" - Empresas não autorizadas para nenhuma marca, com menos de 4 funcionários, reduzido espaço físico (ou espaço grande a céu aberto) e apenas um equipamento mínimo para a execução do condicionamento.
- "Médias empresas" - Foram consideradas aquelas acima de 4 funcionários, oficinas maiores e mais bem cuidadas e equipamentos um pouco além do mínimo. Todas apresentaram algum credenciamento, mesmo que para marcas pequenas.
- "Grandes empresas" - Apenas uma empresa, que tem 120 funcionários, dois enormes galpões e equipamento com alto índice de sofisticação, foi considerada grande. A empresa em questão era credenciada de uma grande empresa do mercado de motores.

Todas as empresas afirmaram que não vendem motores reconicionados, apenas os consertam. Entretanto, esta entrevista também busca identificar se esta informação confere.

4.2 Resultados da pesquisa qualitativa

Neste item serão analisados os resultados das entrevistas feitas nas 10 empresas caracterizadas anteriormente. Será apresentado o diagnóstico geral das pesquisas e a compilação dos resultados por cada um dos itens constantes no Roteiro, presente no Anexo I.

4.2.1 Situação do mercado

Pesquisas anteriores mostraram que o mercado de motores novos estava perdendo clientes para os reconicionados. Hoje, tanto os novos (de qualidade) quanto os reconicionados (em oficinas credenciadas ou informais) estão perdendo aceleradamente mercado para um terceiro elemento que vem conquistando uma parcela cada vez mais significativa do mercado: os motores chineses de baixa qualidade, que aqui chamaremos de BQ (SOUZA, 2017).

Todos os entrevistados centraram seus discursos tendo como base a questão deste novo mercado que vem crescendo dos motores BQ, mesmo quando não havia perguntas direcionadas neste sentido. Estes motores apresentam carcaça fraca, alta ocorrência de oxidação, problemas de superaquecimento e materiais de segunda linha.

O consumidor desavisado opta por motores BQ devido seu baixo custo, não levando em consideração sua vida útil. Os entrevistados chegaram a chamar estes motores de “descartáveis”, feitos para durar apenas 2 ou 3 anos. O conserto destes motores é difícil e nem todas as oficinas prestam serviços de manutenção a eles. Isso ocorre devido a principalmente dois fatores: um deles é o fato de que a carcaça desses motores BQ normalmente é blindada; e o outro é que o fio de alumínio que possibilitaria o rebobinamento desses motores não é vendido em quantidades pequenas e adequadas ao varejo, mas apenas em grandes bobinas. Dessa forma, quem se arrisca a consertar um motor desse tipo acaba tendo que rebobina-lo com cobre, o que encarece bastante o serviço, tanto para prestador de serviço quanto para o consumidor.

Por outro lado, tentando competir em preço com os motores BQ, as marcas de primeira linha estão decaindo em qualidade, segundo os entrevistados. Ou seja, o acréscimo desse terceiro protagonista, motores BQ, no mercado provocou reações que estão apontando para algumas iminentes modificações no mercado, segundo os entrevistados:

- Extinção da venda de motores rebobinados;
- Extinção do rebobinamento de motores abaixo de 7 HP;
- Queda crescente de qualidade na fabricação de motores novos de boas marcas para competirem em preço com os BQ;
- Diminuição da percepção dos profissionais de reconicionamento de que os motores que rebobinam são energeticamente menos eficientes que um motor novo (na verdade, alguns passaram a achar que seu serviço inclusive chega a ser melhor do que o original feito num motor BQ);
- Insatisfação e prejuízo para os clientes de motores novos e reconicionados.

4.2.2 Resultado das entrevistas

A seguir, serão compiladas as declarações dos entrevistados e as conclusões alcançadas, seguindo o roteiro preparado pela equipe da PUC-Rio (SOUZA, 2017).

a) Características para a classificação da empresa:

Todas as empresas visitadas trabalham tanto com motores monofásicos quanto trifásicos em todas as faixas de potência, e apenas consertam motores usados, não os revendem (nem em suas lojas nem pela Internet).

