

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA
REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE**

ANA CARLA BITTENCOURT REIS

Orientadora: Prof^a. Ana Paula Cabral Seixas Costa, DSc

Co-Orientador: Prof. Adiel Teixeira de Almeida, PhD

RECIFE, OUTUBRO / 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA
REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

ANA CARLA BITTENCOURT REIS

Orientadora: Prof^ª. Ana Paula Cabral Seixas Costa, DSc

Co-Orientador: Prof. Adiel Teixeira de Almeida, PhD

RECIFE, OUTUBRO / 2007

R375u Reis, Ana Carla Bittencourt

Diagnóstico da gestão da manutenção na região metropolitana de Recife / Ana Carla Bittencourt Reis, - Recife: O Autor, 2007.
xv, 117 folhas, il : figs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2007.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia de produção. 2. Gestão de manutenção. 3. Estratégia de manutenção 4. Planejamento da manutenção I. Título.

UFPE

658.5

CDD (22. ed.)

BCTG/2007-151



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE

ANA CARLA BITTENCOURT REIS

***“Diagnóstico da Gestão da Manutenção na Região
Metropolitana de Recife”***

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PESQUISA OPERACIONAL

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a) primeiro(a), considera a candidata ANA CARLA BITTENCOURT REIS **APROVADA COM DISTINÇÃO**.

Recife, 29 de outubro de 2007.

Prof.a. ANA PAULA CABRAL SEIXAS COSTA, Doutor (UFPE)

Prof. ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA, PhD (UFPE)

Prof.a. DANIELLE COSTA MORAIS, Doutor (UFPE)

Prof. RUI FRANCISCO MARTINS MARÇAL, Doutor (UTFPR)

Ao meu querido marido Walter

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram de diferentes formas para realização deste trabalho:

À professora Ana Paula Cabral Seixas Costa pela primorosa orientação e admirável forma com que realizou seu papel durante este trabalho. Obrigada pela disponibilidade e pela benevolência demonstrada em cada encontro.

Ao professor Adiel Teixeira de Almeida por enriquecer meus conhecimentos em cada etapa do trabalho. Obrigada por todo investimento em meu aprendizado, pela disponibilidade e pela notável competência evidenciada em toda trajetória.

Aos professores: Danielle Moraes, pelas contribuições como membro da banca examinadora e durante meu estágio de docência; ao professor Rui Marçal, pelos comentários e acréscimos oriundos de sua participação como examinador externo; à professora Luciana Hazin, por todo suporte; ao professor Cristiano Cavalcante, pela colaboração; e também, a todos os professores com os quais tive a oportunidade de aprender durante o mestrado.

Às empresas que me receberam, gentilmente, para aplicação do questionário.

Agradeço ao GPSID, por todo apoio, e aos amigos que lá fiz, os quais me apoiaram bastante, em especial Anderson, Cláudia, Ivany, Telma, Adiel Filho e Rodrigo.

Aos colegas do mestrado e do doutorado, em especial à amiga Renata.

Além de todo enriquecimento que o mestrado me proporcionou, fui presenteada ao fazer grandes amizades. Régia e Maísa, agradeço a vocês tudo que vivemos juntas, as horas de estudo, o companheirismo e por termos compartilhado momentos tão especiais.

Às primas: Rilde Reis, pelo incentivo e pela presença constante em todos os momentos especiais de minha vida, e Juliana Ramos, pelas correções de gramática e pelo carinho dedicado a mim.

Ao meu querido marido Walter, principal incentivador, desde o instante em que o mestrado era um grande desejo até sua conclusão.

À minha querida avó Diva, torcedora essencial.

Ao meu amado pai João Carlos que participou com muito entusiasmo, de quase todo o percurso, e que deixou muitas saudades.

RESUMO

Um dos principais aspectos alvo de preocupação nas indústrias é a procura por redução de custos e aumento da produtividade. O progresso tecnológico traz como consequência sistemas mais complexos e a necessidade de uma manutenção eficiente capaz de mantê-los em funcionamento. Neste contexto, a manutenção vem desempenhando um papel cada vez mais importante, tornando-se uma fonte de vantagem competitiva para as indústrias. É preciso explorar o potencial da função manutenção, e para isso, torna-se necessário que se conheçam as práticas e deficiências dos sistemas de gestão atuais. Com essa proposta, buscou-se retratar o gerenciamento da manutenção nas indústrias de manufatura e empresas de serviços da Região Metropolitana de Recife (RMR). Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa de campo que tem como objetivo diagnosticar a gestão da manutenção na RMR. O levantamento dos dados sobre a manutenção ocorreu por meio do desenvolvimento e da aplicação de um questionário. Em seguida, procedeu-se uma investigação nos dados colhidos através de análise descritiva e exploratória, visando expor as características das amostras e identificar associações entre as variáveis pesquisadas. Em geral, percebeu-se que há pouca utilização das técnicas disponíveis para bom desempenho da manutenção; as metodologias e ferramentas de gestão são pouco usadas, o que mostra uma necessidade de maiores investimentos de forma a aperfeiçoar a manutenção nas indústrias.

Palavras-chave: gestão da manutenção; estratégia da manutenção; planejamento da manutenção.

ABSTRACT

One of the main points of concern in industries is the seeking for reducing costs and increasing productivity. Technological progress brings, as a consequence, more complex systems and the necessity of efficient maintenance able to keep them in operation. In this context, the maintenance is playing an increasing role, becoming a source of competitive advantage for industries. We must exploit the potential of the maintenance function, and therefore it is necessary to know the practices and deficiencies in management systems today. With this proposal, we sought to portray the maintenance management in the industries of manufacturing and service companies from the Metropolitan Region of Recife (RMR). This work presents the results of a field survey that aims to diagnose the maintenance management in RMR. The survey data on the maintenance was undertaken by means of the development and application of a questionnaire. Then, an investigation in the data collected was performed, through descriptive and exploratory analysis, to explain the characteristics of the samples and identify associations between the variables surveyed. In general, one can say that there is little use of available techniques for performing the maintenance. The management methodologies and tools are little used, which shows a need for greater investment in order to boost the maintenance industries.

Keywords: maintenance management; maintenance strategie; maintenance planning.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa.....	2
1.2	Objetivos do Trabalho	3
1.2.1	Objetivo Geral	3
1.2.2	Objetivos Específicos	3
1.3	Estrutura da dissertação	4
2	BASE CONCEITUAL.....	6
2.1	A Manutenção	6
2.2	Gestão da Manutenção	7
2.2.1	Modelos de Gestão da Manutenção.....	8
2.3	Confiabilidade	9
2.4	Mantenabilidade	9
2.5	Disponibilidade.....	10
3	METODOLOGIA.....	12
3.1	Definição da população alvo	12
3.2	Definição do plano de pesquisa.....	12
3.3	O método de coleta de dados	13
3.3.1	Questionário	14
3.4	O processo de amostragem.....	16
3.4.1	Escolha da estrutura de amostragem	16
3.4.2	Seleção do método de amostragem	17
3.4.3	Definição do tamanho da amostra	19
3.5	Organização e análise dos dados	20
3.5.1	Análise Descritiva	20
3.5.2	Análise exploratória.....	21
4	ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS	23
4.1	Médias Empresas.....	23
4.1.1	Estrutura Organizacional	23
4.1.2	Manutenção contratada.....	27
4.1.3	Controle da Manutenção.....	30

4.1.4	Custos da manutenção	40
4.1.5	Planejamento e estratégia	41
4.1.6	Treinamentos	46
4.2	Grandes Empresas	50
4.2.1	Estrutura Organizacional	50
4.2.2	Manutenção contratada.....	53
4.2.3	Controle da Manutenção.....	56
4.2.4	Custos da manutenção	64
4.2.5	Planejamento e estratégia	66
4.2.6	Treinamentos	69
5	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS	74
5.1	Médias Empresas	74
5.1.1	Uso de software	74
5.1.2	Vantagem Competitiva	79
5.1.3	Manutenção planejada	84
5.2	Grandes Empresas	88
6	EMPRESAS DE SERVIÇOS.....	92
6.1	Estrutura Organizacional	92
6.2	Manutenção contratada.....	93
6.3	Controle da Manutenção.....	94
6.4	Custos da Manutenção.....	97
6.5	Planejamento e estratégia	98
6.6	Treinamentos	99
7	CONCLUSÕES	101
7.1	Sugestões para trabalhos futuros	103
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
	APÊNDICE.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Histograma referente ao faturamento bruto anual das indústrias (ME).....	24
Figura 4.2 - Histograma referente ao nível hierárquico da gerência da manutenção (ME)	24
Figura 4.3 - Diagrama referente ao modo de dimensionamento das equipes de manutenção (ME)	26
Figura 4.4 - Diagrama de pareto relativo à contratação da manutenção (ME).....	27
Figura 4.5 - Diagrama referente à forma de procura por empresas terceirizadas (ME)	28
Figura 4.6 - Diagrama referente aos critérios que ocuparam o 1º lugar em prioridade na seleção de empresas terceirizadas (ME)	29
Figura 4.7 - Diagrama referente ao tipo de contrato realizado com as empresas terceirizadas (ME)	30
Figura 4.8 - Diagrama referente ao modo de dimensionamento de sobressalentes (ME).....	31
Figura 4.9 - Diagrama referente ao tratamento administrado aos dados de falha (ME).....	32
Figura 4.10 - Gráfico referente aos tipos de estudos de confiabilidade realizados (ME).....	33
Figura 4.11 - Diagrama referente ao tratamento administrado aos dados de reparo (ME)	33
Figura 4.12 - Gráfico referente aos tipos de estudos de manutenibilidade realizados (ME)	34
Figura 4.13 - Diagrama de pareto referente ao modo de medição dos impactos na interrupção do funcionamento dos equipamentos (ME).....	35
Figura 4.14 - Diagrama referente ao uso auxiliar de software na Gestão da Manutenção (ME)	36
Figura 4.15 - Softwares utilizados como ferramenta de apoio à Gestão da Manutenção (ME)	36
Figura 4.16 - Grau de satisfação com os softwares utilizados na Gestão da Manutenção (ME)	37
Figura 4.17 - Diagrama referente à porcentagem do tipo de manutenção realizada (ME).....	38
Figura 4.18 - Diagrama referente à forma de determinação dos intervalos entre manutenções preventivas (ME)	38

Figura 4.19 - Diagrama referente à forma de medição dos intervalos entre as manutenções preventivas (ME)	39
Figura 4.20 - Histograma referente à realização de previsão orçamentária para manutenção (ME)	40
Figura 4.21 - Diagrama referente ao tipo de previsão orçamentária feita para manutenção (ME)	41
Figura 4.22 - Diagrama referente à relação em porcentagem entre o custo total anual da manutenção e o faturamento bruto do ano (ME)	41
Figura 4.23 - Histograma referente ao planejamento das manutenções (ME)	42
Figura 4.24 - Histograma referente à estratégia da manutenção (ME)	43
Figura 4.25 - Histograma referente à competitividade da organização (ME)	44
Figura 4.26 - Histograma referente ao uso das metodologias TPM, RCM e RBM (ME)	44
Figura 4.27 - Histograma referente a investimentos em pesquisas sobre estratégia da manutenção (ME)	45
Figura 4.28 - Histograma referente ao estabelecimento de parcerias com universidade ou centro de pesquisa (ME)	45
Figura 4.29 - Histograma referente à obtenção de treinamentos pelos funcionários (ME)	46
Figura 4.30 - Diagrama de caixa referente à quantidade de treinamentos recebidos pelos funcionários (ME)	47
Figura 4.31 - Histograma referente ao percentual de funcionários da manutenção que recebe treinamentos (ME)	48
Figura 4.32 - Diagrama referente ao tipo de treinamento ministrado (ME)	48
Figura 4.33 - Histograma referente aos funcionários alvo dos treinamentos (ME)	49
Figura 4.34 - Histograma referente ao faturamento bruto anual (GE)	50
Figura 4.35 - Histograma referente ao nível hierárquico da gerência da manutenção (GE)	51
Figura 4.36 - Diagrama referente ao modo de dimensionamento das equipes de manutenção (GE)	53
Figura 4.37 - Diagrama de pareto relativo à contratação na manutenção (GE)	53

Figura 4.38 - Diagrama de pareto referente à forma de procura por empresas terceirizadas (GE)	54
Figura 4.39 - Diagrama referente ao tipo de contrato realizado com as empresas terceirizadas (GE)	56
Figura 4.40 - Diagrama referente ao modo de dimensionamento de sobressalentes (GE).....	56
Figura 4.41 - Diagrama referente ao tratamento administrado aos dados de falha (GE)	57
Figura 4.42 - Gráfico referente aos tipos de estudos de confiabilidade realizados (GE)	58
Figura 4.43 - Diagrama referente ao tratamento administrado aos dados de reparo (GE)	58
Figura 4.44 - Gráfico referente aos tipos de estudos de manutenibilidade realizados (GE).....	59
Figura 4.45 - Diagrama referente ao modo de medição dos impactos de interrupção no funcionamento das máquinas (GE).....	60
Figura 4.46 - Diagrama referente ao uso auxiliar de software na gestão da manutenção (GE)	60
Figura 4.47 - Softwares utilizados como ferramenta de apoio à gestão da manutenção (GE) .	61
Figura 4.48 - Grau de satisfação com os softwares utilizados na gestão da manutenção (GE)	61
Figura 4.49 - Diagrama referente à percentagem do tipo de manutenção realizada (GE)	62
Figura 4.50 - Diagrama referente à forma de determinação dos intervalos entre manutenções preventivas (GE).....	63
Figura 4.51 - Diagrama referente à forma de medição dos intervalos entre as manutenções preventivas (GE).....	63
Figura 4.52 - Histograma referente à realização de previsão orçamentária para Manutenção (GE)	64
Figura 4.53 - Diagrama referente ao tipo de previsão orçamentária feita para manutenção (GE)	65
Figura 4.54 - Diagrama referente à relação em percentagem entre o custo total anual da manutenção e o faturamento bruto do ano (GE).....	65
Figura 4.55 - Histograma referente ao planeamento das manutenções (GE)	66
Figura 4.56 - Histograma referente à estratégia da manutenção (GE)	67
Figura 4.57 - Histograma referente à competitividade da organização (GE).....	67

Figura 4.58 - Histograma referente ao uso das metodologias TPM, RCM e RBM (GE)	68
Figura 4.59 - Histograma referente a investimentos em pesquisas sobre estratégia da manutenção (GE).....	68
Figura 4.60 - Histograma referente ao estabelecimento de parcerias com universidade ou centros de pesquisa (GE)	69
Figura 4.61 - Histograma referente à realização de treinamentos (GE)	70
Figura 4.62 - Diagrama de caixa referente à quantidade de treinamentos oferecida aos funcionários (GE)	70
Figura 4.63 - Histograma referente ao percentual de funcionários da manutenção que recebe treinamentos (GE)	71
Figura 4.64 - Diagrama referente ao tipo de treinamento ministrado (GE)	72
Figura 4.65 - Histograma referente aos funcionários, alvo dos treinamentos (GE)	72
Figura 5.1 - Associação entre as variáveis Q26 e Q37 (ME)	75
Figura 5.2 - Associação entre as variáveis Q26 e Q36 (ME)	76
Figura 5.3 - Associação entre as variáveis Q26 e Q28.1 (ME)	76
Figura 5.4 - Associação entre as variáveis Q26 e Q28.2 (ME)	77
Figura 5.5 - Associação entre as variáveis Q26 e Q28.3 (ME)	78
Figura 5.6 - Associação entre as variáveis Q26 e Q35 (ME)	79
Figura 5.7 - Associação entre as variáveis Q37 e Q42 (ME)	80
Figura 5.8 - Associação entre as variáveis Q37 e Q40 (ME)	81
Figura 5.9 - Associação entre as variáveis Q37 e Q45 (ME)	81
Figura 5.10 - Associação entre as variáveis Q37 e Q28.1 (ME)	82
Figura 5.11 - Associação entre as variáveis Q37 e Q28.3 (ME)	83
Figura 5.12 - Associação entre as variáveis Q37 e Q36 (ME)	83
Figura 5.13 - Associação entre as variáveis Q37 e Q35 (ME)	84
Figura 5.14 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.1 (ME)	85
Figura 5.15 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.2 (ME)	86

Figura 5.16 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.3 (ME)	86
Figura 5.17 - Associação entre as variáveis Q35 e Q40 (ME)	87
Figura 5.18 - Associação entre as variáveis Q37 e Q21 (GE).....	88
Figura 5.19 - Associação entre as variáveis Q37 e Q23 (GE).....	89
Figura 5.20 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.1 (GE).....	90
Figura 5.21 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.2 (GE).....	90
Figura 6.1 - Proporção de funcionários, das empresas de serviços, lotados na manutenção em relação aos de toda empresa	93
Figura 6.2 - Medição dos impactos na interrupção do funcionamento dos equipamentos das empresas de serviços	95
Figura 6.3 - Uso de software pelas empresas de serviços	96
Figura 6.4 - Referente às políticas de manutenção utilizadas nas empresas de serviços	97
Figura 6.5 - Referente à realização de previsão orçamentária para manutenção nas empresas de serviços	98
Figura 6.6 - Metodologias de gestão utilizadas nas empresas de serviços	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Classificação das indústrias.....	18
Tabela 3.2 - Regras práticas para classificar valor do coeficiente de correlação	22
Tabela 4.1 - Estatísticas referentes ao número total de funcionários das indústrias e da área de manutenção (ME)	25
Tabela 4.2 - Nível de instrução dos funcionários lotados na manutenção (ME).....	25
Tabela 4.3 - Estatísticas referentes ao tipo de atividade executada pelos funcionários da área de manutenção (ME)	26
Tabela 4.4 - Classificação dos atributos em ordem de prioridade para seleção de empresa terceirizada (ME).....	28
Tabela 4.5 - Classificação dos critérios prioritários para avaliação dos serviços prestados por empresas terceirizadas (ME)	29
Tabela 4.6 - Referente ao tipo de monitoramento utilizado nas manutenções preditivas (ME)	39
Tabela 4.7 - Estatísticas referentes à percepção dos gerentes quanto ao planejamento das manutenções (ME).....	42
Tabela 4.8 - Estatísticas referentes ao número de funcionários das indústrias e da área de manutenção (GE).....	51
Tabela 4.9 - Nível de instrução dos funcionários da manutenção (GE).....	52
Tabela 4.10 - Estatísticas referentes às atividades executadas pelos funcionários da área de manutenção (GE).....	52
Tabela 4.11 - Classificação dos atributos em ordem de prioridade para seleção de empresa terceirizada (GE).....	55
Tabela 4.12 - Classificação dos critérios prioritários para avaliação da qualidade dos serviços prestados por empresas terceirizadas (GE).....	55
Tabela 4.13 - Referente ao tipo de monitoramento utilizado nas manutenções preditivas (GE)	64
Tabela 6.1 - Posição hierárquica da gerência de manutenção nas empresas de serviços	92

Tabela 6.2 - Ordenação dos critérios prioritários para seleção de empresa terceirizada para manutenção nas empresas de serviços.....	94
Tabela 6.3 - Avaliação da qualidade da terceirização nas empresas de serviços	94

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo muitas técnicas e estudos foram realizados a fim de desenvolver os sistemas de produção existentes nas indústrias. Tais estudos buscavam melhor desempenho da produção com o objetivo de alcançar o ponto ótimo das operações que a compõem. Esta evolução trouxe consigo maior complexidade dos sistemas produtivos e a necessidade de uma estrutura organizacional capaz de suportar as exigências de mercado.

Diante desta conjuntura, a indústria vem evoluindo através do investimento em maquinário de alta tecnologia, automação, investimento em mão-de-obra qualificada, ou seja, vem buscando maximizar o aproveitamento de todos os seus setores. Entretanto, este avanço na tecnologia de produção traz como consequência sistemas mais complexos e a necessidade de uma manutenção, não dispendiosa, capaz de mantê-los em funcionamento.

Em conjunto a todo o progresso, a manutenção passou a exigir maior complexidade técnica e estratégica a fim de desempenhar suas funções. Somando-se a isso, um dos principais aspectos alvo de preocupação nas indústrias que é a procura por redução de custos e aumento na produtividade.

Diante de um cenário competitivo no qual não há espaço para ineficiências está inserida a Gestão da Manutenção. Esta é parte essencial às atividades de produção e visa evitar perdas, paradas excessivas para realizar manutenções, não cumprimento de prazos de entrega, dentre outros fatores que em conjunto demandam da gerência habilidade suficiente para executar suas atividades em harmonia com a produção.

De acordo com Pintelon *et al* (2006), uma intensa e competitiva pressão está impulsionando muitas companhias a buscar todas as possíveis fontes de vantagem competitiva e é preciso compreender o potencial de cada função como, por exemplo, a manutenção.

Segundo Jonsson (1997), o objetivo da manutenção é dar suporte e manter a eficiência da produção. Esta pode ser não mais considerada como um centro de custo separado dos processos principais de negócios das empresas, mas uma função integrada ligada à estratégia de produção e manufatura.

Dentro deste contexto, a manutenção está inserida como ferramenta que tem como objetivo garantir que a produção continue a desempenhar as funções a que se propôs inicialmente minimizando possíveis perdas e podendo atuar como diferencial competitivo; e para atender estes requisitos, deve ser realizada de acordo com um planejamento que busque promover a sua máxima utilidade. Portanto, o gerenciamento da manutenção procura definir

os objetivos e prioridades da manutenção, desenvolver e implementar sua estratégia alinhada à estratégia da organização através de planejamento e controle.

1.1 Justificativa

Um diagnóstico da Gestão da Manutenção na Região Metropolitana de Recife (RMR) é de grande importância para o setor industrial, pois permite identificar as deficiências dos sistemas de gestão atuais e as possibilidades de implementações de técnicas mais adequadas que potencializem o desempenho operacional das organizações.

Em seu artigo sobre análise de desempenho da manutenção, Groote (1995) relata que um exame de qualidade da manutenção significa fornecer alguma idéia sobre sua performance através de uma avaliação dos problemas existentes, dos pontos de vista operacional e organizacional, para ser capaz de mensurar e iniciar um plano de ação.

A Gestão da Manutenção tem sido objeto de muitos estudos como, por exemplo, a pesquisa piloto sobre o *status* da Gestão da Manutenção em empresas de manufatura do Reino Unido realizado por Bhardwa e Antony (2004). Este trabalho conclui que a manutenção assume um papel crítico como suporte das atividades de manufatura e que um aceitável nível de performance das indústrias é inalcançável sem o efetivo suporte da Gestão da Manutenção. Outra pesquisa que buscou analisar o *status* da Gestão da Manutenção em empresas de manufatura da Suécia realizada por Jonsson (1997) mostra que um terço das firmas consideram que é dada pouca importância ao setor de manutenção e que isso é um grande obstáculo para proporcionar aprendizado e trabalhar por melhorias contínuas.

Dados da Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN, 2005) mostram que 41,17% das empresas no Brasil não desenvolviam atividade de engenharia de manutenção e dentre as que desenvolviam, cerca de 25% dos funcionários não possuíam sequer nível técnico. Estes, dentre outros números encontrados na pesquisa, mostram que são poucos os investimentos na utilização de técnicas mais adequadas de Gestão da Manutenção e procedimentos que possibilitem melhoras na produção.

Seguindo o diagnóstico obtido no Brasil, é possível que estes números se repitam na RMR. Acredita-se que o estado atual do gerenciamento da manutenção na RMR ainda seja precário e que grandes perdas aconteçam pela falta de investimentos e por ineficiências na manutenção. Esta nem sempre é vista como parte importante da organização, mas sim como um “mal necessário”, o que é um engano, pois se a manutenção for feita de maneira adequada pode trazer vantagem competitiva para as organizações, minimizar falhas, interrupções dos

sistemas e custos de manutenção. Desta forma, um diagnóstico da Gestão da Manutenção na RMR traz grandes benefícios a partir do momento em que expõe as características e práticas ineficientes atualmente implementadas nas organizações, e permite apontar melhorias significativas.

De acordo com Parida e Kumar (2006) o que não pode ser medido, não pode ser gerenciado efetivamente. Para que os gerentes de operação possam gerenciar os processos de manutenção e os recursos próprios, é preciso medir a contribuição da manutenção para os objetivos do negócio.

Este trabalho se propõe a verificar a situação do gerenciamento da manutenção nas indústrias de manufatura, nos vários ramos de atividade, e em empresas de serviços do setor elétrico e de telefonia. Com isso, procura-se obter um retrato da Gestão da Manutenção e proporcionar estudos que resultem em propostas de melhorias através da aplicação de conceitos e técnicas reconhecidas.

A justificativa deste trabalho é dada por não ter sido encontrado na literatura nenhum trabalho que aponte a realização de um estudo semelhante na região em questão, o que enfatiza a relevância deste projeto, assim como o embasamento que esta pesquisa pode proporcionar aos estudiosos da área, auxiliando no processo decisório.

1.2 Objetivos do Trabalho

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho se propõe a fazer um levantamento e uma análise estatística das práticas de gerenciamento da manutenção em indústrias de manufatura de médio e grande porte, nos vários ramos de atividade, e em empresas de serviços do setor elétrico e de telefonia, da Região Metropolitana de Recife.

Este levantamento visa proporcionar uma grande contribuição no ambiente de Manutenção por disponibilizar informações fundamentais para o planejamento, embasamento e auxílio na tomada de decisão.

1.2.2 Objetivos Específicos

Especificamente, este trabalho tem como aspiração retratar o que vem acontecendo no cenário da Gestão da Manutenção. Foram investigados os seguintes tópicos para alcançar os objetivos pretendidos:

- Verificação das possíveis associações entre as variáveis investigadas de forma a identificar algum padrão de comportamento característico das empresas;
- A utilização, nas empresas investigadas, das ferramentas de apoio a gestão, o tratamento que é dado às falhas dos equipamentos, assim como os critérios considerados prioritários para apoiar as decisões relativas à manutenção;
- Captar a percepção dos gerentes das empresas quanto às questões de planejamento e estratégia;
- Avaliar diferenças entre as manutenções das Médias Empresas, das Grandes Empresas e das empresas de serviços.

1.3 Estrutura da dissertação

Este trabalho está estruturado em sete capítulos: introdução, base conceitual, metodologia, análise descritiva dos dados, análise exploratória dos dados, empresas de serviços e conclusões.

A introdução descreve o contexto atual da Gestão da Manutenção, apresenta a justificativa e os objetivos do trabalho. Outras informações contidas neste capítulo foram obtidas por meio de pesquisa bibliográfica em periódicos e dados da ABRAMAN.

O segundo capítulo se refere à base conceitual que aborda os conceitos necessários a uma melhor compreensão do ambiente da manutenção. Estes conceitos buscam proporcionar o embasamento necessário para melhor entendimento das questões de investigação utilizadas no instrumento de pesquisa.

O terceiro capítulo expõe, com detalhes, todos os procedimentos utilizados para realização da pesquisa. Na metodologia são descritas as etapas da pesquisa, que são: definição do público alvo e do plano de pesquisa, escolha do método de coleta de dados, o processo de amostragem, a organização dos dados e, por fim, os métodos utilizados para análise descritiva e exploratória dos dados.

No quarto capítulo, sobre análise descritiva dos dados, os resultados encontrados são ilustrados e descritos por meio da utilização de técnicas responsáveis por resumir os dados e fornecer informação sobre a amostra investigada.

O quinto capítulo, referente à análise exploratória dos dados, apresenta características da amostra, algumas relações encontradas entre as variáveis analisadas e padrões de comportamento. São utilizados procedimentos estatísticos para investigar estas relações. Os

resultados obtidos estão estruturados e ilustrados de forma a proporcionar o entendimento do comportamento da amostra analisada.

O sexto capítulo descreve as características das empresas de serviços investigadas por meio da utilização de estatística descritiva.

O último capítulo apresenta as conclusões do trabalho, as considerações finais sobre a pesquisa realizada, as contribuições proporcionadas e as sugestões para trabalhos futuros.

2 BASE CONCEITUAL

Neste capítulo são explicados conceitos necessários para uma melhor compreensão do ambiente da manutenção e o conseqüente entendimento das questões de investigação abordadas na pesquisa.

2.1 A Manutenção

Segundo a International Electrotechnical Commission (IEC), órgão internacional de normas e avaliação de conformidade para todos os campos da eletrotécnica, a manutenção é definida como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo supervisão, reposição de algum item ou restauração do mesmo para um estado no qual ele possa operar de acordo com a função requerida.

A manutenção pode ser realizada de modo diferente em etapas distintas do ciclo de vida de um item e é classificada, de acordo com a literatura, em três tipos: a manutenção preventiva, a preditiva e a corretiva.

De acordo com O'Connor (2005), a manutenção preventiva busca reter o sistema que está em estado operacional ou disponível para prevenção de falhas que podem ocorrer. A manutenção preventiva influencia a confiabilidade diretamente. Esta é planejada e deve ser executada num instante pré-determinado. A manutenção preventiva é medida pelo tempo gasto para se realizar uma manutenção e sua frequência específica.

Com o crescente aumento da produtividade, a fim de atender as demandas de produção, muitas vezes não é dada a atenção devida aos equipamentos que são submetidos, independente de sua idade, a um trabalho intensivo. Este tipo de conduta tende a induzir a ocorrência de falhas excessivas e a comprometer o funcionamento dos sistemas devido a um aumento na frequência de paradas na produção.

Neste contexto, diante da necessidade de reduzir as paradas de produção, falência de equipamentos, dentre outros, surge o planejamento da manutenção. Este pode tornar os custos com manutenção significativamente menores, assim como trazer benefícios para o processo produtivo como, por exemplo, a disponibilidade.

Formalmente, de acordo com a ABNT (1994), a manutenção preditiva permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

A manutenção preditiva pode protelar a substituição de um item. Este não será substituído por tempo de uso, número de ciclos de produção, etc. a manutenção será realizada com base no monitoramento do estado do item.

Como exemplo de técnicas preditivas pode-se citar análise de vibração, análise de óleos lubrificantes e análise termográfica. Já na manutenção preditiva de baixa exigência técnica, os próprios operários de produção podem funcionar como sensores na detecção de falhas, possibilitando a redução de custos operacionais.

A manutenção corretiva, de acordo com O'Connor (2005), inclui todas as ações para restituir um sistema de um estado de falha para um estado operacional ou disponível. O montante das manutenções corretivas é, portanto, determinado pela confiabilidade. Ações de manutenções corretivas, usualmente, não podem ser planejadas. As falhas devem ser reparadas quando ocorrem, embora alguns reparos possam ser protelados. Conforme a ABNT (1994), este tipo de manutenção está relacionado à ocorrência de falhas aleatórias, que não podem ser detectadas ou planejadas. Entretanto, em alguns casos esta se torna adequada para itens que não comprometem o funcionamento do sistema e os custos da manutenção corretiva são justificáveis.

Desta forma, observa-se que o tipo de manutenção a ser efetuada deve ser selecionado de acordo com a aplicabilidade em cada situação, o que envolve a análise de características individuais de cada sistema e os custos consequentes à decisão.

2.2 Gestão da Manutenção

Devido à grande concorrência existente no cenário atual das organizações, é exigida das máquinas e dos equipamentos uma intensificação nas atividades visando aumento da produção. Este aumento do trabalho gera desgaste do maquinário e a necessidade de medidas que o façam restabelecer suas funções propostas, sem prejuízo de longas paradas para efetuar manutenção. Ou seja, torna-se indispensável um gerenciamento capaz de planejar e estruturar a manutenção de forma a fazê-la exercer o seu papel e ainda alcançar crescimento e projeção de modo a torná-la uma fonte potencial de vantagem competitiva.

De acordo com Almeida e Souza (2001), a gestão da manutenção de forma competitiva sempre foi uma preocupação de estudiosos no assunto e de maneira crescente para as empresas. A gestão da manutenção de sistemas de produção deve focar em seus impactos e na competitividade.

A manutenção planejada busca gerar disponibilidade do equipamento ou maquinário, visto que evita paradas inoportunas e longas durante o processo produtivo. Estas paradas na produção podem gerar perdas de insumos, de tempo de produção, atrasos na fabricação e, consequentemente, não cumprimento de prazos estabelecidos, dentre outros danos. A partir daí, verifica-se a necessidade de um gerenciamento da manutenção de modo a supervisionar, planejar e realizar o reparo ou a substituição de peças e equipamentos, buscando disponibilidade do sistema. Soma-se a isto, o grande potencial estratégico da manutenção que, em sintonia com a estratégia da organização, pode elevar a posição da empresa perante as disputas de mercado.

2.2.1 Modelos de Gestão da Manutenção

Há, na literatura, diversos modelos desenvolvidos para Gestão da Manutenção como, por exemplo, a *Total Productive Maintenance* (TPM), *Reliability-Centered Maintenance* (RCM), *Condition Based Maintenance* (CBM), *Computerized Maintenance Management Systems* (CMMS), *Effectiveness Centered Maintenance* (ECM), *Strategic Maintenance Management* (SMM) e *Risk Based Maintenance* (RBM) (GARG e DESHMUKH, 2006).

De acordo com Santos (2001), dentre os modelos de gestão existentes, há dois que são bastante aceitos mundialmente: a TPM e a RCM, conforme descrição a seguir.

A Manutenção Produtiva Total (TPM), do inglês *Total Productive Maintenance*, implica no envolvimento de toda a organização na otimização do processo produtivo desde a alta gerência até os operários que trabalham no chão de fábrica em busca de melhoria contínua na capacidade produtiva, na motivação das pessoas, no funcionamento dos equipamentos e na qualidade.

Segundo Perez e Lafont (1997), a implementação da Manutenção Produtiva Total, um modelo de gestão do trabalho, depende do envolvimento de toda a empresa o que possibilita melhorias significativas de produtividade e qualidade da manufatura, com o envolvimento de todas as áreas da empresa no sentido de fortalecer a manufatura estabelecendo assim uma vantagem competitiva.

A Manutenção Centrada em Confiabilidade, política representada pela sigla RCM (*Reliability Centered Maintenance*), foi desenvolvida por F. Stanley Nowlan e Howard F. Heap, ambos da United Airlines em 1978, a partir da necessidade de aumento da confiabilidade das aeronaves civis americanas (SIQUEIRA, 2005).

Também chamada de Manutenção Baseada na Confiabilidade (MBC) busca avaliar as conseqüências das falhas em termos gerais visando elevar a disponibilidade associada à redução dos custos e dos tempos de reparo das máquinas e equipamentos.

Em sistemas complexos, onde tanto os custos quanto os riscos associados a uma falha são bastante elevados, é adequada a implementação de um modelo de gestão centrado na confiabilidade, pois esta objetiva um aumento significativo da disponibilidade e minimização de riscos.

Já a manutenção baseada no risco (RBM) fornece uma ferramenta para o planejamento e a tomada de decisão na manutenção para reduzir-se a probabilidade da falha do equipamento e das conseqüências da falha. O programa de manutenção resultante maximiza a confiabilidade do equipamento e minimiza o custo total de manutenção (HADDARA *et al*, 2005).

2.3 Confiabilidade

A engenharia de confiabilidade estuda os mecanismos e o comportamento das falhas dos equipamentos e busca minimizá-las. A ABNT (1994) define confiabilidade como a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo.

Na literatura, a confiabilidade, representada por $R(t)$, é definida como a probabilidade de um item executar uma função predeterminada por um período de tempo específico e sob condições apropriadas (ALMEIDA *et al*, 2001).

Sendo T o tempo de vida do item, tem-se que a confiabilidade até o tempo t é a probabilidade de que $T > t$, como descrito na expressão 1.0.

$$R(t) = P(T > t) \quad (1.0)$$

Os parâmetros relacionados com confiabilidade são comumente denominados na literatura por “tempo até falhar”, do inglês *time to failure* (TTF), que está relacionado com itens não reparáveis e “tempo entre falhas”, do inglês *time between failures* (TBF), que está relacionado a itens reparáveis.

2.4 Manutenibilidade

A manutenibilidade é definida pela ABNT (1994) como a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de

uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

O conceito formal aplicado é de natureza probabilística. Segundo Almeida e Souza (2001) a manutenibilidade de um item no tempo t , denotada por $M(t)$, é definida como a probabilidade de que um item será restaurado para sua condição original de funcionamento dentro do tempo T , quando procedimentos pré-estabelecidos são executados.

A expressão 2.0 exprime esta probabilidade como:

$$M(t) = P(T \leq t) \quad (2.0)$$

A variável de tempo relacionada com falhas no cálculo da manutenibilidade é denominada por “tempo para reparo”, e é comumente representada na literatura pela sigla TTR (*time to repair*) e está relacionada ao tempo gasto para restabelecer o equipamento à sua função de origem.

De acordo com Santos (2001), a manutenibilidade é uma característica do projeto e pode ser expressa em termos da frequência de manutenção, tempos de manutenção, horas de trabalho para realizar uma determinada manutenção e também como custo de manutenção.

Alguns aspectos são importantes para manutenibilidade como as equipes de manutenção que irão realizar o atendimento, a logística dos sobressalentes, o tempo gasto para selecionar a equipe que irá realizar determinado trabalho, bem como o tempo de execução da manutenção e as ferramentas utilizadas.

2.5 Disponibilidade

De acordo com a ABNT (1994), a disponibilidade pode ser definida como a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e seu suporte à manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

A disponibilidade, representada por $A(t)$, é a probabilidade de que o sistema esteja disponível em um dado instante de tempo t . A variável aleatória que representa o estado do sistema é representada por $X(t)$. Se $X(t)=1$ o sistema está em operação no instante t , e se $X(t)=0$, o sistema não está disponível. Segue a definição probabilística de $A(t)$ na expressão 3.0.

$$A(t) = P(X(t) = 1) \quad (3.0)$$

Segundo Almeida *et al* (2001), a disponibilidade é a composição dos atributos confiabilidade e manutenibilidade. Um sistema pode ter falhas freqüentes, porém estas podem ser reparadas com rapidez, o que o mantém disponível. Isso mostra a relação entre a confiabilidade e manutenibilidade com a disponibilidade. Contudo, para alguns sistemas a confiabilidade é indispensável, enquanto para outros, a disponibilidade é mais importante, não importando se houve muitas falhas, contanto que estas sejam resolvidas rapidamente, ou seja, tenham uma boa manutenibilidade.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é um meio que permite esclarecer aspectos de interesse do pesquisador assim como fornecer dados para análise e averiguação de hipóteses sob uma determinada situação. O presente estudo envolve uma pesquisa que busca narrar a situação do gerenciamento da manutenção na Região Metropolitana de Recife (RMR) .

Para atingir os objetivos deste trabalho foram seguidas as etapas a seguir:

- 1) Definição da população alvo;
- 2)Definição do plano de pesquisa;
- 3) Escolha do método de coleta de dados;
- 4) Processo de amostragem;
- 5) Organização dos dados;
- 6) Análises estatísticas e interpretação prática dos resultados.

3.1 Definição da população alvo

O primeiro passo da pesquisa foi a definição da população alvo desta investigação, a qual está dividida em dois grupos: indústrias de manufatura e empresas de serviços, ambas pertencentes à Região Metropolitana de Recife.

A RMR abrange os seguintes municípios: Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Abreu e Lima, Igarassu, Camaragibe, Cabo de Santo Agostinho, São Lourenço da Mata, Araçoiaba, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Moreno e Itapissuma.

O conjunto das indústrias de manufatura está dividido em médias e grandes empresas, conforme classificação do SEBRAE, baseada no número de funcionários. O grupo das empresas de serviços foi escolhido por conveniência, a fim de se obterem algumas medidas descritivas que forneçam características destas empresas.

3.2 Definição do plano de pesquisa

Um plano de pesquisa é útil para fornecer as orientações básicas sobre como se deve proceder na condução da investigação. A literatura traz algumas classificações para os planos de pesquisa como, por exemplo, as três categorias utilizadas por Hair Jr. *et al* (2005): pesquisa exploratória, orientada para descobertas e úteis quando não há interesse em testar alguma hipótese; pesquisa causal que é utilizada para testar a causa de um evento; e pesquisa descritiva, que visa descrever alguma situação.

Este trabalho busca diagnosticar a gestão da manutenção na RMR, em empresas de manufatura e de serviços, por meio de um levantamento de variáveis qualitativas e quantitativas que, em conjunto, promovam o perfil de interesse.

Por se tratar de um procedimento que visa mensurar, ou seja, relatar o objeto de estudo, o plano escolhido para apoiar a pesquisa foi o descritivo. Frequentemente, a coleta de dados neste tipo de estudo envolve uma entrevista estruturada que pode ser conduzida por meio da utilização de um questionário com opções pré-determinadas de respostas.

A pesquisa descritiva pode ser conduzida a descrever eventos ao longo do tempo, chamados de estudos longitudinais, ou então, busca descrever elementos em um dado ponto no tempo, são os chamados estudos transversais. As características da população em estudo foram inferidas por meio de uma pesquisa descritiva transversal a qual, através da análise dos dados coletados a partir de uma amostra, torna capaz a representação da população no instante atual.

3.3 O método de coleta de dados

Há vários meios que podem ser utilizados para coleta de dados. Hair Jr. *et al* (2005) descrevem duas abordagens básicas: métodos de observação e métodos de *survey*. Os dados observacionais são coletados por observação que pode ser humana, mecânica ou eletrônica, resultando em dados narrativos ou numéricos. Já os métodos de *Survey* são procedimentos destinados para coleta de dados primários a partir de indivíduos. Podem ser auto-administrados ou administrados por entrevistador. No primeiro caso, o próprio respondente lê e responde o questionário, no segundo caso, há um contato direto com o respondente.

As características da população pesquisada foram levantadas por meio de entrevistas a partir da aplicação de um questionário. Este foi utilizado como instrumento para coletar os dados necessários para a análise em questão e abordou os diferentes aspectos do contexto da Gestão da Manutenção por meio de tópicos distintos e com perguntas claras para um bom entendimento do respondente.

De acordo com Hair Jr. *et al* (2005), as entrevistas podem variar de não estruturadas a altamente estruturadas. As entrevistas não estruturadas geralmente são realizadas de um modo muito aberto, enquanto que as estruturadas permitem maior controle do entrevistador, de forma coerente e ordenada.

O método utilizado para administração do questionário foi a realização de uma entrevista estruturada, a qual possibilitou coletar os dados de maneira sistemática e numa

seqüência padronizada para todos os entrevistados. Com isso permitiu-se dar a mesma oportunidade de resposta e evitar tendências relativas à forma de arguição.

O questionário foi aplicado diretamente ao indivíduo responsável pela manutenção por seu contato e acesso a todas as atividades relacionadas à área e por, supostamente, ser o tomador das decisões relacionadas à mesma. A entrevista foi realizada pessoalmente, através de uma visita à empresa, por este método de administração possibilitar uma alta taxa de resposta, além de evitar interpretações enganosas sobre as questões perguntadas. Soma-se a isso o fato de a amostra tornar possível a utilização da entrevista *in loco* num período curto de tempo.

3.3.1 Questionário

Para realizar o diagnóstico da gestão da manutenção foi elaborado um questionário o qual buscou abordar questões capazes de representar os critérios necessários para descrever a manutenção nas empresas argüidas.

O questionário foi estruturado em tópicos onde prevaleceu a utilização de perguntas fechadas, ou seja, que oferecem as alternativas de respostas. Este tipo de pergunta foi escolhido por se tratar de um estudo descritivo e também por possibilitar uma melhor análise dos dados que ao serem itemizados permitem classificar as respostas; com exceção de algumas perguntas, cujas respostas referiram-se à quantidade, tornando mais coerente e precisa a realização de perguntas abertas.

Buscou-se utilizar o tipo de questão que melhor descreve o assunto por meio da estruturação das perguntas e das opções de resposta. Foram utilizadas questões de ramificação a fim de direcionar a entrevista para as questões que são relevantes para cada entrevistado, de modo a otimizar o tempo de aplicação do questionário. Este tipo de questão permite uma orientação para que o respondente alterne para as questões que de fato precisam responder.

As variáveis foram mensuradas por meio de escalas. Cada escala permite certo número de operações possíveis que possibilita representar o fenômeno que se está estudando (SOUZA, 2002). Podem-se classificar as escalas em nominal, ordinal, intervalar e de razão:

► Escala nominal: os estudos que utilizam esta escala são essencialmente qualitativos. Baseiam-se no agrupamento e classificação de elementos para formação de conjuntos distintos.

► Escala ordinal: esta escala permite a representação dos valores de uma variável em termos de onde ele se situa com relação aos demais valores. Constrói uma noção de ordem entre os elementos em relação a algum critério.

► Escala intervalar: nesta escala, além das ordenações das categorias de uma característica, pode-se dizer quanto valem exatamente as diferenças entre as categorias. São utilizados números para classificar objetos ou eventos de modo que a distância entre os números seja igual e sendo assim é possível interpretar as diferenças entre os pontos.

► Escala de razão: é a escala mais sofisticada. Nela, existe um ponto zero e uma unidade de medida é definida em termos da diferença entre o ponto zero e uma dada intensidade.

A composição do questionário é iniciada por perguntas que buscam identificar a empresa, seguida de questões sobre o corpo de funcionários e metodologias utilizadas na manutenção. A estrutura se divide nos seguintes tópicos: identificação da empresa, estrutura organizacional, manutenção contratada, controle da manutenção, custos, planejamento e estratégia e por fim, treinamentos.

3.3.1.1 Pré-teste

O pré-teste consiste na aplicação do questionário a alguns elementos da amostra a fim de obter impressões sobre o instrumento de pesquisa. Sua realização é indicada a qualquer questionário após a sua criação com o objetivo de identificar possíveis melhoras e ajustes em sua estrutura e seu conteúdo antes da aplicação definitiva.

Nesta fase da elaboração do questionário é possível testar a compreensão das perguntas pelos respondentes, conferir se as opções de respostas, no caso de perguntas fechadas, são mutuamente excludentes, verificar se a ordenação das perguntas está adequada, se há necessidade de inclusão de alguma questão, etc.

A literatura considera que a aplicação do pré-teste a quatro ou cinco pessoas é suficiente para identificar as possíveis adequações que possam ser feitas (HAIR JR. *et al*, 2005). Neste trabalho, o pré-teste foi realizado com quatro empresas. Estas, foram escolhidas por conveniência o que, de acordo com a literatura, pode ser feito na aplicação do pré-teste por não haver intenção de generalizar seus resultados na representação de uma população (HAIR JR. *et al*, 2005).

O pré-teste possibilitou o aperfeiçoamento do questionário por meio da inserção de algumas opções de resposta anteriormente não inseridas e por promover um melhor ajuste em sua estrutura de apresentação e de coleta de dados.

3.4 O processo de amostragem

Uma amostragem se dá quando é observado um subconjunto de elementos de uma população, diferentemente do censo, o qual investiga todos os elementos da população em questão (HAIR JR. *et al*, 2005). Existem condições que favorecem a utilização do censo, e outras, da amostragem. A realização do censo é adequada para analisar populações pequenas e pela necessidade de resultados exatos. Em caso de populações numerosas, com alto custo de investigação, necessidade de rapidez etc., o mais apropriado é que se realize uma amostragem.

Busca-se com a amostragem observar um subconjunto da população em análise, através do qual seja possível obter conclusões sobre a população. É um procedimento que permite apoiar a tomada de decisão, pois apesar do grau de incerteza inerente aos resultados do levantamento, a amostragem permite uma precisão suficiente.

Segundo Cochran (1965), as incertezas podem advir do fato de somente uma parte da população ter sido medida e também por causa de erros de medida.

O processo de amostragem foi realizado tomando-se como base os passos definidos em Hair Jr. *et al* (2005) conforme consta a seguir:

- 1) Escolha da estrutura de amostragem;
- 3) Seleção do método de amostragem;
- 4) Definição do tamanho da amostra;
- 5) Implementação do plano de amostragem.

3.4.1 Escolha da estrutura de amostragem

A estrutura da amostragem é uma lista abrangente dos elementos de onde a amostra é retirada (HAIR JR *et al*, 2005). Para compor a estrutura de amostragem foi acessado o cadastro da Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco (FIEPE) referente aos anos 2005 e 2006. Este cadastro procura relatar todas as indústrias de Pernambuco distribuídas dentre os diversos setores da economia, segundo classificação feita pela própria Federação.

É importante ressaltar que o cadastro realizado pela FIEPE é feito com base nos dados fornecidos pela Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco (SEFAZ-PE) o que implica numa grande abrangência na listagem das indústrias do Estado.

Buscou-se listar todas as indústrias da Região Metropolitana de Recife, porém está inserido um erro relativo ao alcance desta relação. Podem ter havido desde erros de digitação, a alterações não computadas pela organizadora do cadastro. Isto implica numa lista que pode

não estar completa, porém está bastante próxima da população de interesse e, sendo assim, habilitada para realização deste trabalho.

3.4.2 Seleção do método de amostragem

Os métodos de amostragem tradicionais encontrados na literatura podem ser divididos em duas classes: os métodos probabilísticos e os não-probabilísticos. Segundo Hair Jr. *et al* (2005), os métodos probabilísticos são baseados na premissa de que cada elemento da população alvo tem uma probabilidade conhecida, mas não necessariamente igual, de ser selecionado da amostra. Já o método não-probabilístico não garante a chance de um elemento ser retirado da amostra pois a inclusão ou exclusão de elementos fica a critério do pesquisador.