A maioria das empresas não demonstrou qualquer preocupação com relação à idade dos motores que recupera, ou mesmo à quantidade de rebobinagens por que passaram. Para eles, o critério observado para a aceitação de um trabalho é a avaliação do profissional de que é possível realizar um trabalho de qualidade, que deixe o cliente satisfeito, que dure, que mantenha a eficiência, e que

compense financeiramente, independentemente da idade do motor ou do número de recondiçõamentos feitos.

As oficinas menores têm o costume de oferecer serviços em domicílio. As de médio porte oferecem serviços em caráter de urgência. Os prazos de entrega variam de acordo com o tipo de serviço (média de 3 a 5 dias).

As empresas pequenas trabalham geralmente para clientes privados, não empresas. Já as médias possuem médios e grandes clientes empresariais, embora esse número esteja diminuindo para todos os segmentos, já que até as empresas maiores também estão preferindo comprar motores BQ a recondiçõar os seus antigos.

É interessante notar que, para grandes potências, os motores BQ não foram apontados como sendo tão ruins quanto os de baixa potência. Ou seja, o cliente empresarial não foi assim tão prejudicado com a aquisição de motores BQ quanto o cliente pessoa física.

Em todos os casos, a maioria dos clientes elegeu como defeito de maior incidência a queima do motor, devido a razões que variam de falta de fase e sobrecarga a má utilização por parte do cliente.

b) Treinamento da equipe:

Nas empresas "pequenas", o que normalmente ocorre é um quadro composto por um ou dois funcionários mais antigos com formação profissionalizante e muita experiência que treinam novos funcionários.

Já as empresas "médias" (normalmente credenciadas por marcas diversas) costumam trabalhar com técnicos formados em cursos profissionalizantes. Além disso, costumam receber treinamento das fábricas das quais são representantes autorizadas para o caso de novos produtos.

A única empresa "grande" entrevistada é credenciada por uma grande fabricante do mercado e tem como funcionários técnicos formados que recebem treinamento anual da fábrica.

Todos afirmaram aplicar os conhecimentos adquiridos modificando alguns procedimentos a que estavam habituados.

c) Produtos e Equipamentos Utilizados:

Todos declararam possuir e trabalhar com os equipamentos mínimos necessários para que o serviço seja realizado de maneira correta, embora equipamentos mais caros e/ou sofisticados não estivessem presentes na maioria das médias e pequenas empresas visitadas. Os proprietários deram a entender que alguns equipamentos maiores teriam um custo proibitivo para suas empresas.

Todos afirmaram que utilizam peças originais e vernizes adequados às temperaturas de trabalho dos motores, mas isso foi impossível de confirmar através de uma inspeção visual. No entanto, isso é bem possível, já muitas dessas empresas eram autorizadas de boas marcas, o que aponta para uma obrigatoriedade de uso de peças originais. Note-se, no entanto, que peças originais não significam necessariamente peças de boa qualidade, já que é voz corrente que essas peças, anteriormente de marcas de primeira linha, aos poucos estão sendo substituídas por peças de segunda linha.

d) Motores à prova de explosão?

Apenas a empresa de grande porte dentre as entrevistadas admitiu estar qualificada para lidar com esse tipo de motores. As demais afirmaram que não realizam nenhum tipo de serviço em motores à prova de explosão.

e) Garantia

A maioria oferece a garantia padrão de 3 meses. Houve apenas duas exceções: uma das empresas de médio porte (que disse confiar plenamente na qualidade do seu serviço) e a empresa de grande porte, que inclusive aumentou sua tradicional garantia de 3 para 6 meses como forma de atrair novos clientes.

f) Credenciamento

Apenas 3 empresas não apresentaram nenhum tipo de credenciamento (as de pequeno porte). As outras sete apresentavam algum credenciamento, dado por marcas diversas, mesmo que por alguma marca bem inferior.

g) Meio-ambiente

Todas as empresas foram unânimes no discurso de que um motor mal reconicionado perde muito em eficiência energética, mas nenhuma delas se enxerga nessa situação. Todas acreditam que os motores que reconicionam saem de suas oficinas com a exata configuração de fábrica (para isso são feitos os testes de fase, "amperagem", "voltagem", etc.) e, portanto, mesma eficiência. Para o caso específico de reconicionamento de motores BQ a percepção é de que os motores saem de suas mãos muito melhores, mais seguros e eficientes do que saíram de suas fábricas.

h) Satisfação dos clientes

Todos os entrevistados afirmaram que possuem excelente credibilidade no mercado, e que seus clientes estão perfeitamente satisfeitos, lhes sendo fieis.