Foi utilizado neste trabalho o método de amostragem probabilístico realizado pela seleção aleatória das empresas a serem entrevistadas com o intuito de tornar a amostra representativa. Dentre os diferentes métodos de amostragem probabilística existentes, foi utilizada a amostragem aleatória estratificada. Neste tipo de amostragem, a população alvo é subdividida em estratos que possuem características semelhantes, ou seja, homogêneos segundo algum critério. Esta condição busca assegurar a aleatoriedade do processo de amostragem de modo que uma vez repetida a pesquisa utilizando os mesmos procedimentos, sejam obtidos os mesmos resultados. Os estratos devem resguardar a característica de serem mutuamente excludentes para que não haja reposição na amostragem.

Conforme Sukhatme e Sukhatme (1970), a precisão da estimativa da amostra de uma população depende não somente do tamanho da amostra e da fração de amostragem, mas também da variabilidade ou heterogeneidade da população. Um dos procedimentos para aumentar a precisão da estimativa é utilizar mecanismos para reduzir a heterogeneidade como, por exemplo, a realização de uma amostragem estratificada.

A população investigada foi dividida em estratos distintos e amostras aleatórias simples, as quais atribuem a mesma probabilidade de seleção aos elementos da população, foram extraídas de cada um deles.

A estratificação da população teve como critério de classificação o atributo porte da indústria, conforme categorias determinadas pelo SEBRAE que são definidas pelo número de funcionários da empresa e têm a denominação descrita na tabela 3.1 para empresas de manufatura:

Tabela 3.1 - Classificação das indústrias

Classificação das indústrias	Microempresa	Pequenas Empresas	Médias Empresas	Grandes Empresas
Número de funcionários	De 1 a 19	De 20 a 99	De 100 a 499	A partir de 500

Fonte: SEBRAE (2006)

Para este trabalho, dentre as empresas de manufatura investigadas, foram consideradas apenas as empresas classificadas como Médias Empresas e Grandes Empresas. Inicialmente, na fase de aplicação do pré-teste, foram considerados três estratos: as pequenas empresas, as médias empresas e as grandes empresas. Porém, com o andamento da realização do pré-teste verificou-se que em todas as empresas de pequeno porte, as quais procedeu-se a aplicação do questionário, não havia um setor dedicado à manutenção. Esse fato desmotivou as investigações nas pequenas empresas visto que não foi identificada, na fase do pré-teste, a existência de uma gerência da manutenção.

Para o estrato das Médias Empresas foi realizado um agrupamento pelo ramo de atividade das indústrias, por se tratarem, de vinte e nove ramos distintos. Estes foram reagrupados de acordo com semelhanças nos tipos de atividades desenvolvidas a fim de assegurar a homogeneidade de cada conjunto de empresas e buscar garantir o sucesso da amostragem. Como resultados dos agrupamentos feitos nos ramos de atividades restaram treze conjuntos de empresas, mutuamente excludentes. Amostras aleatórias sem reposição foram extraídas de cada um deles respeitando a proporção de cada grupo em relação à população em estudo.

Já para o estrato das Grandes Empresas percebeu-se que aproximadamente 50% destas pertenciam a um único ramo de atividade que é o de fabricação de produtos alimentícios e bebidas e as demais empresas eram de ramos diversificados. Por se tratar de uma população relativamente pequena, adotou-se o procedimento de extração de amostra proporcional a dois grupos de empresas: o conjunto formado pelas empresas do ramo alimentício e de bebidas e o outro conjunto formado pelas demais empresas que compõem a população das Grandes Empresas da RMR.

Um outro segmento de empresas foi considerado: as empresas de serviços. Devido a restrições de custo e tempo, a amostragem foi simplificada. Para este estrato foram selecionadas, por conveniência, sete empresas do setor elétrico e de telefonia. Buscou-se realizar análises descritivas que pudessem descrever alguns comportamentos deste grupo.

3.4.3 Definição do tamanho da amostra

A determinação do tamanho da amostra é uma etapa extremamente importante do processo de amostragem por influir diretamente na precisão das informações produzidas e também na generalização das descobertas. Existem fórmulas estatísticas que possibilitam calcular o tamanho da amostra para o parâmetro de interesse. Contudo, para aplicá-las é preciso determinar o *erro amostral máximo tolerado* (E_0), o *nível de confiança* (γ) a ser adotado e a *variância populacional* (σ^2).

Geralmente é encontrada bastante dificuldade em se determinar a variância da população. Em alguns problemas, esta pode ser avaliada por meio de estudos anteriores de levantamento da mesma população (Barbetta *et al* (2004); Cochran (1965)); por conjecturas a cerca da estrutura da população, ajudadas por fórmulas matemáticas ou pelos resultados de um levantamento piloto (COCHRAN, 1965).

Por não ter sido encontrado em Pernambuco nenhum estudo semelhante a este, não houve qualquer dado que indicasse o desvio padrão das variáveis envolvidas que pudesse servir de base inicial para o cálculo do tamanho da amostra. A opção mais coerente foi então a realização de uma amostragem piloto. Neste caso, a variância da amostra é generalizada para população em estudo.

Uma vez colhidos os dados para amostragem piloto, foi aplicada a expressão 3.1 para o cálculo do valor inicial do tamanho da amostra (BARBETTA *et al*, 2004).

$$n_0 = \frac{z_\gamma^2 \sigma^2}{E_o^2} \quad (3.1)$$

Onde:

n_0 é o tamanho inicial da amostra

z_γ é a estatística de teste

σ^2 é a variância populacional

E_o é o erro amostral máximo tolerado

Por se tratar de uma população finita com o seu tamanho, denominado N, conhecido, procedeu-se a correção do valor de n_0 conforme indica a expressão 3.2 (BARBETTA *et al*, 2004).

$$n = \frac{N.n_0}{N + n_0 - 1} \quad (3.2)$$

O levantamento em questão envolve mais de uma especificação e diante desta circunstância, de acordo com Cochran (1965), um dos processos para se determinar a grandeza da amostra é estabelecer as margens de erro para as especificações consideradas mais importantes para o levantamento. A partir daí foram verificados os valores encontrados de n para os atributos considerados relevantes e que também possuíam os requisitos necessários para a aplicação das fórmulas.

Para as Grandes Empresas, cuja população encontrada na base da FIEPE é de 31 indústrias, foi obtido um n igual a 10 e, a partir daí procedeu-se a realização de um sorteio para selecionar as indústrias pertencentes à amostra. No caso das Médias Empresas, cuja população é de 122 indústrias, o n calculado para alguns atributos ficou em torno 30. Decidiu-se investigar 40 empresas para se obter uma melhor representatividade.

Vale ressaltar que foram excluídas as construtoras, cuja atividade não pertence à indústria de manufatura, constando como resultado todos os demais ramos de atividades.

3.5 Organização e análise dos dados

Concluída a coleta de dados, os resultados foram cuidadosamente transportados para uma planilha eletrônica e codificados para formação da base. A plataforma computacional utilizada como ferramenta de análise foi o *software Statistica 6.0*.

3.5.1 Análise Descritiva

Algumas características da distribuição de variáveis quantitativas podem ser resumidas através de medidas descritivas. Estas, constituem técnicas analíticas utilizadas para resumir o conjunto dos dados coletados, em outras palavras, buscam sintetizar as características da distribuição e podem ser expressas principalmente por medidas de posição central, dispersão, assimetria e curtose.

As medidas de posição central informam a localização do centro da distribuição. A média de uma variável qualquer busca resumir os dados de forma a torná-los mais informativos. Isto de fato pode ocorrer em muitos casos, porém, em algumas análises a média somente não é suficiente para descrever os dados, pois conforme seja a distribuição, esta medida pode apresentar tendências devido à dispersão dos dados.

Para descrever melhor os dados, além da média, medidas de dispersão podem ser aferidas a fim de propor uma melhor explicação. Dentre as medidas de dispersão encontra-se a amplitude, que é medida pela diferença entre o maior e o menor valor de uma distribuição.

Esta medida também exige certa atenção, pois pode levar a interpretações enganosas pela presença de algum valor discrepante.

A variância é uma medida de dispersão dos valores da variável em torno da média. Valores próximos da média da distribuição representam uma pequena variância, ou desvio padrão, em oposição a valores distantes que representam uma maior dispersão. Diferentemente do desvio padrão que mede a dispersão em termos absolutos, está o coeficiente de variação que mede a variação em termos relativos.

Medidas de assimetria, como a mediana, avaliam a posição central de uma distribuição por um enfoque diferente da média por ser a posição que representa o meio da distribuição, ou seja, de forma seqüencial, metade dos valores encontra-se antes e a outra metade, após a mediana. Outras medidas descritivas também são baseadas na ordenação dos dados como os quartis e os extremos.

3.5.2 Análise exploratória

A análise exploratória foi realizada a fim de descrever os dados e identificar características das amostras. Algumas relações, padrões e comportamentos não são evidentes nos dados brutos, porém, com a aplicação de técnicas estatísticas adequadas é possível obter informações acerca da base investigada.

A inquisição inicial partiu da busca por relações entre os pares de variáveis por meio da utilização de testes estatísticos. A escolha do teste estatístico para identificação da relação foi feita levando-se em consideração os tipos das variáveis envolvidas e o atendimento dos pressupostos exigidos por cada teste. Basicamente, aplicou-se o teste qui-quadrado de Pearson quando as duas variáveis eram categóricas, Mann-Whitney, quando uma era intervalar ou de razão e a outra categórica, e a correlação de Spearman para o caso em que ambas variáveis eram pelo menos ordinais.

O teste qui-quadrado de independência é usado para verificar se existe associação entre variáveis categóricas (BARBETTA *et al*, 2004). Para se obter uma boa aproximação da estatística de teste pela distribuição de qui-quadrado é necessário que as frequências esperadas (E_{ij}) sejam conjuntamente grandes de tal forma a garantir $E_{ij} \geq 5$. A hipótese nula (H_0), no caso do teste qui-quadrado, é que as variáveis são independentes, enquanto que a hipótese alternativa afirma que elas estão associadas.

Desde que atingido um grau de mensuração pelo menos ordinal, pode-se aplicar a prova U de Mann-Whitney para comprovar se dois grupos independentes foram ou não extraídos da

mesma população. Trata-se de uma das mais poderosas provas não-paramétricas e constitui uma alternativa extremamente útil da prova paramétrica t , quando o pesquisador deseja evitar as suposições exigidas por este último, ou quando a mensuração atingida é inferior à da escala de intervalos (SIEGEL, 1975). A hipótese nula do teste é de que não há diferença entre as posições centrais das duas populações.

A correlação mede, numericamente, a força, ou o grau, de relacionamento entre duas variáveis, não implicando, necessariamente, numa relação “causa-e-efeito” (STEVENSON, 1986; BARBETTA *et al*, 2004). A correlação por postos de Spearman, ou correlação por ordem de ranqueamento, é medida por meio do coeficiente de correlação de Spearman, designado por ρ , e varia entre -1,0 e 1,0. É uma medida de associação que exige que ambas variáveis apresentem-se numa escala de mensuração pelo menos ordinal, e não faz nenhum pressuposto quanto à normalidade da distribuição. A tabela 3.3 caracteriza, segundo Hair Jr. *et al* (2005), as forças de associação entre as variáveis. A hipótese nula deste teste é de que não existe diferença entre os ranqueamentos, ou seja, não há associação entre as variáveis.

Tabela 3.2 - Regras práticas para classificar valor do coeficiente de correlação

Varição do coeficiente	Força de associação
+0,91 - +1,00	Muito forte
+0,71 - +0,90	Alta
+0,41 - +0,70	Moderada
+0,21 - +0,40	Pequena mas definida
+0,01 - +0,20	Leve, quase imperceptível

Fonte: adaptado de Hair Jr. et al (2005)

O nível de significância adotado foi 5% e a interpretação de todos os testes foi feita baseada na análise da probabilidade de significância, o p-valor, que determina a probabilidade de se rejeitar H_0 quando ela for verdadeira (erro tipo I). Assim, se $p < 0,05$ H_0 é rejeitada, caso contrário o teste indica que não existem evidências suficientes para se rejeitar a hipótese nula.

4 ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

A pesquisa foi realizada em indústrias de manufatura de médio e grande porte e empresas de serviços da Região Metropolitana de Recife. Os dados foram coletados durante o segundo e o terceiro trimestre de 2007. A análise dos dados foi feita separadamente para estas três amostras, uma vez que foram efetuados diferentes tipos de amostragem. Neste capítulo são apresentadas as análises descritivas das Médias e das Grandes Empresas, cuja amostragem foi probabilística, e no capítulo seis é descrita a análise referente ao estrato das empresas de serviços, do qual foi extraído uma amostra por conveniência.

4.1 Médias Empresas

Inicialmente procedeu-se a análise descritiva dos dados da amostra relativa às Médias Empresas (ME) a fim de expor as suas características. Essa amostra é probabilística, e consta de 40 indústrias, dos diversos ramos de atividade, situadas na Região Metropolitana de Recife.

4.1.1 Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional é retratada na primeira etapa do instrumento de pesquisa e descreve características sobre a composição funcional e a posição da área de manutenção na organização.

Os dados sobre o faturamento bruto das empresas foram coletados de apenas 22 indústrias, enquanto que o restante (18 indústrias) argumentou que esta informação não estava disponível. Como se pode observar no histograma da figura 4.1, a maior parte das indústrias tem o seu faturamento bruto anual até trinta milhões de reais.

As estatísticas, para a variável faturamento, mostram que a dispersão dos valores analisados é bastante alta. A média é de 2.248,25 milhões de reais e o desvio padrão é de 10.219,08 milhões de reais. Esses números mostram uma alta variação entre os faturamentos brutos das indústrias que vai desde empresas que faturam em torno de dois milhões a empresas que faturam cerca de 480 bilhões de reais.

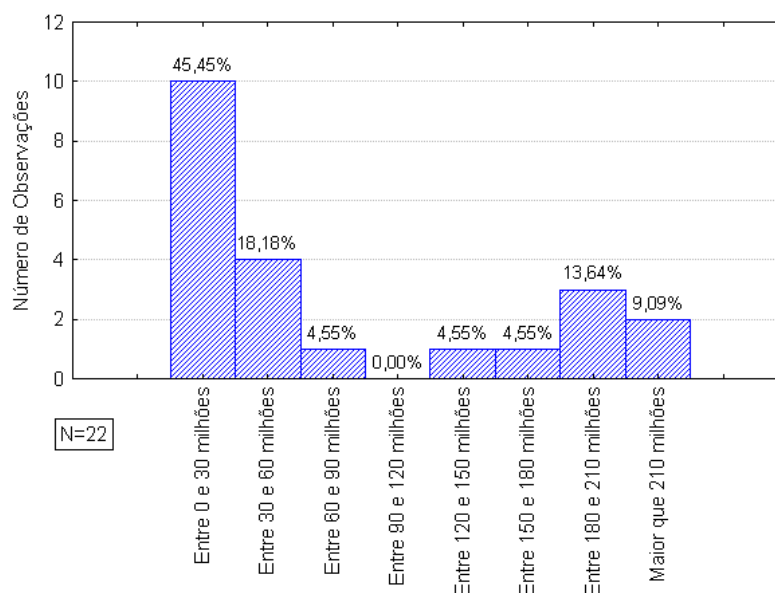


Figura 4.1 - Histograma referente ao faturamento bruto anual das indústrias (ME)

Foi perguntado, aos gerentes da manutenção, a quantos níveis da presidência da empresa encontra-se a área de Gestão da Manutenção. A figura 4.2 mostra a frequência das observações em cada nível hierárquico, ou seja, a posição da Manutenção em relação ao nível mais alto da organização. Observa-se que em 42,5% dos casos a Manutenção está a dois níveis da presidência e em 22,5% está a apenas um nível.

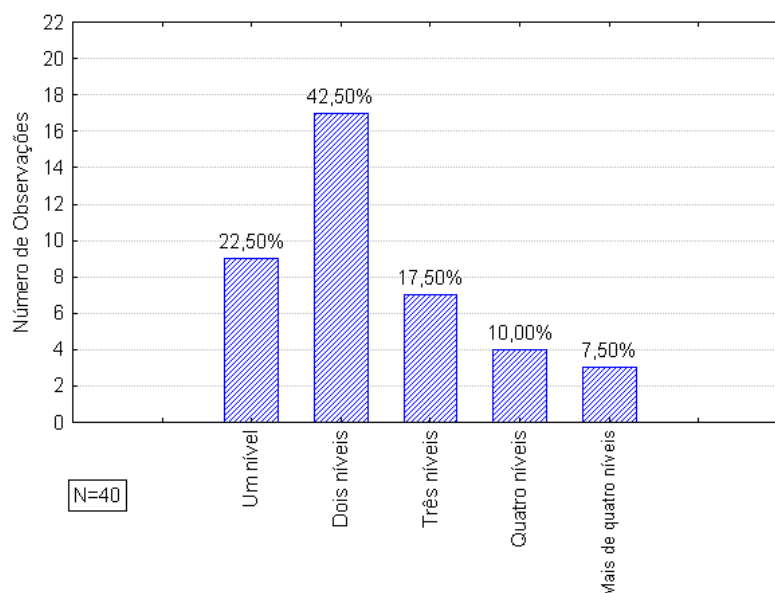


Figura 4.2 - Histograma referente ao nível hierárquico da gerência da manutenção (ME)

O número de funcionários da empresa, como um todo, e o número de funcionários lotados na área de manutenção, também foram investigados. Conforme mencionado na

metodologia deste trabalho, as Médias Empresas têm como característica de classificação o número de funcionários entre 100 e 499. As estatísticas da amostra estão dispostas na tabela 4.1. Nesta tabela também constam os dados sobre o número de funcionários da Manutenção que como se pode observar, varia entre 1 e 40, na amostra coletada.

Tabela 4.1 - Estatísticas referentes ao número total de funcionários das indústrias e da área de manutenção (ME)

Número de funcionários	Média	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Total	273,62	275,00	Múltipla	100,00	499,00	135,23
Lotados na manutenção	16,42	15,50	20,00	1,00	40,00	10,73

Em relação à área de manutenção, foi investigado o nível de instrução dos funcionários que a compõem. A tabela 4.2 mostra que há, em média, mais funcionários que possuem nível técnico. Porém, a área de manutenção apresenta também uma média relativamente alta de funcionários que possuem apenas nível médio. Os números, em geral, mostram um baixo grau de formação.

Tabela 4.2 - Nível de instrução dos funcionários lotados na manutenção (ME)

Nível de instrução	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
Ensino Fundamental	1,75	0,00	0,00	3,48
Nível Médio	5,83	2,50	0,00	7,73
Nível Técnico	7,35	3,00	0,00	8,36
Graduação	0,78	1,00	0,00	1,12
Especialização	0,48	0,00	0,00	0,82
Mestrado Profissionalizante	0,05	0,00	0,00	0,32
Mestrado Acadêmico	0,03	0,00	0,00	0,16
Doutorado	0,00	0,00	0,00	0,00

N=40

Os funcionários da área de manutenção também foram classificados segundo o tipo de atividade funcional que executam nas indústrias. As estatísticas da amostra, dispostas na tabela 4.3, indicam que a execução de atividades operacionais, como se esperava, concentra a maior média de funcionários.

Tabela 4.3 - Estatísticas referentes ao tipo de atividade executada pelos funcionários da área de manutenção (ME)

Atividade executada	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
Gerenciamento	1,33	1,00	0,00	1,83
Administrativas	0,20	0,00	0,00	0,46
Supervisão	1,78	1,00	0,00	2,49
Atividades operacionais	13,38	12,00	0,00	9,11

Na questão Q14 foi investigada a forma como são dimensionadas as equipes de manutenção. Por meio da análise do diagrama da figura 4.3, pode-se observar que as equipes de manutenção são dimensionadas em 57% dos casos utilizando como critério a quantidade de equipamentos sobre os cuidados da manutenção, seguida da experiência gerencial com 40% dos casos. Apenas 3% das indústrias entrevistadas utilizam um mecanismo probabilístico para dimensionar as equipes de manutenção, e para estas empresas foi utilizada a Teoria das Filas. Há muitas vantagens em se utilizar técnicas e/ou metodologias para este fim, visto que podem contribuir para evitar um número excessivo de funcionários assim como evitar, ao máximo, situações de gargalos nas atividades a serem executadas. E ainda contribuir para ajustar o tamanho da equipe com a demanda por serviços buscando promover disponibilidade sem gerar custos desnecessários.

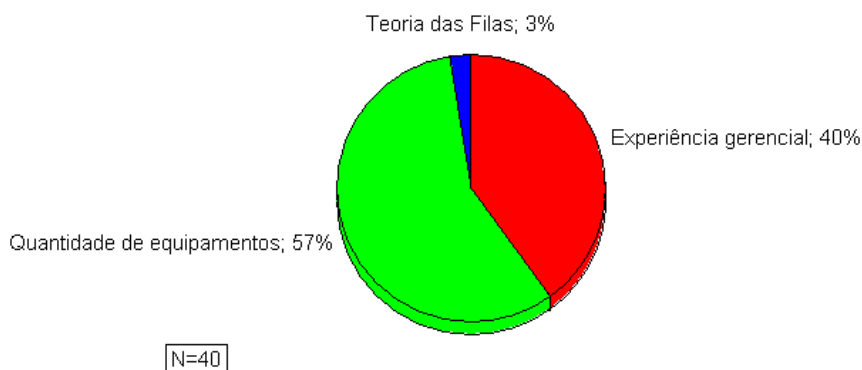


Figura 4.3 - Diagrama referente ao modo de dimensionamento das equipes de manutenção (ME)

4.1.2 Manutenção contratada

Em busca de disponibilidade muitas indústrias utilizam somente pessoal próprio para realização da manutenção. Porém, um alto contingente de pessoal alocado para realização da manutenção tende a torná-la bastante dispendiosa. A terceirização da manutenção pode ser uma forma de minimizar os custos desde que haja um compromisso com a disponibilidade.

Na figura 4.4 observa-se que a manutenção, em nenhum dos casos argüidos, é realizada somente por empresa terceirizada, ou é realizada por funcionários próprios ou por ambos, próprios e terceirizados. Estas duas opções mostram uma relação de 55% para primeira opção contra 45% referente à segunda opção, ou seja, em aproximadamente metade das indústrias argüidas, a manutenção é realizada somente por funcionários próprios.

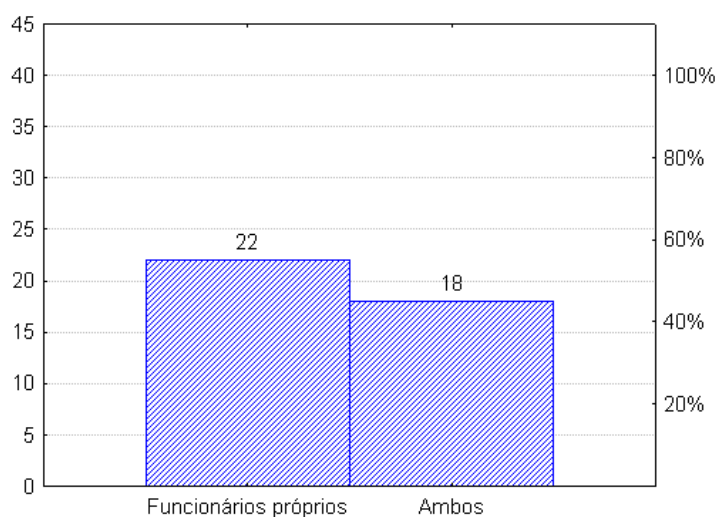


Figura 4.4 - Diagrama de pareto relativo à contratação da manutenção (ME)

Dentre as indústrias que utilizam manutenção contratada, o histograma disposto na figura 4.5 mostra que 61% da procura por este serviço acontecem por meio da realização de pesquisa de mercado, contra 39% de indústrias que o fazem por indicação. A pesquisa de mercado permite um leque mais amplo e atual de opções à medida que possibilita ao decisor acesso à qualquer empresa existente no mercado. Neste caso, há também a possibilidade de se analisarem outros critérios que possam ser julgados importantes na seleção, enquanto que a indicação prioriza, na maior parte dos casos, o critério credibilidade.