Admitem uma queda percentual nos negócios (a única grande empresa entrevistada chegou a admitir 15% de queda), mas atribuem a culpa por essa situação a diversos outros fatores, como os motores BQ, os altos impostos pagos pelas oficinas de reconicionamento, a falta de incentivos governamentais para que as grandes empresas se instalem no estado, provocando evasão de antigos clientes, e até a falta de ensino profissionalizante na área, encarecendo a contratação de funcionários qualificados.

i) Lei e multa

Nenhum dos entrevistados admitiu vender motores reconicionados, apenas novos. Até onde a pesquisadora pode observar através de inspeção visual do local essa informação lhe pareceu correta, à exceção de uma das empresas.

j) Incentivos

Dentre as empresas que não apresentavam nenhum tipo de credenciamento (três das dez), a pesquisadora não pode sentir nenhum tipo de possível motivação para que o fizessem, tendo em vista que os obstáculos apresentados para o não-credenciamento foram bastante contundentes e difíceis de serem contornados, tratando-se de posições bastante fechadas e definitivas e que variavam entre falta de dinheiro, não encarar o credenciamento como o melhor tipo de propaganda e até uma certa desilusão do mercado e vontade de encerrar o negócio.

4.3 Considerações da pesquisa qualitativa

Essa conclusão é baseada nas informações prestadas pelos entrevistados de acordo com sua percepção e podem não corresponder aos fatos em si.

A principal conclusão que se chegou com esta pesquisa é que existe um mercado de motores chineses de péssima qualidade e baixíssimo preço em ascensão. Na percepção dos entrevistados, estes motores praticamente descartáveis, que superaquecem, oxidam com facilidade e possuem uma carcaça fraca. Nesses motores o enrolamento de cobre foi substituído por alumínio. Além disso, as peças importantes para o seu bom funcionamento são de qualidade bem inferior a dos motores de marcas reconhecidas.

Esses motores (que foram tratados nesse relatório como BQ – Baixa Qualidade) desincentivam o reconicionamento, tanto pela questão custo/benefício quanto por dificuldades físicas, como carcaça blindada e alumínio indisponível para aquisição pelas oficinas em quantidades menores para o rebobinamento.

Esse fato está traçando um novo perfil do mercado de motores brasileiro, tanto das oficinas que realizam o recondicionamento de motores (seja de forma correta ou incorreta), quanto das fábricas de motores novos, que primavam até então pela excelência de seus produtos.

A revenda de motores reconicionados (já abandonada por todos os entrevistados), assim como o recondicionamento de motores até 7 HP parecem estar com os dias contados. As fábricas de motores novos de outras nacionalidades já começam a baixar o nível de qualidade de seus produtos, tentando competir em preço com os chineses. Algumas destas empresas já substituíram o cobre em motores menores, em partes do estator e está usando rolamentos e outras peças de segunda linha, o que não ocorria anteriormente.

O preço de um bom recondicionamento, com equipamentos e materiais originais e feito por profissionais se aproximou demais do preço de um motor BQ novo. O cliente prefere investir uns "tantos reais" a mais e comprar um novo do que recondicionar. Ou seja, mesmo que o investimento venha a se mostrar ruim a médio prazo, num primeiro momento tanto os motores novos de qualidade quanto os reconicionados estão perdendo clientes.

Os entrevistados têm a percepção de que recondicionar um motor de forma errada reduz a sua eficiência energética e é prejudicial ao meio ambiente. Só não se veem nessa situação. Todos acreditam que os motores que recondicionam mantêm exatamente as mesmas características de fábrica e afirmam que fazem os testes após o rebobinamento e o motor só é liberado quando apresenta os valores de fábrica.

Quase todos afirmaram que os motores BQ reconicionados por eles saem com uma qualidade e eficiência bem maiores do que quando entraram. Ou seja, os parâmetros de percepção de qualidade dos reconicionados foram alterados com o advento dos motores BQ. Criou-se junto a essas empresas um sentimento de que o seu serviço por vezes é até melhor do que o oferecido pelas fábricas de motores novos.

Foi bastante citado o fato de que ao recondicionar um BQ o profissional acaba por substituir o alumínio por cobre, e até algumas peças de segunda linha por de primeira (foram principalmente citados os rolamentos).

É bem verdade que esse "zelo profissional" aparentemente não é movido apenas por uma decisão voluntária das oficinas, mas também pelo fato de que o fio de alumínio não é encontrado à venda em quantidades pequenas capazes de atender às necessidades do varejo, apenas em grandes bobinas.

5 Eficiência Energética

Neste capítulo, será abordado o caminho para o cálculo da estimativa da perda de eficiência energética. Como ainda não foi possível ter a pesquisa quantitativa, não há informações suficientes para obter um resultado desta estimativa.

5.1 Dados necessários

Para obter uma estimativa da perda de eficiência energética causada por motores elétricos reconicionados, são necessários os seguintes dados:

- Consumo de energia no Brasil em 2016;
- Parcela do consumo do setor industrial;
- Parcela de consumo motriz nas indústrias;
- Fatia de mercado de motores das empresas que reconicionam motores (ainda não é possível estimar este dado, visto que não ocorreu a pesquisa quantitativa);
- Estimativa da perda de rendimento médio de um motor recuperado (também não é possível estimar ainda, visto que a qualidade do reconicionamento só poderá ser estimada com a pesquisa quantitativa).

5.2 Perda de eficiência energética

O Balanço Energético Nacional (EPE, 2016) fornece dados importantes para estimar a parcela do mercado de motores no Brasil. A tabela 21 foi extraída deste relatório.

Tabela 18 - Consumo de energia elétrica no Brasil em MWh

REGIÃO/CLASSE	EM DEZEMBRO			ATÉ DEZEMBRO		
	2016	2015	%	2016	2015	%
BRASIL	38.717	38.539	0,5	460.001	464.402	-0,9
RESIDENCIAL	11.358	11.067	2,6	132.893	131.024	1,4
INDUSTRIAL	13.453	13.327	0,9	164.034	168.859	-2,9
COMERCIAL	7.562	7.821	-3,3	88.185	90.416	-2,5
OUTROS	6.344	6.324	0,3	74.889	74.103	1,1

Fonte: Balanço Energético Nacional – EPE, 2016

O consumo industrial no Brasil para o ano de 2016 foi da ordem de 164 TWh, o que corresponde a cerca de 35,7% da energia total consumida para este ano.

O PNE 2030 indica que o consumo motriz é responsável por 68% da energia consumida no setor industrial. Por estes dados, é possível estimar que o consumo motriz no Brasil é da ordem de 111,52 TWh, valor este que representa 68% de 164 TWh.

Não há como estimar os outros dados que faltam para calcular a perda de eficiência energética causada por motores recuperados, visto que não houve uma pesquisa quantitativa. Apenas para efeitos de demonstrar o quanto o reconicionamento de motores elétricos de baixa qualidade é preocupante, serão utilizados os mesmos dados estimados na pesquisa realizada pela PUC-Rio em 2012 para as

variáveis que não são possíveis calcular sem a pesquisa quantitativa. Nesta pesquisa, foi estimado que cada empresa recondicionadora vende 83 motores reconicionados por mês, em média.

A consulta ao banco de dados da RAIS no cenário mais conservador indicou que existem 6503 empresas que realizam serviços de manutenção em motores no Brasil. Considerando que cada uma vende 83 motores por mês, chega-se a um total de 6.476.988 motores reconicionados vendidos por ano no Brasil.