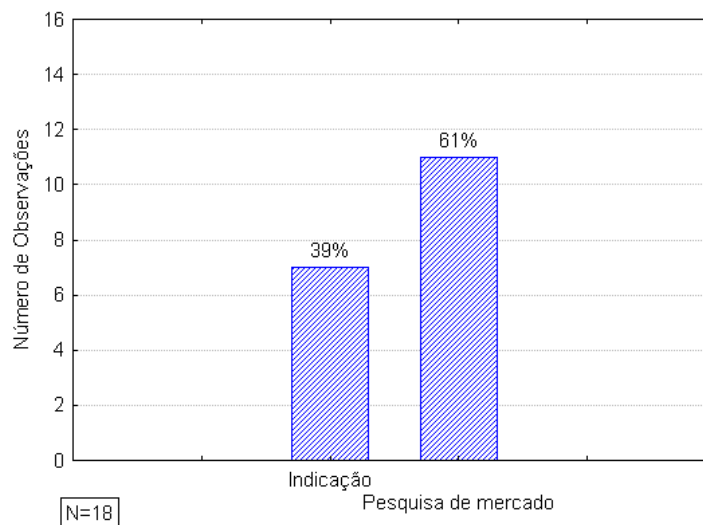


Figura 4.5 - Diagrama referente à forma de procura por empresas terceirizadas (ME)

A questão Q17 solicitou aos entrevistados que estabelecessem um *ranking* de prioridade entre os critérios adotados para seleção de empresa terceirizada com a finalidade de realizar manutenção. A tabela 4.4 mostra a frequência de cada atributo em cada uma das oito posições de classificação de preferência. O número de respondentes desta questão foi de 18 indústrias (45%) devido ao fato de ser esta a quantidade de empresas da amostra que utilizam mão-de-obra terceirizada.

Há duas formas de se analisar a tabela: pelos atributos e pela posição no *ranking*. Pela posição no *ranking*, os atributos credibilidade e qualidade ocupam, empatados, a primeira colocação. Ao analisar a tabela pelos atributos, observando a maior frequência de cada atributo numa determinada colocação, os atributos prioritários são preço e credibilidade.

Tabela 4.4 - Classificação dos atributos em ordem de prioridade para seleção de empresa terceirizada (ME)

Atributos	1º lugar	2º lugar	3º lugar	4º lugar	5º lugar	6º lugar	7º lugar	8º lugar
Preço	4	4	3	1	2	1	2	1
Tecnologia	1	1	3	3	4	3	2	1
Tempo de atendimento	2	2	3	3	4	3	1	0
Tempo médio de reparo	0	0	0	3	2	5	8	0
Distância da empresa	0	2	0	1	0	1	14	0
Credibilidade	5	1	3	2	1	4	2	0
Qualidade	5	8	2	1	1	1	0	0
Experiência	1	2	2	5	3	2	1	2

O diagrama de barras da figura 4.6 mostra a frequência de cada atributo na 1ª posição. Como dito, os critérios credibilidade e qualidade foram os mais expressivos na primeira colocação. Após, o critério preço, seguido de tempo de atendimento, tecnologia e experiência. Os demais atributos em questão não obtiveram representatividade na primeira colocação.

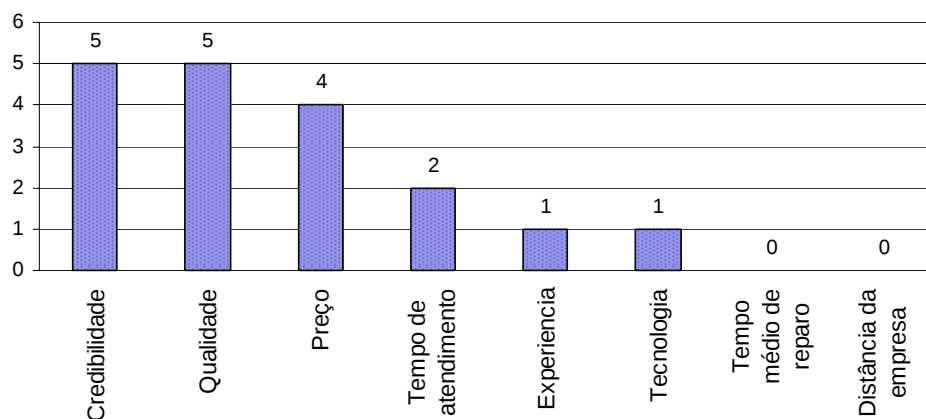


Figura 4.6 - Diagrama referente aos critérios que ocuparam o 1º lugar em prioridade na seleção de empresas terceirizadas (ME)

Os entrevistados também foram questionados quanto à avaliação da qualidade dos serviços prestados pelas empresas terceirizadas e estabeleceram uma ordem para os critérios de avaliação destes serviços conforme exposto na tabela 4.5. Ao avaliar o critério mais votado em cada posição, tem-se em 1º lugar, a rapidez no atendimento. Esse resultado faz muito sentido se a terceirização for considerada como uma forma de melhorar a disponibilidade.

Tabela 4.5 - Classificação dos critérios prioritários para avaliação dos serviços prestados por empresas terceirizadas (ME)

Critério	1º lugar	2º lugar	3º lugar	4º lugar
Redução de gastos com manutenção	5	2	8	3
Quantidade de intervenções	1	6	4	7
Rapidez no atendimento	7	6	2	3
Tempo médio de reparo	5	4	4	5

O diagrama da figura 4.7 refere-se ao tipo de contrato que é pactuado com as empresas terceirizadas. Os números mostram que 44,44% dos tipos de contrato são realizados pela contratação de um valor fixo por período de tempo. Em seguida, representando 33,33% dos tipos de contratos efetuados, está o contrato realizado pela fixação de um valor em conjunto com uma parcela variável definida pelo número de intervenções. A literatura mostra um avanço na estratégia de produção que passou a requerer da manutenção maior atenção aos critérios custo e disponibilidade. Os novos contratos de manutenção já incluem em suas cláusulas aspectos relacionados à manutenibilidade e fornecem também dados de MTBF (*mean time between failures*) – também chamado de tempo médio entre falhas, ambos essenciais para decisões relativas à manutenção.



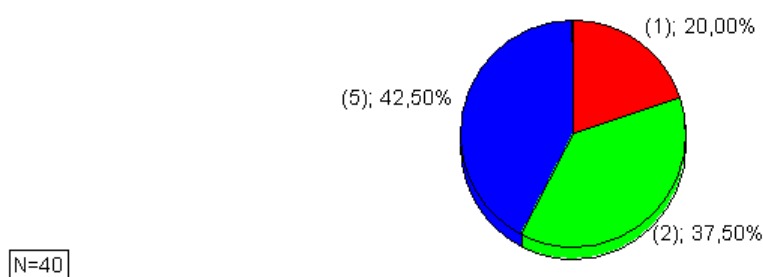
Figura 4.7 - Diagrama referente ao tipo de contrato realizado com as empresas terceirizadas (ME)

4.1.3 Controle da Manutenção

Neste tópico são abordadas questões sobre engenharia de manutenção, aspectos metodológicos e gerenciais. São examinadas questões sobre o dimensionamento de sobressalentes, coleta de dados de falha e de reparo dos equipamentos, políticas de manutenção, dentre outras.

O dimensionamento de sobressalentes é de extrema relevância para manutenção visto que interfere diretamente no tempo gasto para realizar a manutenção. Para assegurar o sucesso da manutenção é preciso que se tenham as peças necessárias na quantidade e tempo certos. Observa-se por meio do diagrama da figura 4.8 que 42,5% da amostra utilizam a experiência

gerencial para dimensionar sobressalentes, 37,5% dimensionam seu estoque de peças pela quantidade de equipamentos sob os cuidados da manutenção e 20% não o fazem. Ou seja, nenhuma das empresas entrevistadas considera o comportamento das falhas para realizar estudos que identifiquem a demanda por certos itens e, conseqüentemente, o quantitativo de peças de reposição necessárias para um determinado modelo de equipamento.



LEGENDA

- (1) Não é feito dimensionamento de sobressalentes
- (2) O número de sobressalentes de um dado modelo de equipamento é um percentual do total de equipamentos deste modelo.
- (3) Utilizando uma abordagem baseada no risco de quebra de estoque sem uso do conhecimento prévio do especialista.
- (4) Utilizando uma abordagem baseada no risco de quebra de estoque com o uso do conhecimento prévio do especialista.
- (5) Pela experiência gerencial.

Figura 4.8 - Diagrama referente ao modo de dimensionamento de sobressalentes (ME)

Os dados de falha têm muito a dizer sobre o comportamento de um equipamento ou sistema. Considerando-se que um item deve cumprir a missão a qual se propôs, a coleta dos dados sobre a ocorrência de qualquer falha que este item venha a sofrer ajuda a compreender melhor o seu funcionamento. Além disso, o histórico dos equipamentos proporciona um aprendizado sobre seu funcionamento podendo evitar a reincidência de problemas e proporcionar melhorias contínuas.

O diagrama da figura 4.9 refere-se ao tratamento administrado aos dados de falha dos equipamentos. Os entrevistados foram perguntados sobre que tipo de tratamento era destinado aos dados de falha dos equipamentos. Observa-se que 10% das indústrias não coletam esses dados. Pode-se também perceber que em apenas 52,5% das indústrias argüidas são realizados estudos de confiabilidade pela análise dos dados colhidos e em 37,5% dos casos não é feito nenhum estudo, somente se coletam os dados e os armazenam para uma possível verificação posterior.



Figura 4.9 - Diagrama referente ao tratamento administrado aos dados de falha (ME)

Conforme exibido na figura 4.9, apenas 52,5% das empresas realizam estudos de confiabilidade. Em busca de mais detalhes, procurou-se averiguar o que está sendo feito com os dados de falha dos equipamentos que são coletados e analisados. Pelo histograma da figura 4.10 pode-se observar que em 76% dos casos são calculados indicadores com os dados de falha colhidos, em 71%, é feita estatística descritiva e em quantidade menos significativa (5%), é realizada inferência estatística.

Sem tratamento, os dados têm pouco a dizer, porém, muito pode ser compreendido e mensurado a partir de sua análise. Os estudos de confiabilidade podem gerar informações de extrema relevância para um melhor conhecimento do comportamento das falhas de um determinado equipamento.

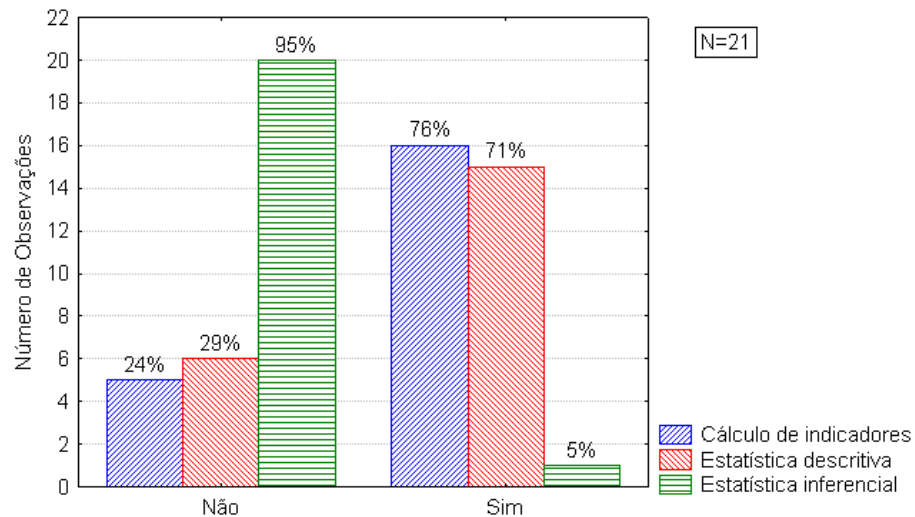


Figura 4.10 - Gráfico referente aos tipos de estudos de confiabilidade realizados (ME)

Da mesma forma que foi investigado o tratamento administrado aos dados de falha, buscou-se informações acerca do que estava sendo feito com os dados de reparo. Constatou-se que em apenas 45% das indústrias realizavam-se estudos de manutenibilidade, como pode ser visto na figura 4.11. Conforme dito anteriormente na metodologia, estes dois atributos, manutenibilidade e confiabilidade, em conjunto, compõem a disponibilidade dos equipamentos. A probabilidade de um item estar disponível é função de uma boa confiabilidade e de que ao falhar, proceda-se um reparo rápido, ou seja, haja uma boa manutenibilidade.

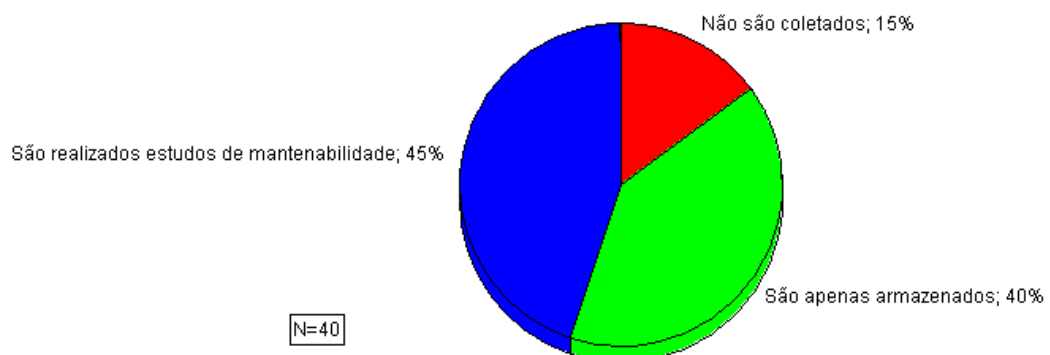


Figura 4.11 - Diagrama referente ao tratamento administrado aos dados de reparo (ME)

Nas indústrias que tratam seus dados para estudos de manutenibilidade, 45 % do total, foi analisado o tipo de tratamento dispensado aos dados, como se pode observar na figura 4.12. Verificou-se, nos dados de reparo, um comportamento semelhante ao tratamento investido aos dados de falha. Na maior parte das análises são calculados indicadores com 89% dos casos, seguido do cálculo de estatística descritiva, com 67% dos casos, e apenas 6% dos que procedem a estudos de manutenibilidade realizam estatística inferencial.

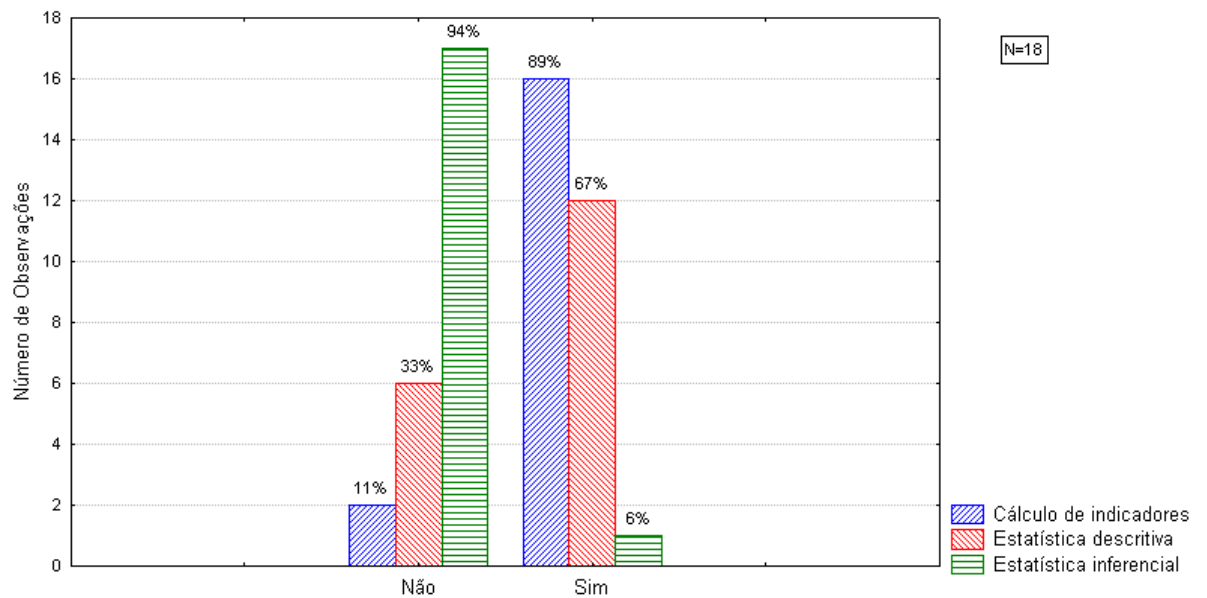


Figura 4.12 - Gráfico referente aos tipos de estudos de manutenibilidade realizados (ME)

Os impactos resultantes de uma interrupção no funcionamento das máquinas de uma indústria podem ser medidos de diversas formas. O diagrama de pareto da figura 4.13 mostra como se comportou esta variável nas indústrias pesquisadas. O tempo de produção perdido foi responsável por 55% dos casos de medição de impactos, seguido de 20% dos respondentes, os quais afirmaram que a interrupção da produção é medida em unidades não produzidas. A forma de medição é um critério importante quando consegue mensurar as perdas de um tipo da produção em sua interrupção. O que não deve ocorrer é o ato de não medir, pois a ausência desta medida implica na falta de um parâmetro que indique o que significa a indisponibilidade de um determinado equipamento. No caso das indústrias entrevistadas, 18% não medem os impactos de uma interrupção no funcionamento de suas máquinas.

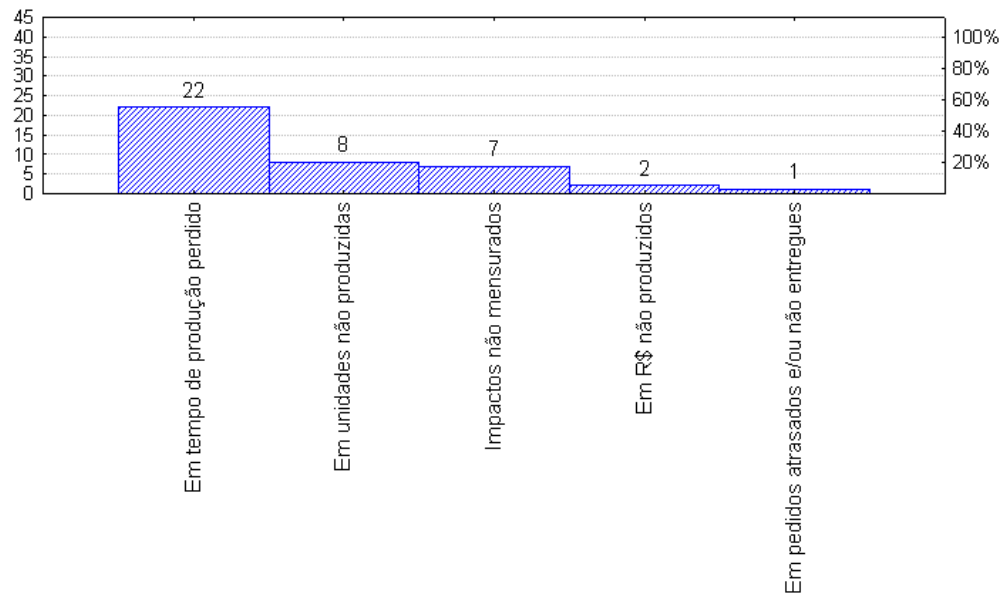


Figura 4.13 - Diagrama de pareto referente ao modo de medição dos impactos na interrupção do funcionamento dos equipamentos (ME)

Diante da diversidade de equipamentos utilizados nas indústrias e suas peculiaridades, torna-se difícil gerenciar os dados de comportamento destes equipamentos de modo a gerar informação. A utilização de *softwares* para apoiar o gerenciamento da manutenção surge como uma ferramenta de grande importância e utilidade na Gestão da Manutenção. São vários os recursos disponibilizados para descrever os processos da manutenção de forma rápida e segura, de maneira a contribuir para o apoio à decisão num curto período de tempo. Estes programas permitem o cálculo de indicadores, realização de estudos de confiabilidade e manutenibilidade, dentre outros aplicativos.

O diagrama da figura 4.14 mostra que apenas 37,5% das indústrias utilizam algum *software* no apoio à Gestão da Manutenção. Este número pode expressar certo atraso tecnológico na gestão visto que é uma ferramenta de grande utilidade e que proporciona uma grande agilidade na extração de informações a partir dos dados.

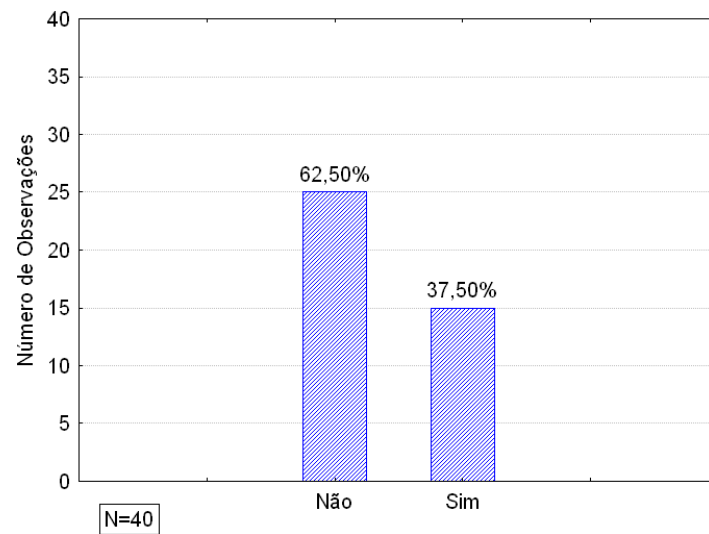


Figura 4.14 - Diagrama referente ao uso auxiliar de software na Gestão da Manutenção (ME)

Além dos *softwares* prontos, fabricados comercialmente para Gestão da Manutenção, existem os *softwares* customizados que são fabricados, sob encomenda, para atender necessidades de uma determinada indústria. A figura 4.15 mostra os *softwares* utilizados por 15 das indústrias entrevistadas.

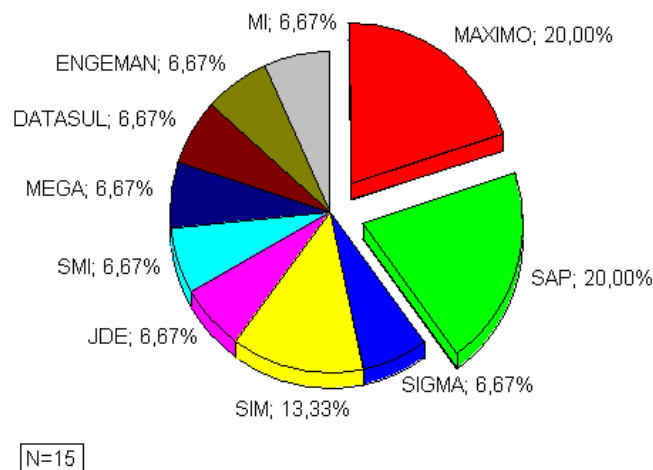


Figura 4.15 - Softwares utilizados como ferramenta de apoio à Gestão da Manutenção (ME)

Buscou-se também avaliar o grau de satisfação dos entrevistados com os *softwares* utilizados. O histograma da figura 4.16 mostra o sentimento dos entrevistados quanto à satisfação pela utilização do *software* adquirido pela empresa. Em apenas 40% dos casos os

usuários mostraram-se satisfeitos. O baixo índice de pessoas satisfeitas com a utilização dos softwares pode se dever a vários fatores como, por exemplo, algumas possíveis limitações dos *softwares*, a falta de instrução por parte dos funcionários para sua utilização, capacitação insuficiente para compreender os resultados que o *software* pode fornecer etc.

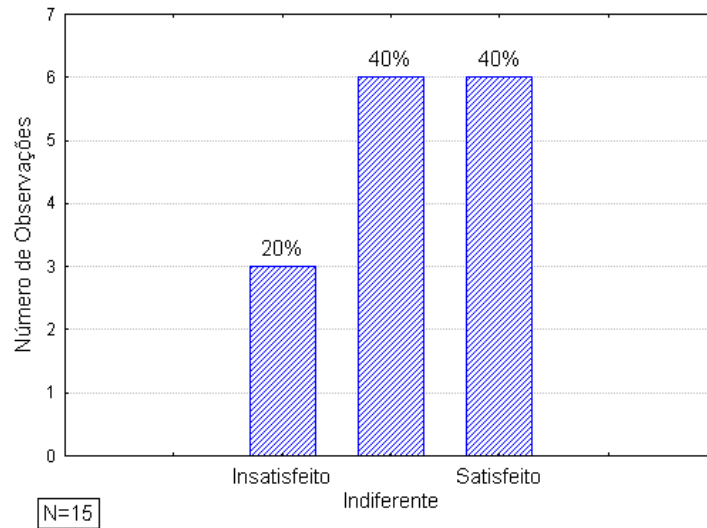


Figura 4.16 - Grau de satisfação com os softwares utilizados na Gestão da Manutenção (ME)

Os gerentes foram questionados sobre as políticas de manutenção utilizadas na indústria. Perguntou-se a porcentagem em que são realizadas cada uma das seguintes políticas de manutenção: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

O diagrama de caixas disposto na figura 4.17 mostra como se comportam estas variáveis. A porcentagem de manutenção corretiva realizada nas indústrias tem um comportamento simétrico com média em torno de 50%, ou seja, nas indústrias argüidas uma média de 50% das manutenções realizadas é corretiva. As manutenções preventivas têm um comportamento razoavelmente simétrico e dentre as manutenções realizadas, em média 40% são preventivas. Já a manutenção preditiva, tem um comportamento assimétrico e a média de realização desta é em torno de 10%.