Em 2010, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), foram comercializados 762.234 motores no Brasil. Trazendo este resultado para 2016, considerando um aumento de 6,2% de vendas ao ano (média histórica de aumento de venda de motores), chega-se a um total de 1.093.541 motores comercializados. Este dado não deve ser verdadeiro, visto que as vendas devem ter recuado devido à crise econômica enfrentada pelo Brasil, além da entrada dos motores chineses que ainda não foi estimada. Porém, a fim de uma estimacão bem conservadora, será utilizado este valor.

Em 2012, ainda segundo a ABINEE, foram comercializados 107.877 motores importados. A pesquisa qualitativa revelou que pode estar havendo um aumento de compras de motores importados chineses. Isto pode ser considerado apenas como suposição por enquanto, haja vista que ainda não foi realizada a pesquisa quantitativa para confirmar essa informacão. A fim de simplificacão, será utilizada uma taxa de importacão de motores de 10%. Assim, chega-se a um total de 157.942 motores importados no Brasil em 2016. Deste modo, o mercado de motores elétricos no Brasil é estimado de acordo com o gráfico a seguir:

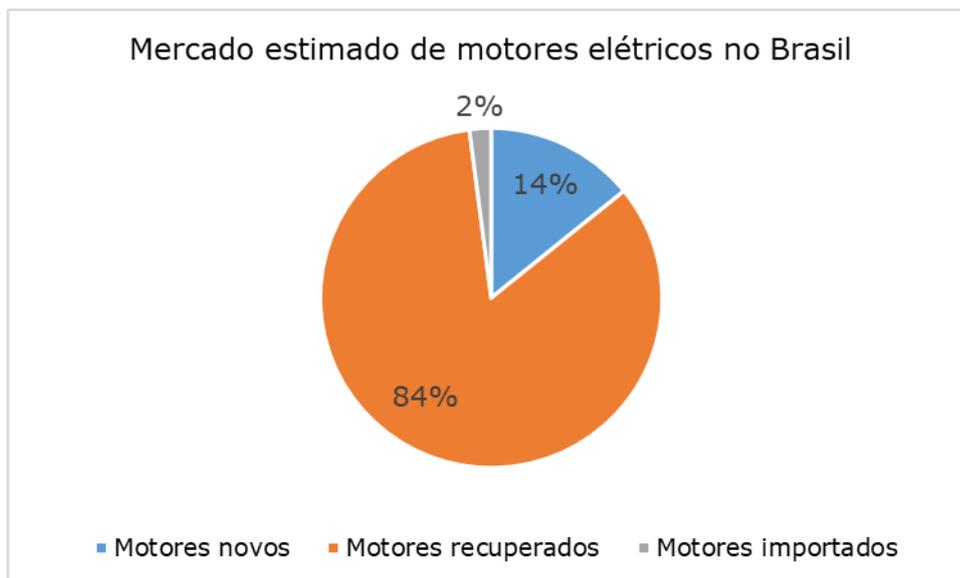


Figura 24 - Mercado estimado de motores elétricos no Brasil

Percebe-se que os motores recuperados representam 84% do total de motores em circulacão no Brasil. Vale mais uma vez lembrar, no entanto, que este é um cenário conservador e não deve representar exatamente a realidade. Além disso, deve-se considerar a entrada dos motores chineses que apareceu na pesquisa qualitativa realizada pela PUC-Rio.

A fatia de mercado dos motores reconicionados, em termos energéticos, é obtida através do produto entre o consumo de energia motriz brasileiro (111,52 TWh) e a fatia de mercado de motores recuperados (84%). Com isto, chega-se ao resultado de 93,68 TWh.

A pesquisa da PUC-Rio realizada em 2012 também revelou que a perda de rendimento causada pelo reconicionamento de motores elétricos é de 8,7% em um cenário conservador. A perda de energia pode ser calculada através do produto entre a perda de rendimento (8,7%) e o consumo do



mercado de motores recuperados (93,68 TWh). Chega-se a uma perda de energia de 8,12 TWh no ano de 2016. Isto representa aproximadamente 1,8% de toda a energia consumida no ano de 2016.

6 Conclusão

O presente trabalho obteve êxito em propor uma nova metodologia para estimar o número de empresas reconcondicionadoras de motores elétricos no Brasil. A consulta ao banco de dados da RAIS mostrou ser um meio eficiente de busca e apresentou resultados coerentes. Constatou-se que o mercado de motores recuperados é muito maior do que foi encontrado na pesquisa realizada pela PUC-Rio em 2012, mostrando ser bem preocupante o cenário deste tipo de serviço no país.

A consulta realizada ao banco de dados da RAIS também foi eficiente ao traçar um perfil geral dos funcionários que atuam no ramo de reconcondicionadoras de motores. Foi constatada que a maior parte das empresas é de porte pequeno, a maioria delas não possuindo nenhum funcionário. A média de funcionários é de 4 por empresa, havendo uma remuneração baixa. Isto indica que, além de poucos funcionários, a mão de obra não é suficientemente qualificada.

A construção de motores elétricos é de extrema dificuldade. São necessários muitos equipamentos e mão de obra qualificada para que os motores apresentem eficiência energética compatível com o que exige a legislação vigente. Tendo como parâmetro o que foi visto no resultado da consulta ao banco de dados da RAIS, as empresas que recuperam motores não possuem pessoal suficiente para executar um trabalho de qualidade, indicando que provavelmente a maioria delas executa manutenção ruim em motores.

Ao visualizar o tamanho do mercado de motores recuperados e o nível dessas empresas através da consulta ao banco de dados da RAIS, constata-se ser preocupante o impacto de perda de eficiência energética causada por este tipo de serviço. Observa-se uma necessidade urgente de novas medidas para fiscalizar e coibir a recuperação de motores de baixa qualidade.

Através da pesquisa qualitativa, ficou sugerido que um novo agente está ingressando no mercado de motores de forma acelerada: a importação de motores chineses de baixa qualidade. Uma sugestão de novo trabalho futuro seria o estudo deste mercado no Brasil, mensurando o impacto negativo de eficiência energética que este novo setor causa.

Para dar continuidade a este trabalho e alcançar um dimensionamento de impacto de eficiência energética no Brasil mais próximo à realidade, considerando os motores chineses que podem ter invadido o mercado nacional. Para tanto, é necessária uma pesquisa quantitativa a fim de atualizar o mercado de motores reconicionados no país de forma mais exata, além de estimar a entrada deste novo player no mercado nacional, o motor chinês (motor BQ). Além disso, também seria importante consultar os compradores de motores recuperados para entender seus motivos por adquirirem tais produtos, assim como o nível de consciência acerca da perda de eficiência energética que tais motores causam. Com a atualização de parte do estudo de 2012, chega-se a uma estimativa prévia da perda de energia em torno de 8,12 TWh no ano de 2016, representando aproximadamente 1,8% de toda a energia consumida neste ano.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7034: Materiais Isolantes Elétricos. Rio de Janeiro: ABNT, 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17094: Máquinas Elétricas Girantes. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

CEZÁRIO, C. A. Transient Thermal Analysis Of An Induction Electric Motor. 18º Congresso Internacional de Engenharia Mecânica, Ouro Preto, 2005.

CEMPRE – Cadastro central de empresas. Pesquisa 6450 - Unidades locais, pessoal ocupado total e assalariado em 31.12, salários e outras remunerações, por seção, divisão, grupo e classe da classificação de atividades (CNAE 2.0). Site informativo contendo informações a respeito do Cadastro Central de Empresas. Acesso em 29 de setembro de 2017. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6450>

GILIO, A. S. Máquinas de Indução Trifásicas 9ª edição. Érica, 2003.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego. Site contendo o programa de consulta aos dados da RAIS. Acesso em 30 de setembro de 2017. Disponível em <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/inicial.php>

OLIVEIRA, J. G. S. M. Materiais usados na construção de motores elétricos, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais. Site informativo contendo informações a respeito da RAIS. Acesso em 29 de setembro de 2017a. Disponível em <http://www.rais.gov.br/sitio/sobre.jsf>