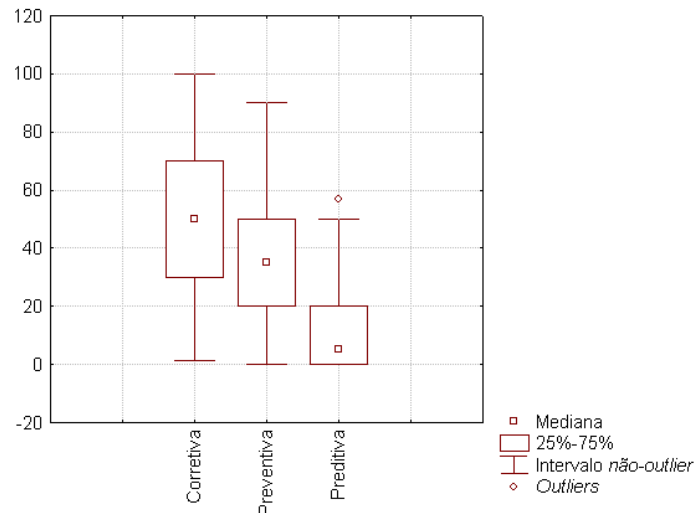


Figura 4.17 - Diagrama referente à porcentagem do tipo de manutenção realizada (ME)

Houve uma investigação acerca da forma de determinação dos intervalos entre as manutenções preventivas onde os respondentes foram questionados sobre como são determinados os intervalos entre as manutenções preventivas da empresa. Como pode ser observado na figura 4.18, na maior parte da amostra, o intervalo entre as manutenções preventivas é determinado utilizando como critério a experiência da equipe com 74% dos casos. Um total de 23% dos respondentes o fazem pela observação da especificação do fabricante, enquanto que apenas 3% utilizam modelos matemáticos. Isso reflete o pouco uso que se tem feito de técnicas fundamentadas as quais permitem uma avaliação mais completa dos intervalos entre manutenções preventivas em detrimento de uma análise mais empírica da variável em análise.

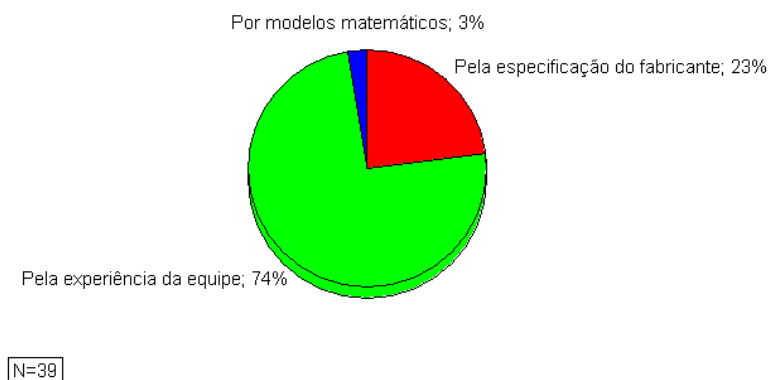


Figura 4.18 - Diagrama referente à forma de determinação dos intervalos entre manutenções preventivas (ME)

O questionário buscou levantar informações sobre como é mensurado o intervalo entre as manutenções preventivas. Constatou-se que, em aproximadamente 80% dos casos, o intervalo entre as manutenções preventivas é medido a intervalos regulares de tempo. Os demais respondentes afirmaram que este intervalo era medido após um número de ciclos de produção conforme mostra a figura 4.19.

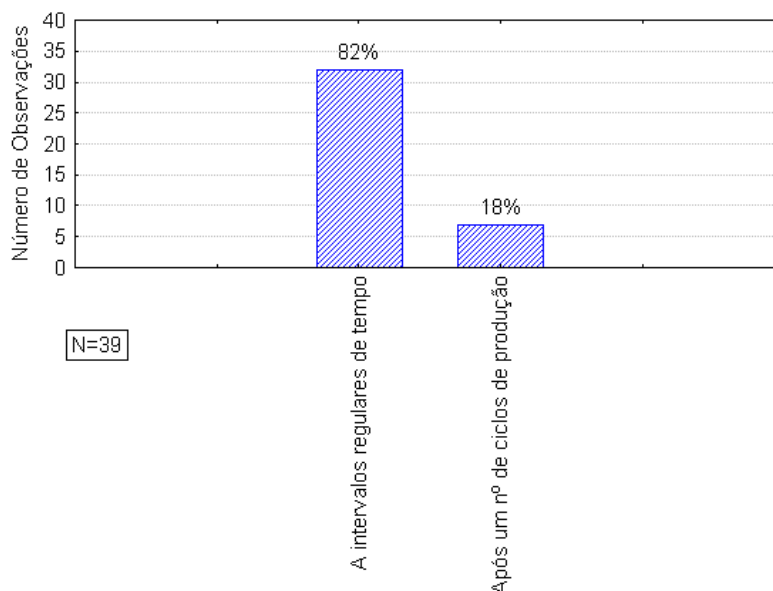


Figura 4.19 - Diagrama referente à forma de medição dos intervalos entre as manutenções preventivas (ME)

Para as indústrias que afirmaram utilizar manutenção preditiva foi perguntado quais são as técnicas de monitoramento usadas. A tabela 4.6 mostra, dentre as 40 empresas entrevistadas, a quantidade de indústrias que utilizam cada um dos procedimentos listados na tabela.

Tabela 4.6 - Referente ao tipo de monitoramento utilizado nas manutenções preditivas (ME)

Tipo de monitoramento	Quantidade de empresas que utilizam
Análise de vibração	16
Análise de óleos lubrificantes	14
Ultra-sonografia	11
Análise de óleo isolante	15
Análise termográfica	13
Análise de desgaste do equipamento	13
Inspeção visual	19

4.1.4 Custos da manutenção

Nesta sessão buscou-se conhecer um pouco mais sobre o orçamento dedicado à manutenção. Inicialmente foi perguntado aos gerentes sobre a realização de previsão orçamentária para o setor de manutenção. O histograma da figura 4.20 mostra que 67,5% da amostra das indústrias fazem previsão orçamentária para área de manutenção.

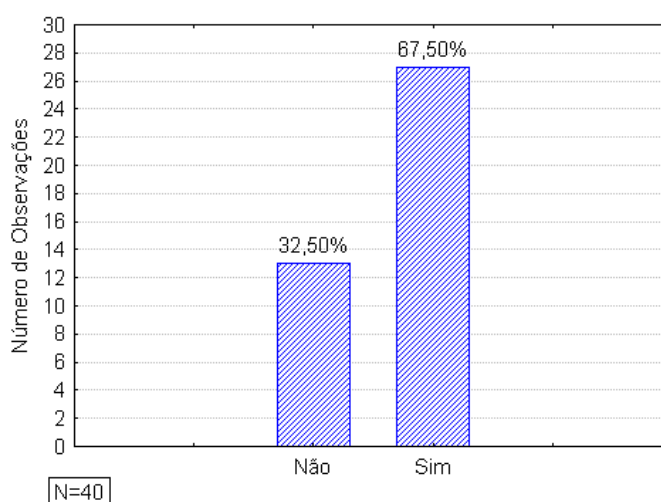


Figura 4.20 - Histograma referente à realização de previsão orçamentária para manutenção (ME)

O diagrama da figura 4.21 mostra que a maior parte das indústrias argüidas (41%) utiliza o orçamento do período anterior como forma de previsão orçamentária. Outro grande percentual de empresas (37%) realiza um novo planejamento orçamentário feito a cada período. E, por fim, 22% das indústrias fixam uma quota arbitrária destinada aos gastos com manutenção. O orçamento do período anterior é uma forma mais cômoda de se realizar previsão, uma vez que os gastos já foram feitos e se tem um número final que os resume. Porém, o cenário da fábrica pode mudar a cada ano tornando este orçamento ineficiente. Vários motivos podem contribuir para isso como, por exemplo, a alteração na quantidade de máquinas, mudanças na linha de produção, modernização tecnológica e a inevitável obsolescência das máquinas.



Figura 4.21 - Diagrama referente ao tipo de previsão orçamentária feita para manutenção (ME)

A relação entre o custo total anual da manutenção e o faturamento bruto do ano foi o tema da questão Q34. Quase metade (47,5%) dos entrevistados afirmou que esta relação está entre 2% e 4%, conforme se pode verificar na figura 4.22. Após, em 17,5% da amostra, foi informado que o percentual desta relação está entre 0% e 2%.

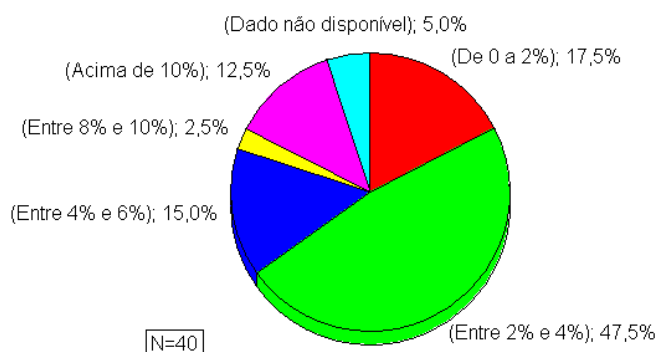


Figura 4.22 - Diagrama referente à relação em porcentagem entre o custo total anual da manutenção e o faturamento bruto do ano (ME)

4.1.5 Planejamento e estratégia

Nas questões Q35 a Q38, foram abordados temas sobre planejamento e estratégia com o objetivo de captar a percepção dos respondentes sobre o assunto. O intervalo entre as respostas foi de um ponto, numa escala que varia de um a cinco pontos. Foram feitas

afirmações acerca da estratégia e os entrevistados foram solicitados a responder até que ponto concordavam com algumas afirmativas.

O instrumento de pesquisa procurou identificar, na questão Q35, a percepção dos gerentes quanto ao grau de planejamento da manutenção na indústria pela afirmação: “A manutenção desta empresa é realizada de forma planejada”. Pode-se perceber, através da figura 4.23, que 42,5% dos entrevistados concordaram com a afirmação.

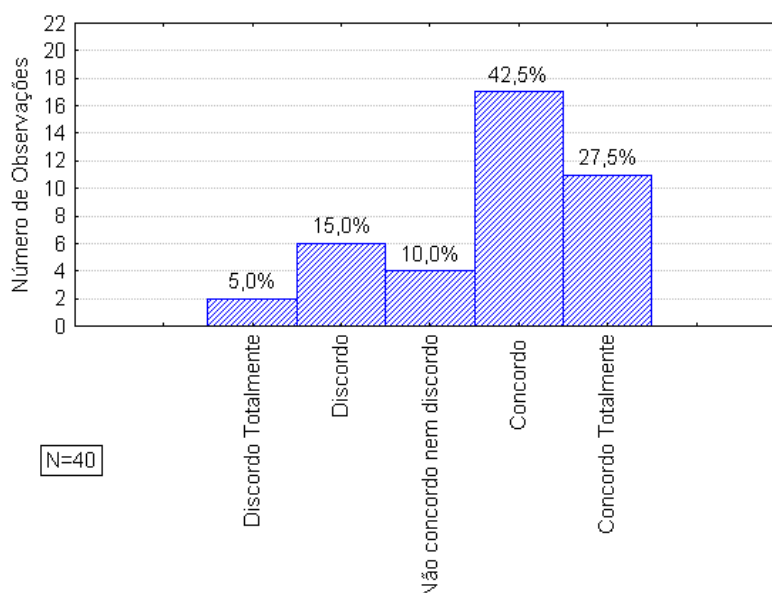


Figura 4.23 - Histograma referente ao planejamento das manutenções (ME)

As estatísticas da amostra, dispostas na tabela 4.7, indicam que a distribuição das observações dessa variável tende a se comportar de forma assimétrica, pois apesar de os valores da média, mediana e da moda estarem bastante próximos, estes são diferentes do valor central da distribuição. Além disso, o desvio-padrão não pode ser considerado pequeno por se tratar de uma escala de cinco pontos, o que pode indicar que as observações tendem a se distanciar do valor médio.

Tabela 4.7 - Estatísticas referentes à percepção dos gerentes quanto ao planejamento das manutenções (ME)

Estatísticas	Resultados
Média	3,73
Mediana	4,00
Moda	4,00
Desvio padrão	1,18

Um dos objetivos básicos da estratégia de qualquer indústria é satisfazer aos requisitos do mercado ao qual se propõe servir. A estratégia da produção busca traduzir estes requisitos por meio de decisões na produção. Porém, para atingir os objetivos da produção e da indústria como um todo, é preciso que haja coesão entre a estratégia utilizada nos diversos setores da indústria. Neste processo, é de fundamental importância que a estratégia da manutenção esteja alinhada à estratégia da empresa para que se alcance um fim comum. Na questão Q36 foi feita a seguinte afirmação: “A estratégia da manutenção está alinhada à estratégia da empresa” e pediu-se para que o gerente indicasse até que ponto concordava com esta afirmação. Observa-se que metade dos respondentes concordou totalmente com esta afirmativa e a outra metade está dispersa nas demais opções de resposta apresentadas, conforme exposto na figura 4.24.

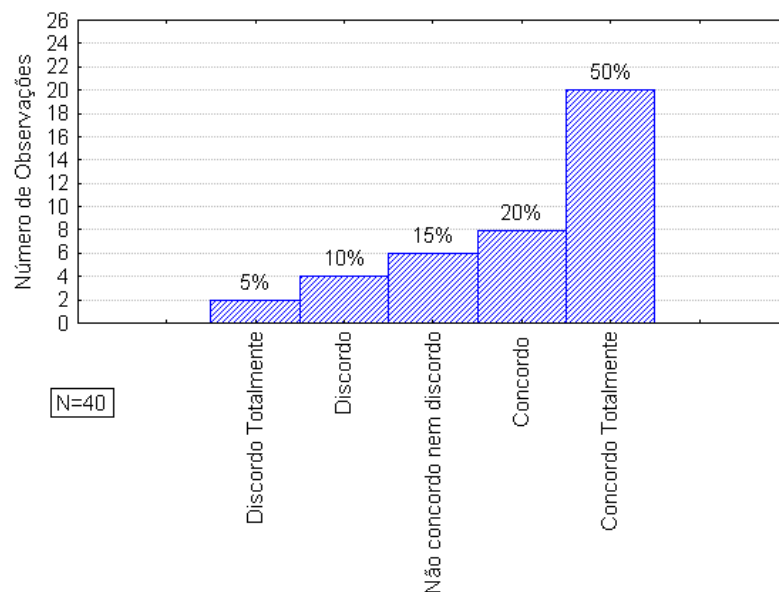


Figura 4.24 - Histograma referente à estratégia da manutenção (ME)

Na questão Q37, os entrevistados foram solicitados a responder até que ponto concordam com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”. Como se pode observar no histograma da figura 4.25, quase metade dos respondentes concordou totalmente com a afirmativa e os demais se dispersaram entre as opções de resposta restantes.

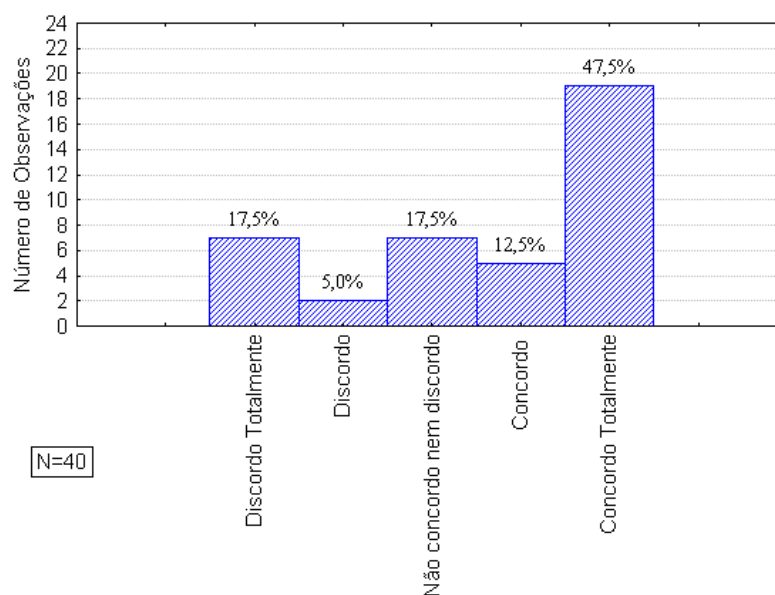


Figura 4.25 - Histograma referente à competitividade da organização (ME)

Nas questões 39, 40 e 41, os gerentes foram questionados sobre a utilização das metodologias TPM, RCM e RBM. Pelo histograma da figura 4.26, pode-se observar que a metodologia mais utilizada é a TPM, em 22,5% das indústrias, seguida da RCM, utilizada em 15% das indústrias e por final, a RBM, em 2,5% das indústrias. Porém, em geral, o uso das três metodologias é baixo.

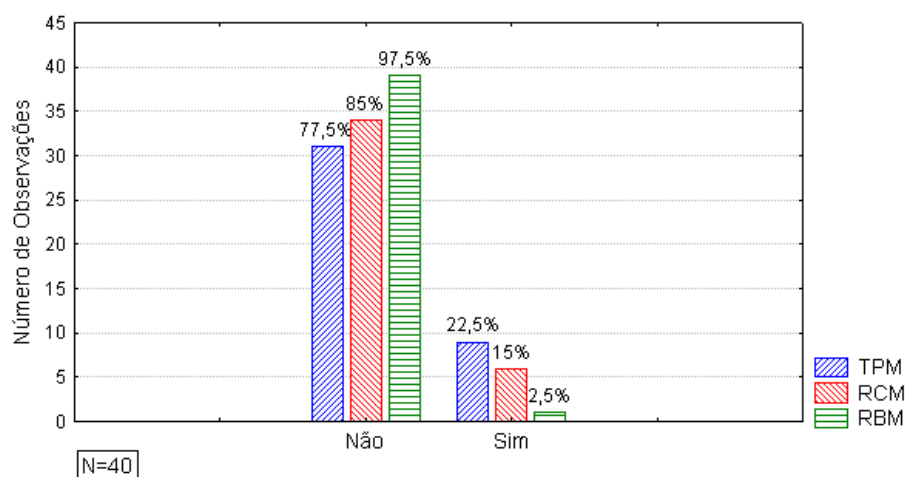


Figura 4.26 - Histograma referente ao uso das metodologias TPM, RCM e RBM (ME)

Na questão 42 buscou-se investigar o interesse da organização em estudar a estratégia da manutenção. Perguntou-se aos entrevistados se a empresa havia feito recentemente algum estudo ou pesquisa sobre estratégia da manutenção. O resultado desta investigação está

disposto na figura 4.27, a qual mostra que em 75% das empresas não há investimentos desta natureza.

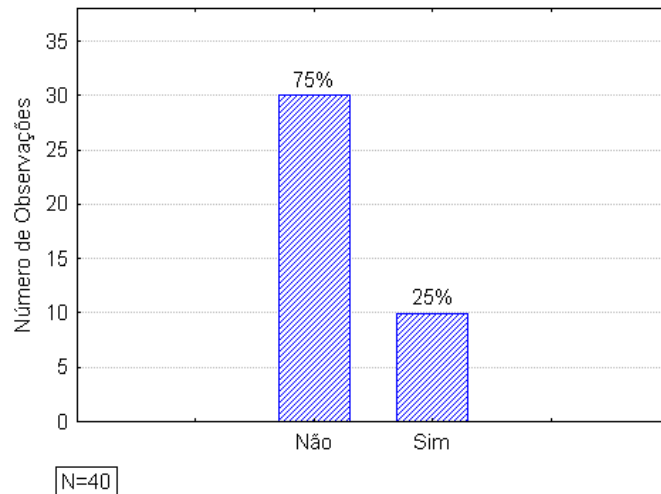


Figura 4.27 - Histograma referente a investimentos em pesquisas sobre estratégia da manutenção (ME)

Com o interesse de investigar o possível interesse em estudos científicos por parte das indústrias, perguntou-se se estas estabeleciam alguma relação de parceria com universidade ou centro de pesquisa. De acordo com o exposto na figura 4.28, observou-se que em 75% dos casos não há relação entre estas instituições e as indústrias.

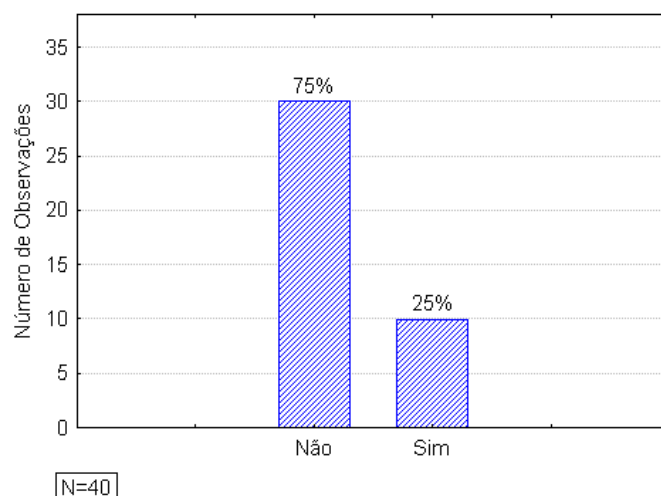


Figura 4.28 - Histograma referente ao estabelecimento de parcerias com universidade ou centro de pesquisa (ME)

4.1.6 Treinamentos

É de fundamental importância o investimento em mão-de-obra qualificada a fim de se obter maior qualidade nos serviços executados. Além da qualidade, funcionários devidamente treinados estão menos propensos a cometer erros e executam o serviço proposto em um menor período de tempo. Há também que se ressaltar a necessidade de pessoal que acompanhe a evolução tecnológica da indústria, recebendo treinamentos para manusear os novos equipamentos que, porventura, venham a substituir os antigos. De acordo com a figura 4.29, há 15%, dentre as indústrias entrevistadas, que não oferecem treinamentos para seus funcionários.

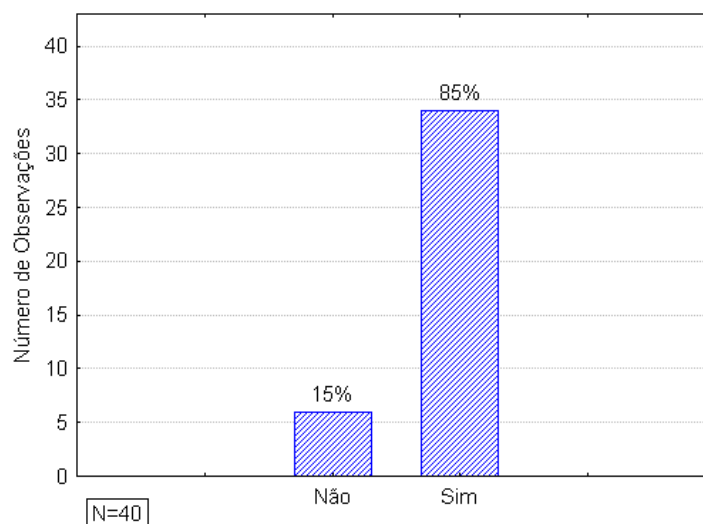


Figura 4.29 - Histograma referente à obtenção de treinamentos pelos funcionários (ME)

Das 34 empresas que oferecem treinamento para seus funcionários, a média, por ano, é de sete por pessoa lotada na manutenção. O número de treinamentos por pessoa varia numa faixa que vai de 0 a 14 (retirados os *outliers*), como pode ser visto na figura 4.30.

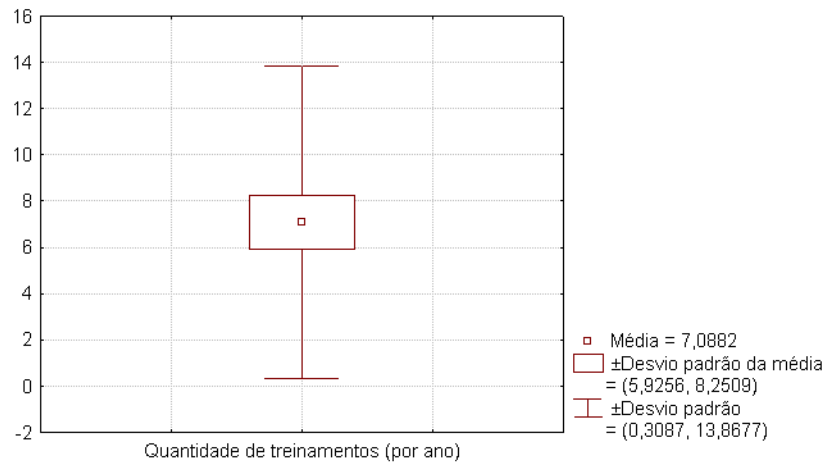


Figura 4.30 - Diagrama de caixa referente à quantidade de treinamentos recebidos pelos funcionários (ME)

Entretanto, nem todos os funcionários da manutenção recebem treinamentos. Para enriquecer a compreensão sobre o comportamento desta variável, foi perguntado aos gerentes qual a porcentagem de funcionários que recebem treinamentos. Em 79% dos casos, os entrevistados afirmaram que a maioria dos funcionários alocados na manutenção recebe treinamentos, como pode ser visto na figura 4.31. Este diagrama mostra que há uma maior concentração de respostas na sua última categoria que diz que entre 81% e 100% dos funcionários recebem treinamentos, porém, ainda há pessoas lotadas na manutenção que não recebem.