REVIMAQ, A evolução na eficiência energética de motores elétricos. Site de empresa de assistência técnica com conteúdo informativo acerca da evolução na eficiência energética de motores elétricos. Acesso em 15 de novembro de 2017. Disponível em <http://www.revimaq.com/noticia/a-evolucao-na-eficiencia-energetica-de-motores-eletricos>

SOUZA, R. C. Pesquisa Mercadológica sobre Motores Recondicionados: Uma proposta para o órgão regulador, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

SOUZA, R. C. Identificação dos estabelecimentos que recondicionam motores no Brasil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

SOUZA, R. C. Pesquisa qualitativa com as empresas que prestam serviços de recondicionamento de motores, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017

WEG Equipamentos S/A, Motores Síncronos, Jaraguá do Sul, 2015.

WEG Equipamentos S/A, Motor Elétrico Trifásico. Catálogo Técnico Mercado Brasil, Jaraguá do Sul, 2016.

Anexo I – Roteiro para as entrevistas

O presente roteiro foi preparado pela equipe da PUC-Rio e posteriormente discutido com os especialistas do Ministério de Minas e Energia e do Procobre. A ideia central era passar por todos os pontos ressaltados no roteiro para que a pesquisa pudesse ser o mais abrangente possível.

a) Características para a classificação da empresa.

Faixa de potência? Trifásicos ou monofásicos
Só recondiciona ou recondiciona para vender?
Equipamentos adequados?
Vende motores pela Internet?
Qual a idade média dos motores que recondiciona?
Quantas vezes aceita fazer o recondicionamento?
Em que prazo consegue devolver o motor para o cliente?
Recondiciona motores para empresas grandes ou conhecidas?
Quais os principais defeitos dos motores elétricos que recebem?

b) Treinamento da equipe.

Realiza treinamento? Em caso positivo, aplicaram os conhecimentos adquiridos, obtendo equipamentos necessários ou modificando procedimentos? Em caso negativo, por quê?
O treinamento é feito por funcionários mais antigos?
O treinamento é feito por técnicos formados?
O treinamento é feito por fabricantes?

c) Produtos e Equipamentos utilizados.

Utiliza produtos e peças originais para fazer o recondicionamento dos motores?
Utiliza verniz Classe H?
Utiliza peças originais ou peças "genéricas"?
Utiliza todos os equipamentos adequado (e.g.: Para Loop Teste, Impregnadora a Vácuo, Estufas, etc.) indicados?
Se não utiliza, por quê?

d) Motores à prova de explosão?

Que cuidados observa no recondicionamento desse tipo de motores no quesito segurança?
Já ouviu falar na norma ABNT NBR IEC 60079-19? É certificado por ela?
Tem noção da responsabilidade civil decorrente de algum acidente devido a um recondicionamento inadequado?

e) Garantia.

Que garantia oferece a seus clientes?

f) Credenciamento.

Por que não se credencia?
Possui a ISO 9001?

g) Meio-ambiente.

Encara o fato de reciclar um motor como um cuidado com o meio-ambiente?
Tem noção de que o aumento de gasto com a energia (desperdício) é um fator de agressão ambiental?

h) Satisfação dos clientes.

Os clientes se preocupam ou se queixam com relação ao consumo de energia?
Sabe que o consumo aumenta quando um motor é mal-condicionado?
Que a eficiência dos motores recondicionados diminui? Em quantos por cento?



Informa isso aos clientes?

Esses desenvolvem fidelidade para com a empresa?

Tem noção do marketing negativo que representa um trabalho mal feito?

i) Lei e multa.

Sabe que existe uma nova lei que proíbe comercializar motores com eficiência abaixo da *Premium*?

Sondar com relação a possíveis multas. Ver a reação com a questão custo/benefício entre a multa e o lucro mais fácil e imediato de um trabalho fora das normas.

j) Incentivos.

De que incentivos precisaria para trabalhar corretamente? Peças e produtos mais baratos? Campanha de Esclarecimento? Multa?

Gostaria de ter treinamento gratuito dos funcionários?

Falar sobre a lei e a fiscalização.