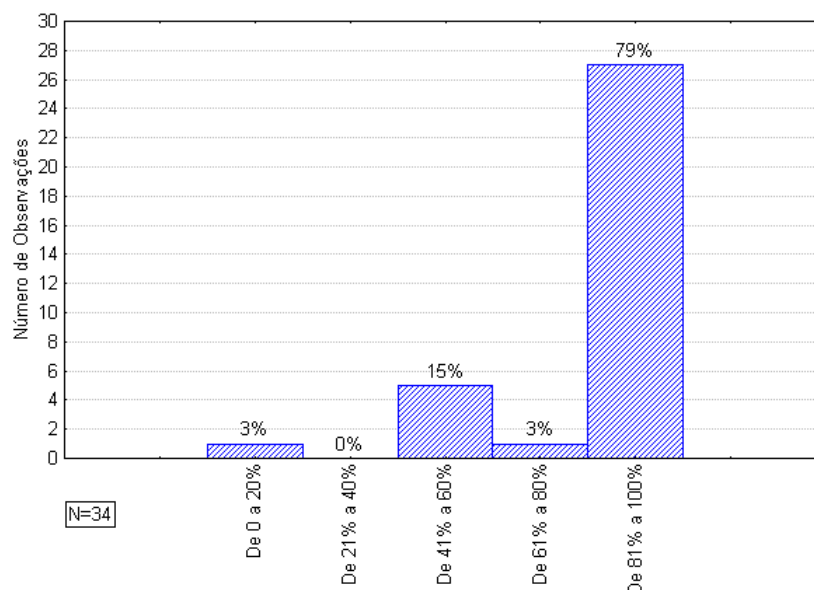


Figura 4.31 - Histograma referente ao percentual de funcionários da manutenção que recebe treinamentos (ME)

A questão 47 pergunta quem são os responsáveis por ministrar os treinamentos realizados nas indústrias. Pode-se observar, através do diagrama da figura 4.32, que em apenas 15% dos casos os treinamentos são ministrados por funcionários da própria empresa. Em 29% dos casos, os entrevistados afirmaram que os treinamentos são realizados exclusivamente por entidades externas especializadas. Na maior parte dos casos (56%), os treinamentos são realizados de forma balanceada, por ambas as categorias: entidades externas e internas.

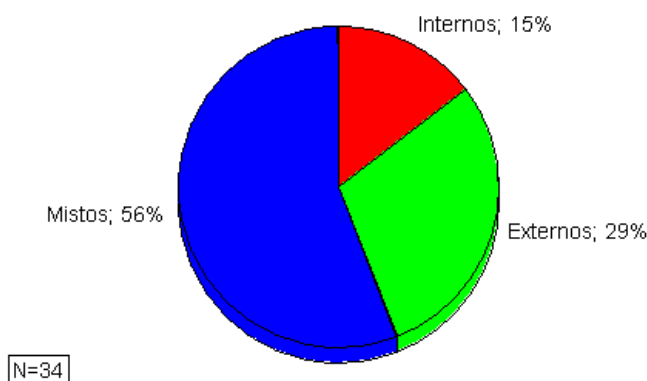


Figura 4.32 - Diagrama referente ao tipo de treinamento ministrado (ME)

Para concluir a análise sobre os treinamentos ministrados, foi perguntado quem mais recebe treinamento e quem menos recebe, dentre os gerentes, auxiliares administrativos, supervisores e operários. Pelo histograma da figura 4.33 pode-se perceber que em 50 % dos casos quem mais recebe treinamentos são os operários. Com 76,47% dos casos, está a gerência ocupando a posição de quem menos recebe. Estes números mostram que no quesito treinamentos é dada maior importância à área operacional da indústria do que à área gerencial, representando uma grande distância entre a quantidade de treinamentos ministrados à cada uma destas categorias.

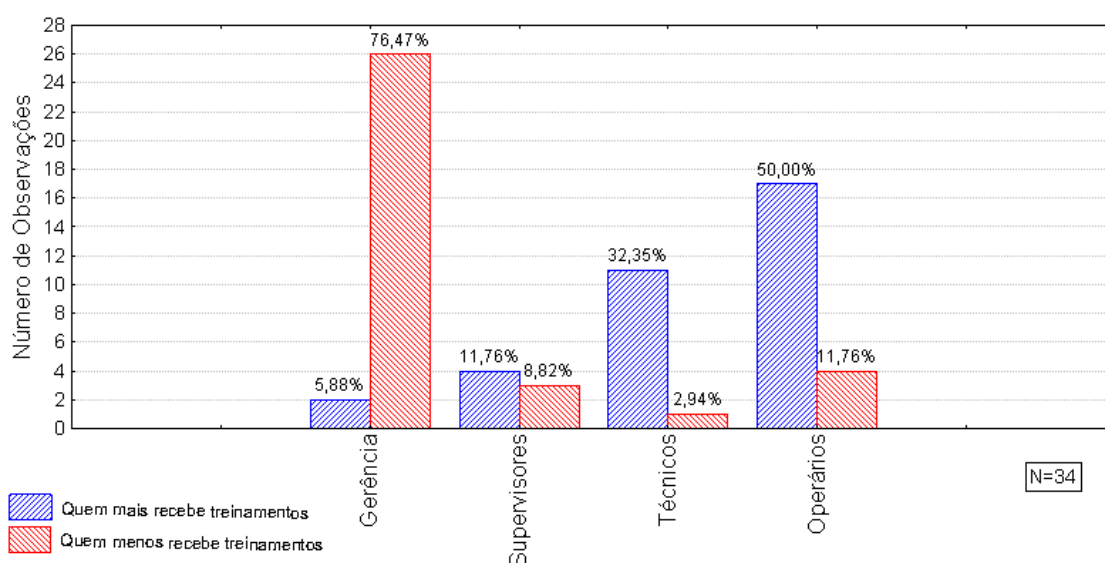


Figura 4.33 - Histograma referente aos funcionários alvo dos treinamentos (ME)

De modo geral, observa-se que ainda há muito a se fazer para obtenção de melhores indicadores na Manutenção. Muitas empresas utilizam como ferramenta principal a experiência gerencial em detrimento de ferramentas analíticas mais poderosas para solução de problemas e para apoiar a gestão. Os recursos que podem ser disponibilizados para auxiliar a gerência são muitos, porém, não é dada a atenção devida ao uso que pode ser feito deles e, consequentemente, aos resultados que podem ser obtidos com a sua utilização.

Nas questões em que se buscou captar a percepção dos gerentes acerca do planejamento da manutenção, sobre a estratégia da empresa e sobre a competitividade da organização, observou-se que em nenhum dos casos houve mais de 50% dos respondentes indicando concordância total com as afirmativas realizadas. Isso aponta uma certa consciência de que ainda não se atingiu o nível desejável de investimentos em manutenção.

4.2 Grandes Empresas

A análise descritiva dos dados da amostra relativa às Grandes Empresas (GE) foi realizada para uma amostra probabilística de 10 empresas selecionadas a partir de uma população de 31 indústrias. Foram seguidos os mesmos procedimentos metodológicos realizados para Médias Empresas. Vale salientar que por se tratarem de apenas 10 observações, os dados foram representados, em alguns casos, pelos seus valores absolutos para uma melhor leitura e interpretação.

4.2.1 Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional das Grandes Empresas foi investigada inicialmente pela observação dos dados sobre o seu faturamento bruto. Porém, a maior parte das indústrias entrevistadas optou por não dispor destes valores restando apenas três observações de distintas faixas de valores, conforme disposto na figura 4.34.

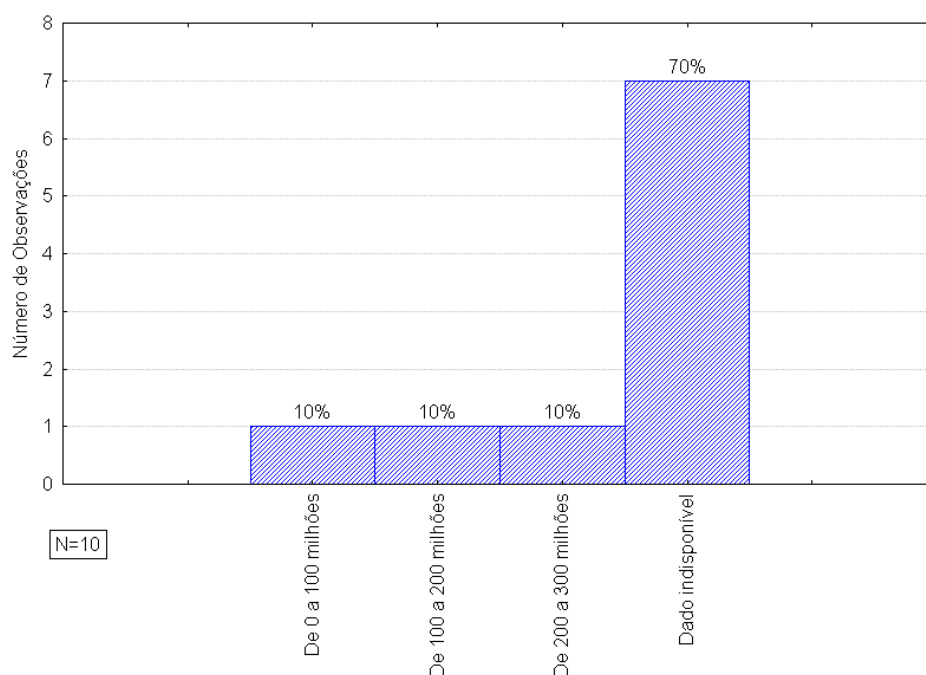


Figura 4.34 - Histograma referente ao faturamento bruto anual (GE)

O nível hierárquico da manutenção das grandes indústrias, em relação à presidência da empresa, está retratado na figura 4.35. Pode-se observar que em 40% das indústrias entrevistadas, a manutenção está a três níveis da presidência e em 30% está a apenas um nível. O comportamento desta variável mostrou-se de forma diferente das Médias Empresas

apresentando uma gerência da manutenção a um nível hierárquico mais distante da presidência da empresa.

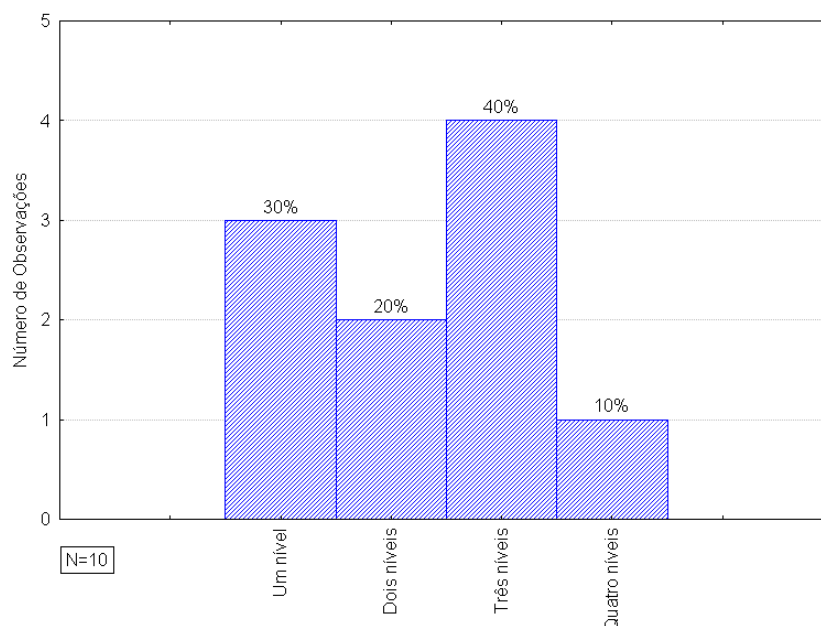


Figura 4.35 - Histograma referente ao nível hierárquico da gerência da manutenção (GE)

O número de funcionários da empresa, como um todo, e o número de funcionários lotados na área de manutenção também foram investigados. Conforme mencionado, na metodologia deste trabalho, as Grandes Empresas têm como característica de classificação o número de funcionários acima de 500. As estatísticas desta variável estão dispostas na tabela 4.8. Pode-se observar que na amostra analisada, a média do número de funcionários das indústrias é de 905, variando de 500 e 1800 funcionários. Nesta tabela também constam os dados sobre o número de funcionários da manutenção que como se pode observar, tem como média, 51 funcionários, variando entre 29 e 140.

Tabela 4.8 - Estatísticas referentes ao número de funcionários das indústrias e da área de manutenção (GE)

Número de funcionários	Média	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Total	905,8	729	700	500	1800	404,81
Lotados na manutenção	51,2	43,5	54	29	140	32,85

A tabela 4.9 mostra o nível de instrução dos funcionários da manutenção. O resultado encontrado é proporcionalmente semelhante ao que foi visto nas Médias Empresas. A maior concentração está no nível técnico que apresenta uma média de 23 funcionários, seguida do nível médio, que é representado por uma média de 21 funcionários.

Tabela 4.9 - Nível de instrução dos funcionários da manutenção (GE)

Nível de instrução	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
Ensino Fundamental	2,10	0,00	0,00	4,72
Nível Médio	21,00	22,00	Múltiplas	12,59
Nível Técnico	23,60	10,50	0,00	36,57
Graduação	2,20	2,50	0,00	1,23
Especialização	1,90	1,00	0,00	2,51
Mestrado Profissionalizante	0,20	0,00	0,00	0,63
Mestrado Acadêmico	0,10	0,00	0,00	0,32
Doutorado	0,10	0,00	0,00	0,32

Procedeu-se também a classificação dos funcionários da área manutenção quanto ao tipo de atividade que executam nas indústrias conforme tabela 4.10 que indica a distribuição das observações das atividades executadas nas indústrias. As atividades operacionais concentram a maior média de funcionários, como se esperava.

Tabela 4.10 - Estatísticas referentes às atividades executadas pelos funcionários da área de manutenção (GE)

Alocação de atividades	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
Gerenciamento	1,00	1,00	1,00	0,00
Administrativas	0,40	0,00	0,00	0,70
Supervisão	4,20	4,00	Múltiplas	3,16
Atividades operacionais	45,60	36,50	31,00	30,58

N=10

Por meio da análise do diagrama da figura 4.36 pode-se observar que as equipes de manutenção são dimensionadas de forma diferente do que foi visto para as Médias Empresas. Estas utilizavam como critério principal a quantidade de equipamentos sobre os cuidados da manutenção, as Grandes Empresas utilizam, em 70% dos casos, a experiência gerencial para embasar esta decisão.

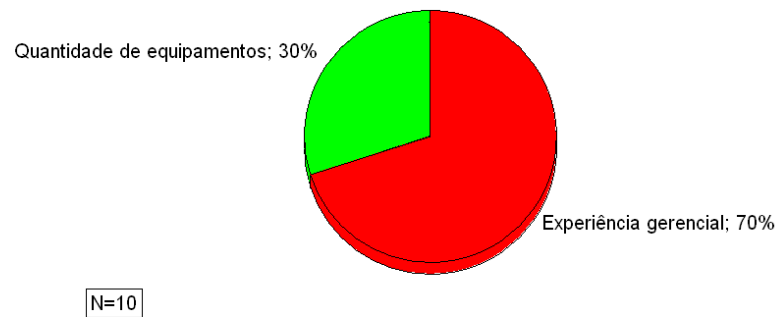


Figura 4.36 - Diagrama referente ao modo de dimensionamento das equipes de manutenção (GE)

4.2.2 Manutenção contratada

A manutenção em nenhuma das indústrias entrevistadas é realizada somente por empresa terceirizada. Porém, ao contrário das Médias Empresas, em sua maioria ela é realizada por ambos, funcionários próprios e terceirizados, perfazendo uma porcentagem de 70% de indústrias nesta categoria, como pode ser verificado no diagrama de pareto da figura 4.37.

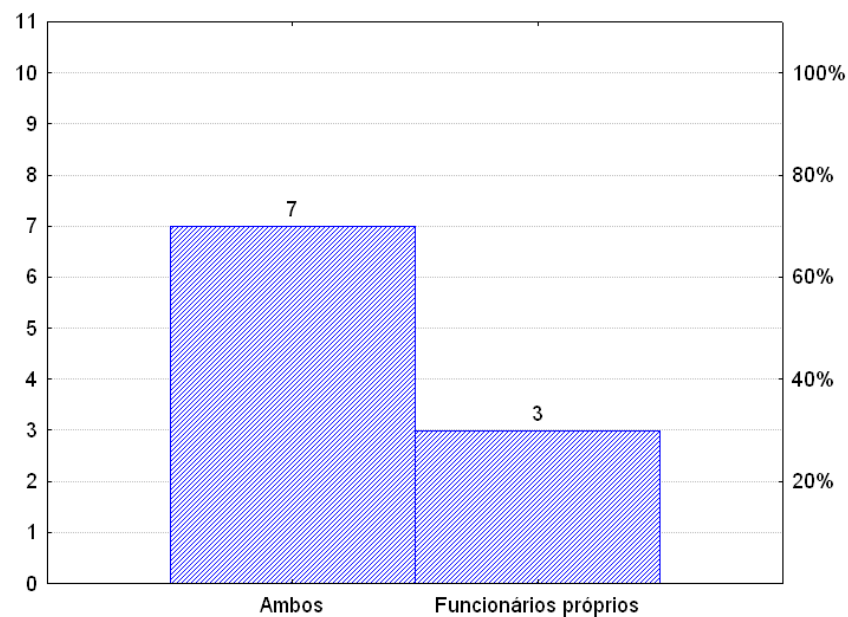


Figura 4.37 - Diagrama de pareto relativo à contratação na manutenção (GE)

Na investigação sobre a forma de procura por empresa terceirizada, o diagrama de pareto disposto na figura 4.38 mostra que, dentre as indústrias que utilizam manutenção contratada, 60% da procura por este serviço se dá por meio da pesquisa de mercado contra 30% de indústrias que o fazem por indicação. Estes números são semelhantes aos obtidos na análise do comportamento desta variável para Médias Empresas, porém foi observada uma nova modalidade para seleção de empresa terceirizada que é a Licitação, responsável por somente um caso.

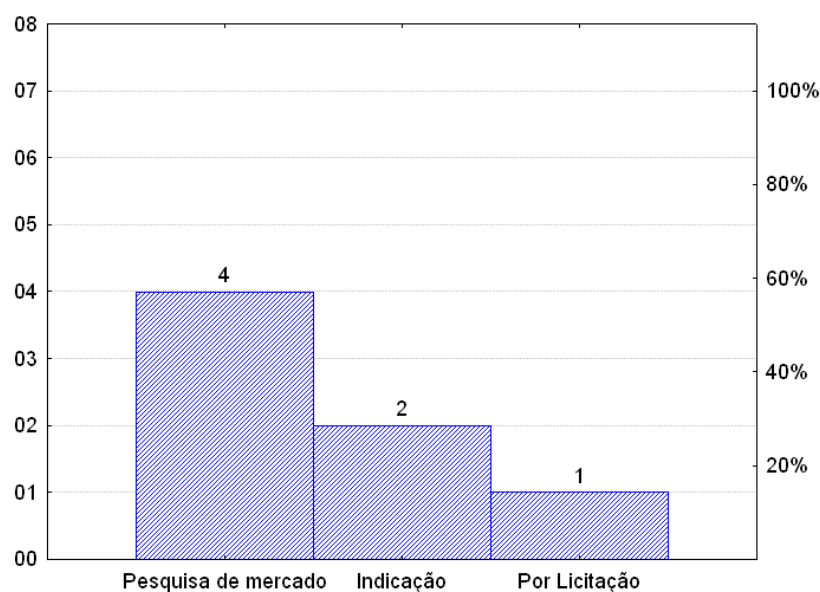


Figura 4.38 - Diagrama de pareto referente à forma de procura por empresas terceirizadas (GE)

Ao serem requisitados a estabelecer um *ranking* de prioridade entre os critérios adotados para seleção de empresa terceirizada para realizar manutenção, o resultado obtido pode ser verificado na tabela 4.11. Esta tabela mostra a frequência de cada atributo em cada uma das oito posições de classificação de preferência. O número de indústrias que respondeu esta questão foi sete devido ao fato de ser esta a quantidade de empresas da amostra que terceirizam serviços de manutenção.

Ao analisar os resultados pela posição ocupada por cada atributo no *ranking*, observa-se que os atributos tecnologia e tempo médio de reparo, ocupam, empatados, a primeira colocação. Já os critérios tempo de atendimento e distância da empresa, ocupam, também empatados, a última colocação.

Tabela 4.11 - Classificação dos atributos em ordem de prioridade para seleção de empresa terceirizada (GE)

Atributos	1º lugar	2º lugar	3º lugar	4º lugar	5º lugar	6º lugar	7º lugar	8º lugar
Preço	1	2	0	0	0	3	1	0
Tecnologia	2	1	0	0	0	1	2	1
Tempo de atendimento	0	1	0	0	0	2	2	2
Tempo médio de reparo	2	0	2	0	0	0	2	1
Distância da empresa	1	0	4	0	0	0	0	2
Credibilidade	1	2	1	2	0	1	0	0
Qualidade	0	1	0	5	1	0	0	0
Experiência	0	0	0	0	6	0	0	1

Na questão Q18, os entrevistados foram questionados quanto a avaliação da qualidade dos serviços prestados pelas empresas terceirizadas e foram solicitados a estabelecer uma ordem para os critérios usados para avaliar a qualidade destes serviços. Observa-se, pelo exposto na tabela 4.12, ao se avaliar o critério mais votado em cada posição, que em primeiro lugar está a quantidade de intervenções seguida do tempo médio de reparo.

Tabela 4.12 - Classificação dos critérios prioritários para avaliação da qualidade dos serviços prestados por empresas terceirizadas (GE)

Critério	1º lugar	2º lugar	3º lugar	4º lugar
Redução de gastos com manutenção	2	1	3	1
Quantidade de intervenções	4	2	0	1
Rapidez no atendimento	0	1	3	3
Tempo médio de reparo	1	3	1	2

O diagrama de setores da figura 4.39 refere-se ao tipo de contrato que é realizado com as empresas terceirizadas. Pode-se observar que 57% dos tipos de contrato são realizados pela contratação de um valor fixo por período de tempo, essa modalidade também foi a mais freqüente nas Médias Empresas.

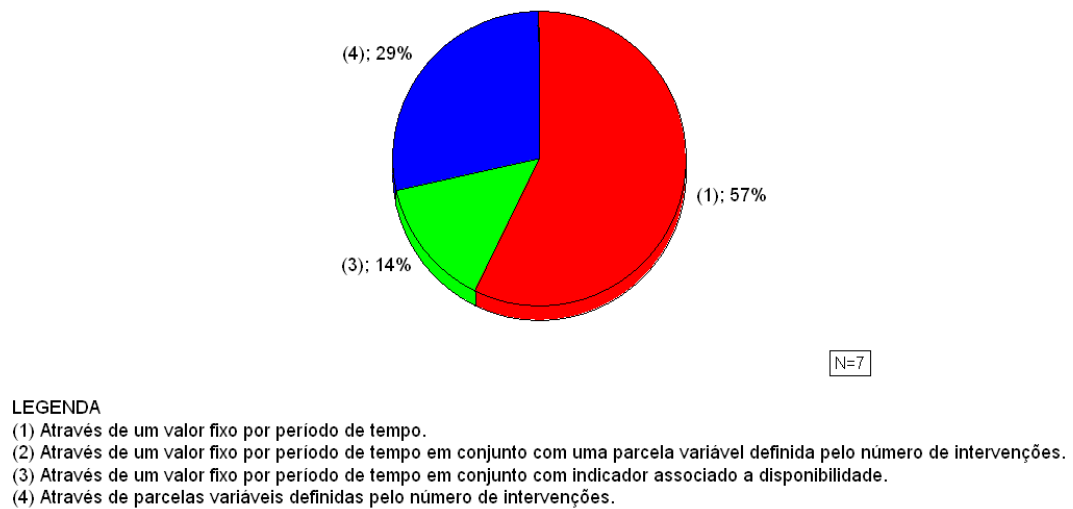


Figura 4.39 - Diagrama referente ao tipo de contrato realizado com as empresas terceirizadas (GE)

4.2.3 Controle da Manutenção

A primeira questão a ser analisada neste tópico está relacionada à forma de dimensionamento de sobressalentes. Observa-se por meio do diagrama da figura 4.40 que metade da amostra utiliza a experiência gerencial para dimensionar sobressalentes, e a outra metade o faz pela quantidade de equipamentos sob os cuidados da manutenção. Ou seja, da mesma forma que as Médias Empresas, nenhuma das entrevistadas estuda o comportamento das falhas para realizar o dimensionamento de sobressalentes.



Figura 4.40 - Diagrama referente ao modo de dimensionamento de sobressalentes (GE)

Conforme dito anteriormente, os dados de falha têm muito a dizer sobre o comportamento de um item ou sistema. Considerando esta importância, perguntou-se aos entrevistados qual tratamento é dispensado aos dados de falha dos equipamentos. Pode-se observar que o tratamento administrado aos dados de falha tem um comportamento diferente entre as amostras. As Médias Empresas, em 52,5% dos casos, realizam estudos de confiabilidade com os dados colhidos. Já nas Grandes Empresas, como pode ser verificado na figura 4.41, há um progresso neste quantitativo e observa-se que em 80% das indústrias são feitos estudos com os dados de falha coletados.

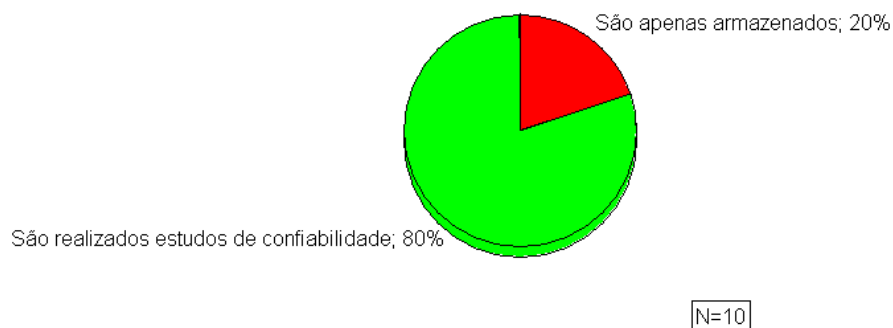


Figura 4.41 - Diagrama referente ao tratamento administrado aos dados de falha (GE)

A figura 4.42 ilustra o que é feito com os dados de falha dos equipamentos que são coletados e analisados. A figura 4.41 mostrou que 80% das indústrias entrevistadas realizam estudos de confiabilidade. Conforme exposto na figura 4.42, 100% das indústrias que realizam estes estudos calculam indicadores, 71% calculam estatística descritiva e em 14% dos casos é realizada estatística inferencial. Estes números acompanham, aproximadamente, o que as médias indústrias vêm fazendo, com um pequeno aumento na quantidade de análises de inferência estatística.

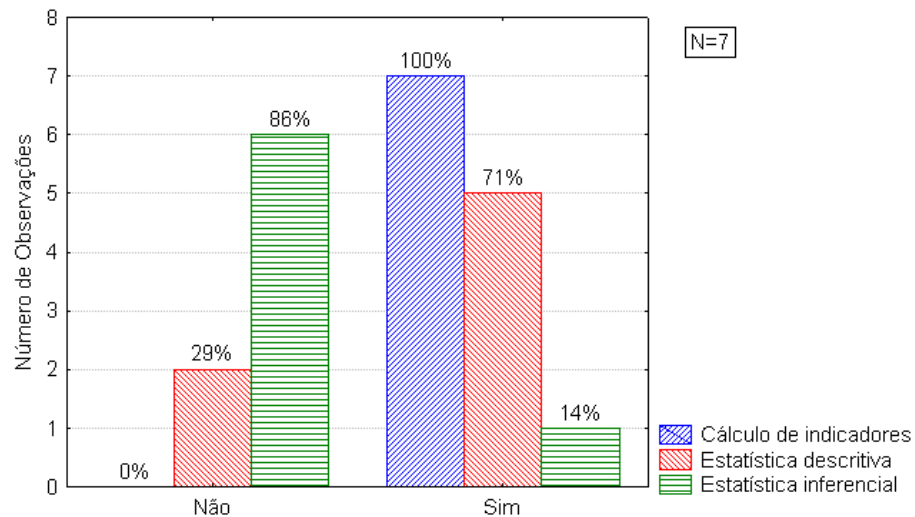


Figura 4.42 - Gráfico referente aos tipos de estudos de confiabilidade realizados (GE)

Buscaram-se também informações acerca do tratamento administrado aos dados de reparo. Constatou-se que, assim como na coleta dos dados de falha, houve um aumento significativo na quantidade relativa de indústrias que realizam estudos de manutenibilidade com os dados colhidos. Como pode ser visto no diagrama da figura 4.43, dentre as grandes indústrias entrevistadas, 80% tratam seus dados de reparo. De modo geral, é um resultado positivo e mostra uma maior preocupação destas empresas em transformar estes dados em informação.

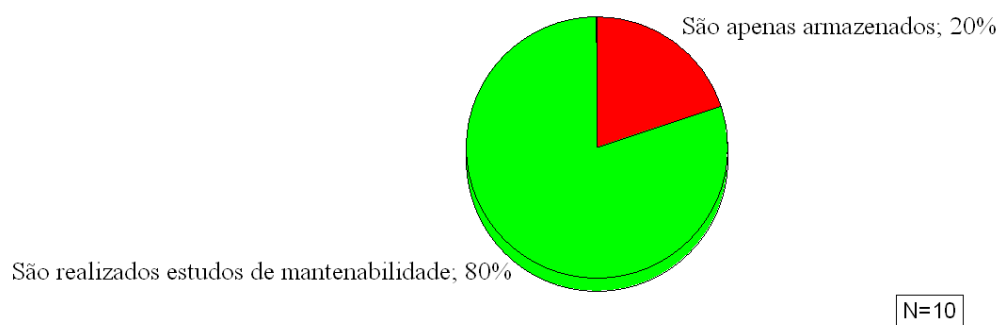


Figura 4.43 - Diagrama referente ao tratamento administrado aos dados de reparo (GE)

Das indústrias que tratam seus dados para estudos de manutenibilidade, ou seja, em 80 % dos casos, foi analisado o tipo de tratamento dispensado a esses dados, como se pode verificar na figura 4.44. Observou-se um comportamento semelhante ao tratamento dado aos dados de falha, nos quais em 100% das análises são calculados indicadores, seguidos do cálculo de estatística descritiva com 62,5% dos casos, e em quantidade menos significativa, 12,5%, estão os estudos de inferência estatística.

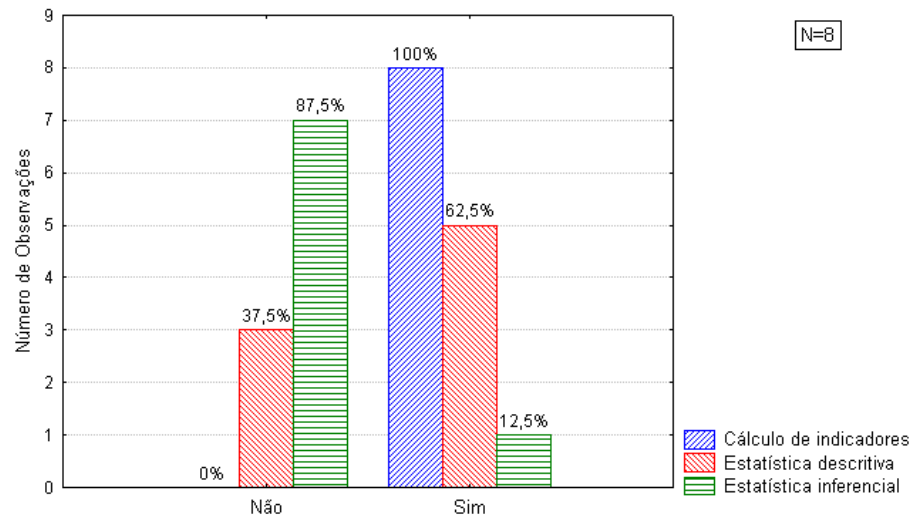


Figura 4.44 - Gráfico referente aos tipos de estudos de manutenibilidade realizados (GE)

A medida dos impactos na interrupção no funcionamento das máquinas das indústrias pode ser observada no histograma da figura 4.45. Da mesma forma que se comportou nas médias indústrias, o tempo de produção perdido foi a unidade de medição mais utilizada, responsável por 50% dos casos.

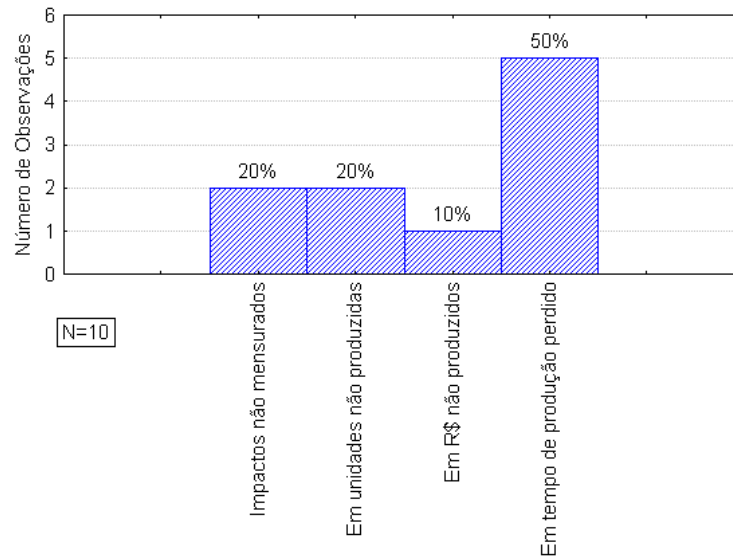


Figura 4.45 - Diagrama referente ao modo de medição dos impactos de interrupção no funcionamento das máquinas (GE)

Na questão que abordou a utilização de *softwares* para apoiar o gerenciamento da manutenção houve uma resposta contrária à obtida nas Médias Empresas. Em torno de 70% dos entrevistados afirmaram utilizar apoio computacional através de *software*. Esse resultado representa um avanço para as Grandes Empresas, devido ao fato do *software* ser uma ferramenta que simplifica enormemente a produção de informação e sua utilização demanda menos tempo que métodos manuais.

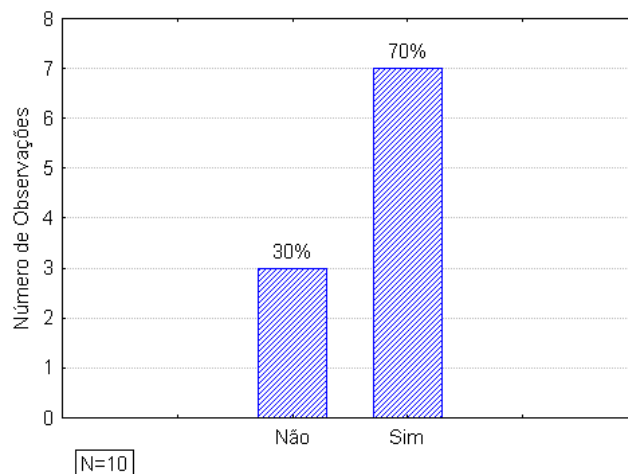


Figura 4.46 - Diagrama referente ao uso auxiliar de software na gestão da manutenção (GE)

A questão Q27 procurou informações sobre os *softwares* que são utilizados como ferramenta de apoio a Gestão da Manutenção nas Grandes Empresas. Os *softwares* utilizados constam no diagrama da figura 4.47, como se pode observar.

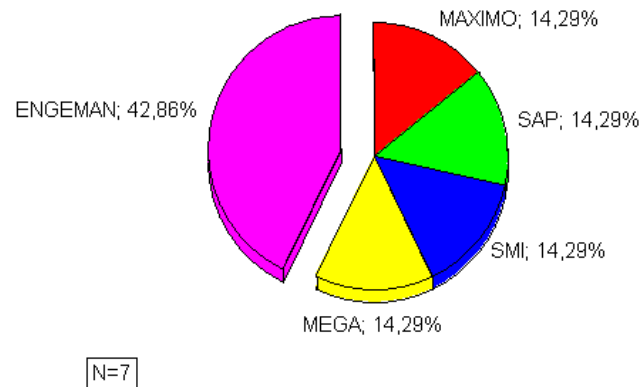


Figura 4.47 - *Softwares utilizados como ferramenta de apoio à gestão da manutenção (GE)*

Ainda em relação aos *softwares*, buscou-se avaliar o grau de satisfação dos entrevistados com sua utilização. O histograma da figura 4.48 relata o sentimento dos entrevistados quanto à satisfação pela utilização do *software* adquirido pela empresa. A grande maioria, 86% dos entrevistados, mostrou-se satisfeita com o *software* utilizado e apenas 14% dos entrevistados demonstraram insatisfação.

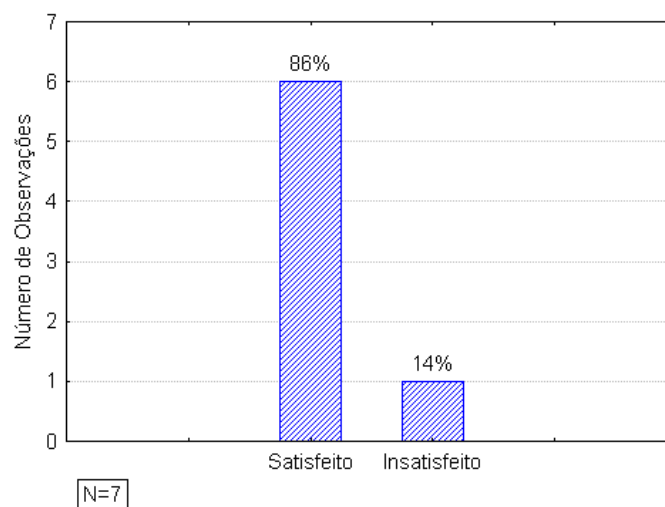


Figura 4.48 - *Grau de satisfação com os softwares utilizados na gestão da manutenção (GE)*

As políticas de manutenção utilizadas nas empresas também foram investigadas. Foi perguntada aos entrevistados em qual porcentagem são realizadas cada uma das seguintes políticas de manutenção: manutenção corretiva, manutenção preventiva, e manutenção preditiva. O diagrama da figura 4.49 mostra como se comporta esta variável. Nas indústrias argüidas, uma média de 42% das manutenções realizadas é do tipo corretiva. A porcentagem de manutenção corretiva realizada nas indústrias tem um comportamento razoavelmente simétrico. As manutenções preventivas têm um comportamento assimétrico e dentre as manutenções realizadas, em média 40% são preventivas. Já as manutenções preditivas, representam uma média de 18% perante as demais.

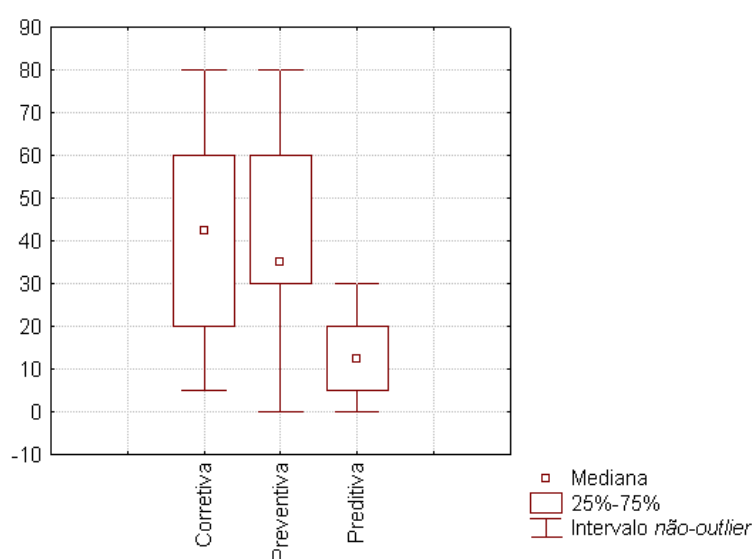


Figura 4.49 - Diagrama referente à porcentagem do tipo de manutenção realizada (GE)

Foi investigada a forma de determinação dos intervalos entre as manutenções preventivas e os entrevistados foram questionados sobre como é determinado esse intervalo. Pode-se observar, na figura 4.50, que na maior parte da amostra, 67% dos casos, o intervalo entre as manutenções preventivas é determinado pela experiência da equipe. Esse comportamento é semelhante ao observado nas Médias Empresas. A especificação do fabricante é um critério utilizado por 22% dos respondentes, e apenas 11% das indústrias analisadas usam modelos matemáticos.

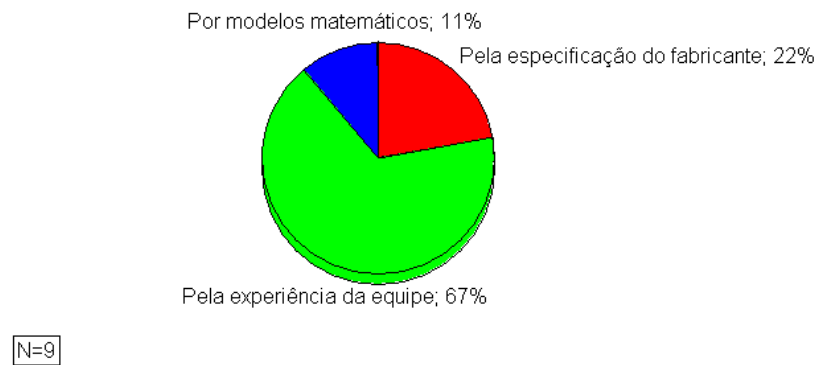


Figura 4.50 - Diagrama referente à forma de determinação dos intervalos entre manutenções preventivas (GE)

A questão Q30 pergunta sobre a forma de medição dos intervalos entre as manutenções preventivas. Pode-se verificar que, em 89% dos casos, o intervalo entre as manutenções preventivas é medido a intervalos regulares de tempo. Já a medição dos intervalos pela verificação do número de ciclos de produção é responsável por 11% dos casos.

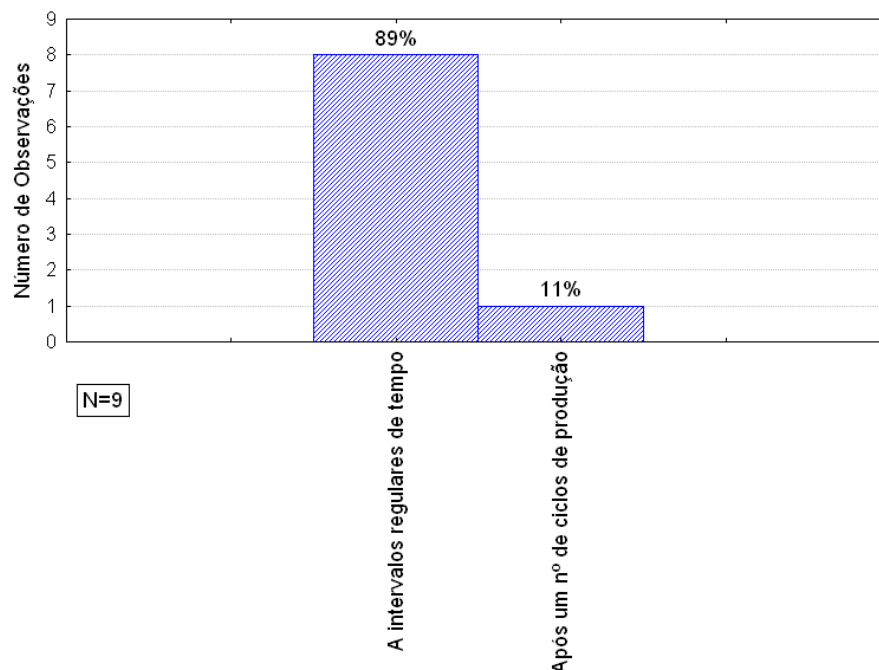


Figura 4.51 - Diagrama referente à forma de medição dos intervalos entre as manutenções preventivas (GE)

As diferentes técnicas de monitoramento utilizadas nas manutenções preditivas estão listadas na tabela 4.13, assim como a quantidade de empresas que as utilizam.

Tabela 4.13 - Referente ao tipo de monitoramento utilizado nas manutenções preditivas (GE)

Tipo de monitoramento	Quantidade de empresas que utilizam
Análise de vibração	5
Análise de óleos lubrificantes	7
Ultra-sonografia	5
Análise de óleo isolante	8
Análise termográfica	7
Análise de desgaste do equipamento	7
Inspeção visual	9
Ferrografia	1

4.2.4 Custos da manutenção

Da mesma forma como foi verificado nas Médias Empresas, buscou-se informações acerca do orçamento dedicado à manutenção. Inicialmente procurou-se identificar se as indústrias realizam previsão orçamentária para manutenção. O histograma da figura 4.52 mostra que 80% da amostra das indústrias realizam previsão orçamentária para área de manutenção.

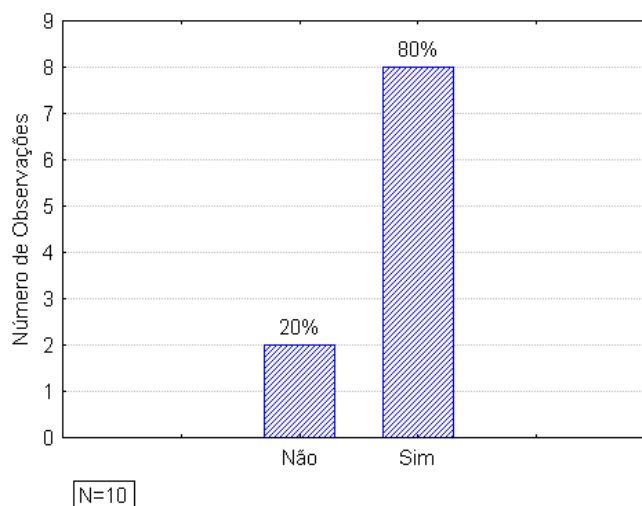


Figura 4.52 - Histograma referente à realização de previsão orçamentária para Manutenção (GE)

A questão Q33 pergunta como é feita a previsão orçamentária para manutenção. O diagrama da figura 4.53 mostra que 50% das indústrias entrevistadas realizam um novo planejamento orçamentário a cada período, seguido de 37,5% de indústrias que utilizam o orçamento do período anterior e, por fim, 12,5% o fazem pela fixação de uma quota arbitrária para a manutenção.

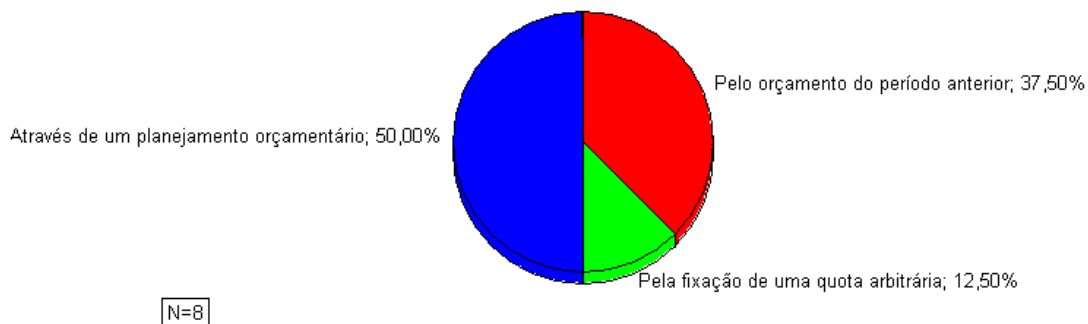


Figura 4.53 - Diagrama referente ao tipo de previsão orçamentária feita para manutenção (GE)

O objetivo da questão Q34 foi buscar a razão entre o faturamento total anual da manutenção e o faturamento bruto da empresa. Foi constatado, pelo diagrama da figura 4.54, que metade dos entrevistados afirmou que esta relação está entre 2% e 4%. Em 20% da amostra foi detectado que o percentual desta relação está entre 0% e 2%. Esta variável apresentou um comportamento semelhante ao encontrado na amostra das Médias Empresas.

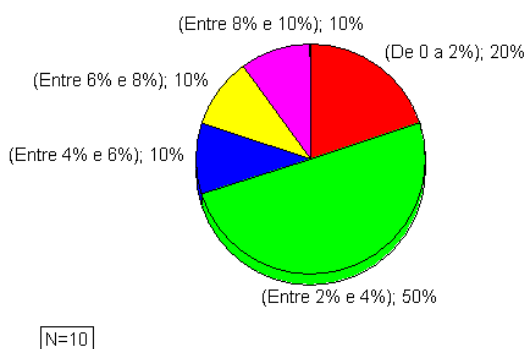


Figura 4.54 - Diagrama referente à relação em porcentagem entre o custo total anual da manutenção e o faturamento bruto do ano (GE)

4.2.5 Planejamento e estratégia

O instrumento de pesquisa, nesta etapa do questionário, buscou informações sobre a estratégia da empresa. Foram feitas afirmações acerca da estratégia e os entrevistados foram solicitados a responder até que ponto concordavam com algumas afirmativas.

Na questão 35, foi feita a seguinte afirmativa: “A manutenção desta empresa é realizada de forma planejada”. Como pode ser constatado na figura 4.55, metade dos entrevistados respondeu “concordo totalmente” e 40% afirmaram concordar com a afirmativa. Ou seja, Em torno de 90% dos entrevistados a opinião é positiva a respeito da afirmação feita.

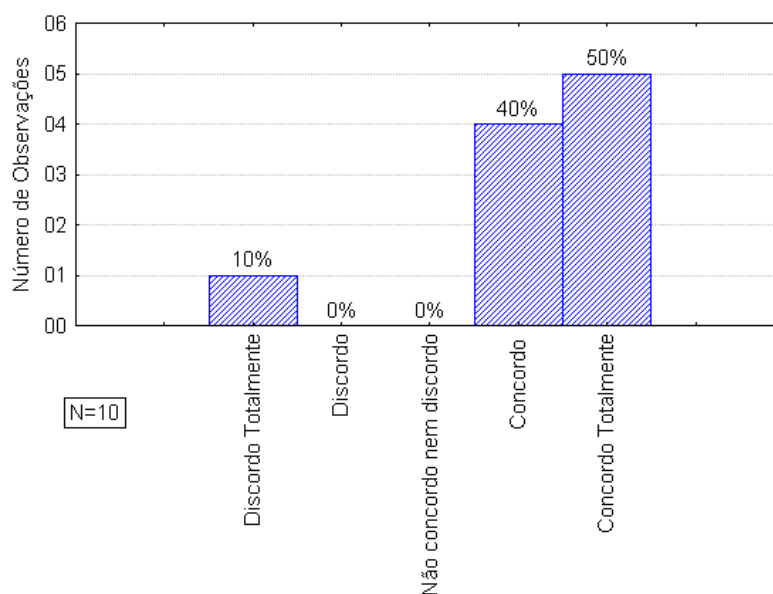


Figura 4.55 - Histograma referente ao planejamento das manutenções (GE)

Com o objetivo de captar a percepção dos entrevistados a respeito da estratégia da empresa, foi feita a seguinte afirmação: “A estratégia da manutenção está alinhada à estratégia da empresa”. Os entrevistados responderam até que ponto concordam com esta afirmativa. Conforme disposto no histograma da figura 4.56, 70% dos entrevistados concordaram totalmente com esta colocação.

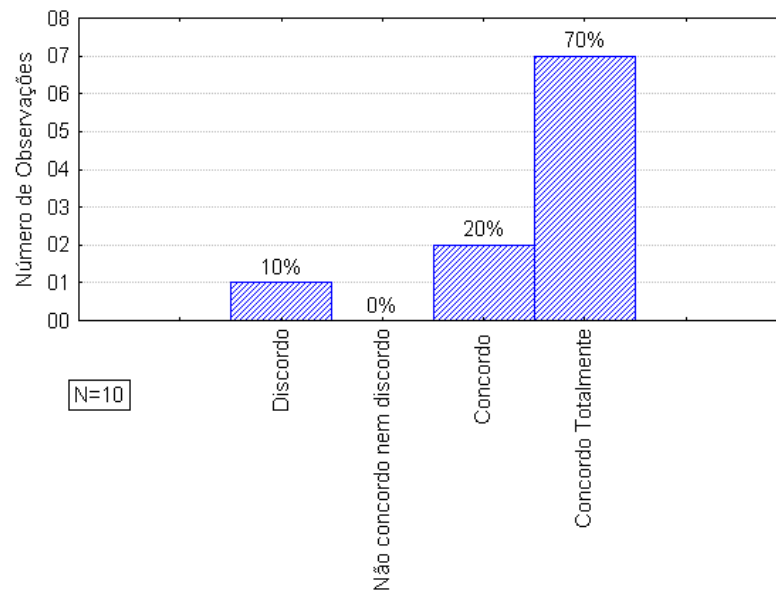


Figura 4.56 - Histograma referente à estratégia da manutenção (GE)

Na questão Q37, os entrevistados forneceram seu parecer perante a seguinte afirmação: “A manutenção traz vantagem competitiva para organização”. Pelo diagrama da figura 4.57 pode-se observar que 90% dos entrevistados concordaram totalmente com tal afirmação enquanto que os 10% restantes afirmaram discordar totalmente desta afirmação.

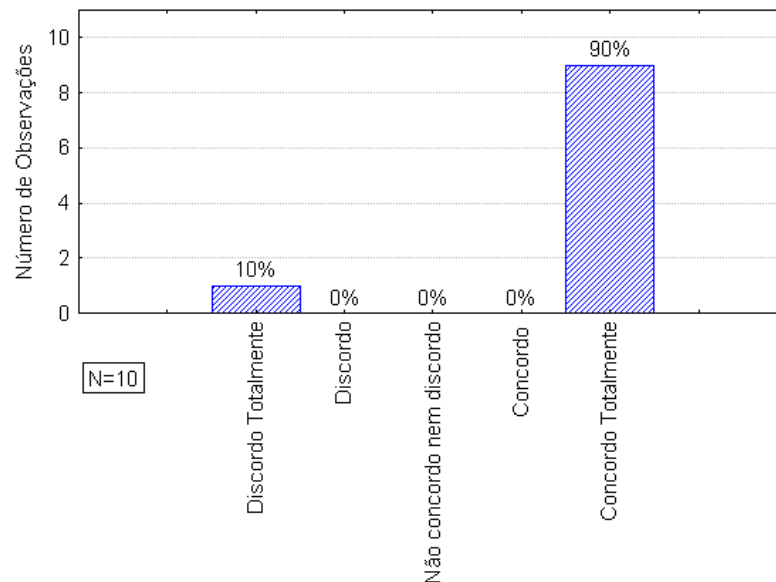


Figura 4.57 - Histograma referente à competitividade da organização (GE)

A amostra das grandes indústrias mostrou-se mais favorável à utilização de metodologias para auxiliar a Gestão da Manutenção do que as indústrias de médio porte. O

diagrama da figura 4.58 mostra que metade das entrevistadas utiliza a metodologia TPM, 20% dos entrevistados utilizam a metodologia RCM e 20% das indústrias utilizam a metodologia RBM.

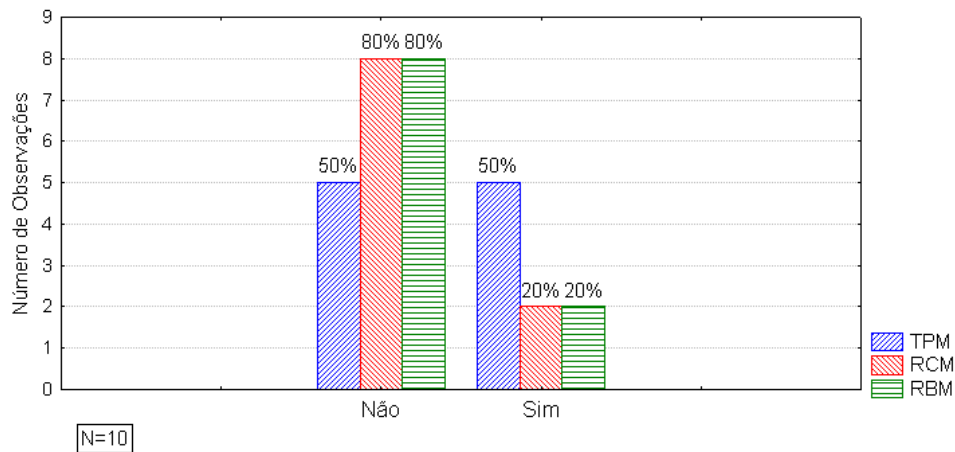


Figura 4.58 - Histograma referente ao uso das metodologias TPM, RCM e RBM (GE)

Buscando investigar o interesse das indústrias em realizar estudos sobre a estratégia utilizada na manutenção, perguntou-se se a empresa fez, recentemente, algum estudo ou pesquisa sobre estratégia da manutenção. Constatou-se que metade dos respondentes afirmou ter feito, e a outra metade afirmou não ter feito estudo relativo à estratégia, conforme exposto no diagrama da figura 4.59.

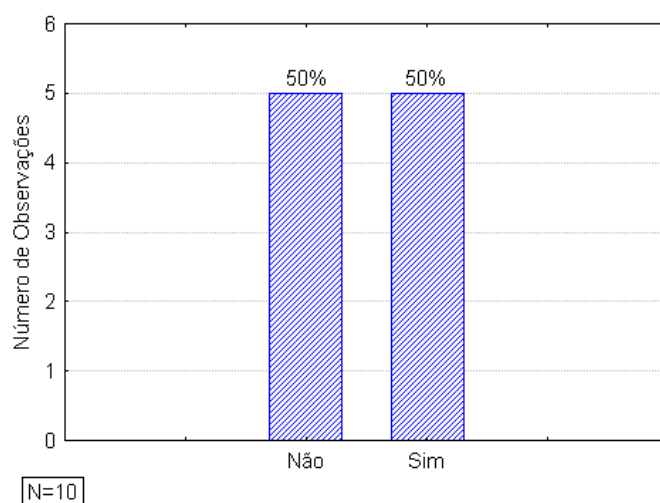


Figura 4.59 - Histograma referente a investimentos em pesquisas sobre estratégia da manutenção (GE)

A questão Q43 buscou averiguar se as indústrias estabelecem relação de parceria com universidade ou centro de pesquisa. Pode-se observar, através da figura 4.60, que 60% das indústrias não estabelecem este tipo de parceria.

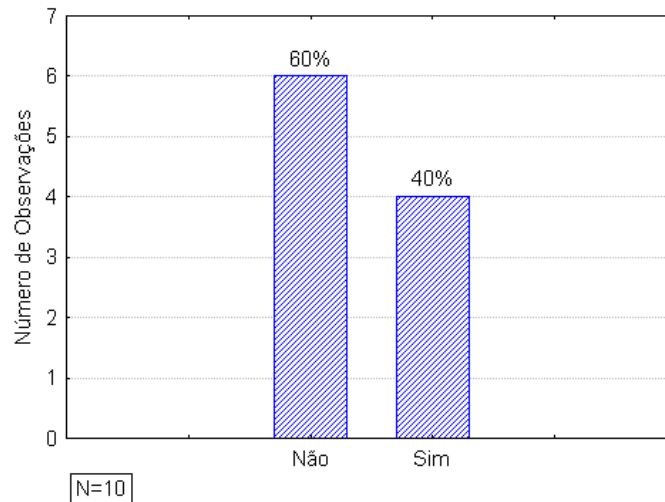


Figura 4.60 - Histograma referente ao estabelecimento de parcerias com universidade ou centros de pesquisa (GE)

4.2.6 Treinamentos

Procurou-se informações sobre a realização de treinamento nas grandes indústrias e, inicialmente, perguntou-se se a empresa realizava treinamento com seus funcionários. A figura 4.61 mostra um resultado positivo em relação à realização de treinamentos, com 90% dos resultados.

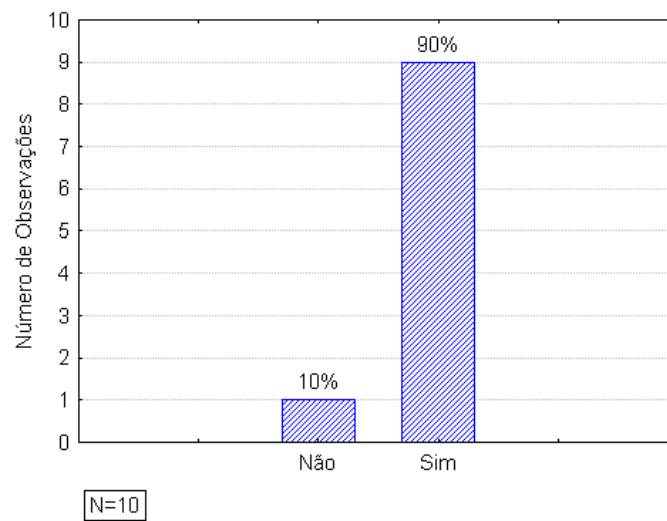


Figura 4.61 - Histograma referente à realização de treinamentos (GE)

Todas as empresas entrevistadas afirmaram oferecer treinamentos aos seus funcionários e a média de treinamentos ministrados por ano é de sete por funcionário. Esse resultado é idêntico ao obtido para as Médias Empresas. A diferença está na variação desta quantidade que para as Grandes Empresas está entre 2 e 24 treinamentos.

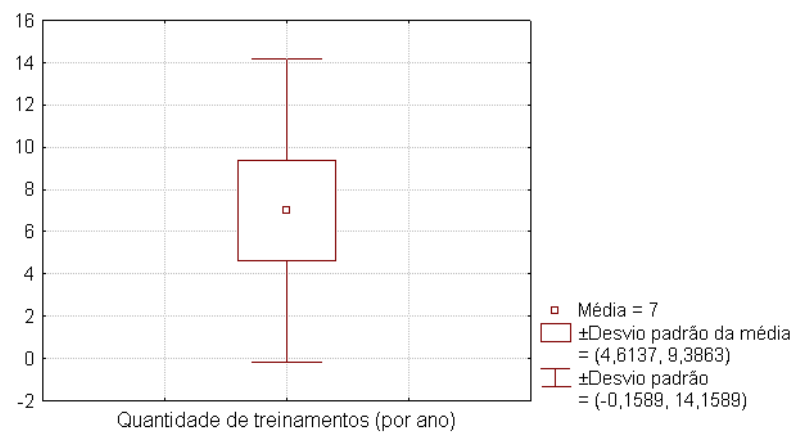


Figura 4.62 - Diagrama de caixa referente à quantidade de treinamentos oferecida aos funcionários (GE)

Para complementar as informações relativas aos treinamentos, perguntou-se qual porcentagem do pessoal da manutenção recebe treinamentos. Observou-se que, de forma semelhante ao comportamento das Médias Empresas, em 78% dos casos, os entrevistados afirmaram que a maior parte dos funcionários lotados na manutenção recebe treinamentos. A figura 4.63 mostra este resultado pela maior concentração de respostas na sua última categoria, que diz que entre 81% e 100% dos funcionários recebem treinamentos.

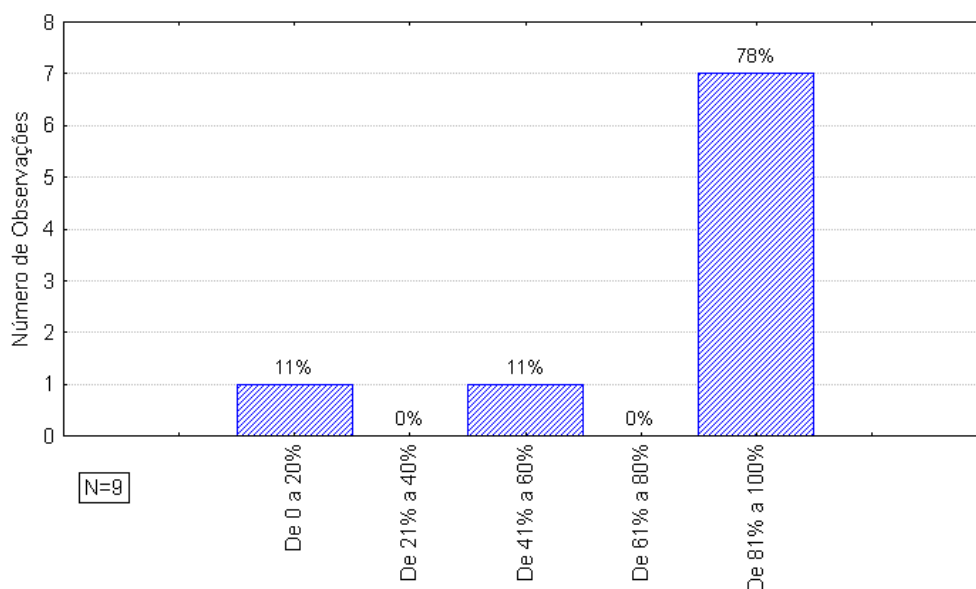


Figura 4.63 - Histograma referente ao percentual de funcionários da manutenção que recebe treinamentos (GE)

A questão Q47 pergunta quem são os responsáveis por ministrar os treinamentos oferecidos aos funcionários. O diagrama de setores da figura 4.64 mostra que a maior parte dos treinamentos (67%) é ministrada, em conjunto, por funcionários da empresa e empresas externas. As Médias Empresas, em sua maior parte, também realizam treinamentos mistos.

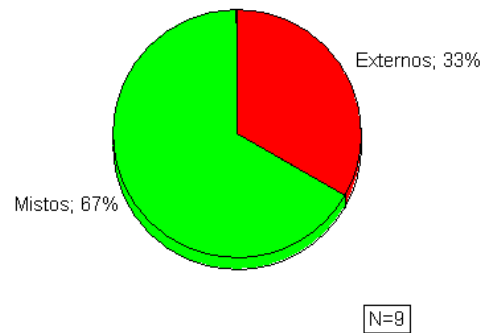


Figura 4.64 - Diagrama referente ao tipo de treinamento ministrado (GE)

Concluindo a análise sobre os treinamentos ministrados, foi perguntado aos entrevistados quem mais recebe treinamentos na empresa e quem menos recebe, dentre os gerentes, auxiliares administrativos, supervisores e operários. O histograma da figura 4.65 mostra que em 56% dos casos quem mais recebe treinamentos são os operários e, em seguida, os técnicos, com 22% dos casos. Esse comportamento segue a mesma tendência das indústrias de médio porte.

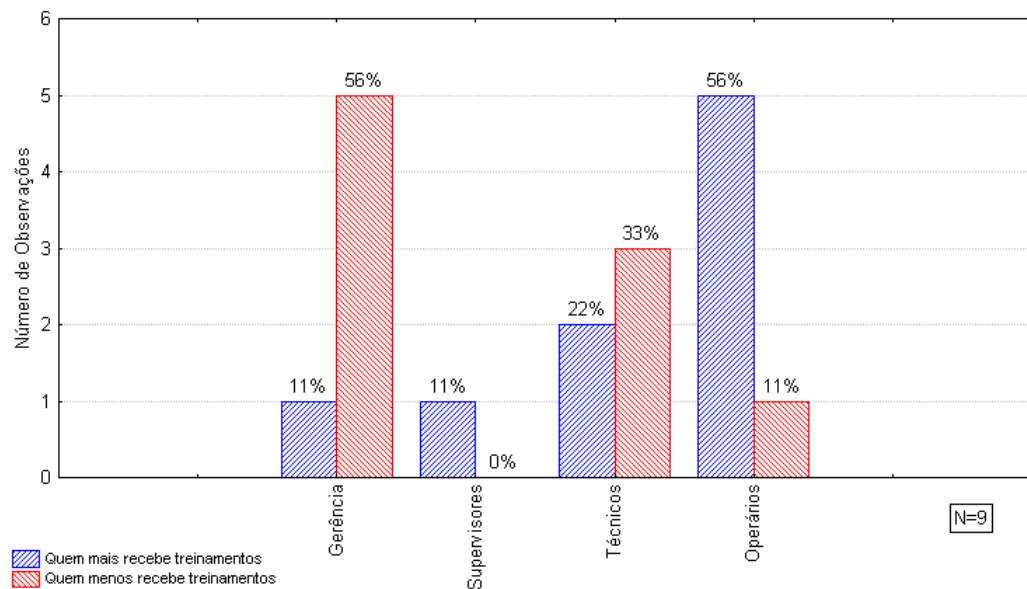


Figura 4.65 - Histograma referente aos funcionários, alvo dos treinamentos (GE)

Foram verificadas características nas Grandes Empresas que merecem ser ressaltadas. Alguns índices apresentaram uma sensível evolução em relação às Médias Empresas, como, por exemplo, a coleta e análise de dados. Sabe-se da importância destes dados para um melhor entendimento do funcionamento dos equipamentos e sistemas, e as Grandes Empresas entrevistadas apresentam uma porcentagem maior, relativa às Médias Empresas, de coleta e análise de dados.

Outras características se destacaram, como se pôde observar. Dentre elas está uma maior utilização das metodologias de gestão existentes e também uma maior utilização de *software* como ferramenta de apoio.

Essas melhorias vêm acompanhadas de uma maior consciência por parte dos gerentes sob o que tem sido feito na área de manutenção. Isso pôde ser observado pela porcentagem maior de concordância com as afirmativas sobre o planejamento, a estratégia e a competitividade da manutenção.

5 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Nesta etapa do trabalho buscou-se explorar as possíveis associações entre as variáveis. As características das empresas são descritas em função das associações encontradas por meio da aplicação de testes estatísticos, descritos na metodologia desse trabalho. O tópico 5.1 descreve as características das Médias Empresas e o tópico 5.2 apresenta as análises relativas às Grandes Empresas.

Vale salientar que as variáveis dispostas numa escala de cinco pontos, segundo Hair Jr *et al* (2005), são tratadas, geralmente, como pertencentes a uma escala intervalar. Evidências empíricas mostram que as pessoas tratam os intervalos de cinco pontos como sendo iguais em magnitude. Sendo assim, as variáveis dispostas desta forma permitem cálculos mais sofisticados, consentidos para variáveis numa escala intervalar.

5.1 Médias Empresas

As indústrias de médio porte apresentaram diversas associações em função de algumas variáveis específicas. Portanto, decidiu-se agrupá-las de acordo com as relações encontradas em função das seguintes variáveis:

- ▶ A empresa faz uso de algum *software* na Gestão da Manutenção? (Q26);
- ▶ Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização” (Q37)
- ▶ Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada” (Q35)

5.1.1 Uso de *software*

Neste tópico estão apresentadas algumas características das indústrias que utilizam *software* como apoio na Gestão da Manutenção. As variáveis relacionadas ao uso de *software* são representadas nos gráficos, assim como sua escala de mensuração, o teste estatístico utilizado e sua respectiva estatística, e o p-valor.

A figura 5.1 ilustra a associação entre as variáveis Q26 (A empresa faz uso de algum *software* na Gestão da Manutenção?) e Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”). A variável Q37 está categorizada numa escala intervalar de cinco pontos. Foi utilizado o teste de Mann-Whitney, cuja estatística resultou em $U=72,0$ e o $p\text{-valor}=0,001$, o que indica que se deve

rejeitar a hipótese nula, ou seja existem diferenças entre as distribuições das amostras que usam e que não usam *software*. Existe relação entre as variáveis. Através da figura, pode-se perceber que o grupo que utiliza *software* está totalmente concentrado no último nível da escala da variável Q37 que diz “concordo totalmente” com a afirmativa de que a manutenção traz vantagem competitiva para organização. Já o grupo que não utiliza *software* não apresenta nenhum comportamento especial em relação à variável Q37 e se mostra disperso entre os níveis 1 e 5.

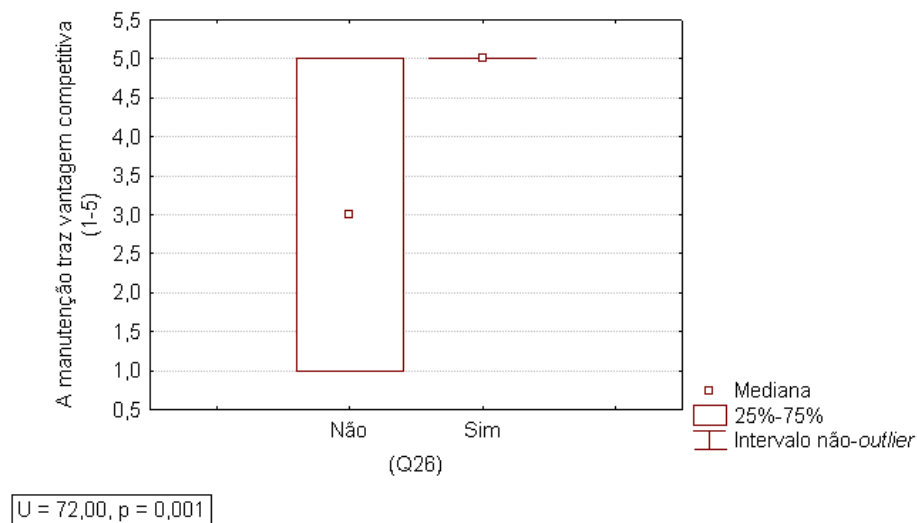


Figura 5.1 - Associação entre as variáveis Q26 e Q37 (ME)

A associação entre as variáveis Q26 (A empresa faz uso de algum *software* na Gestão da Manutenção?) e Q36 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A estratégia da Manutenção está alinhada à estratégia da empresa”) está ilustrada na figura 5.2. A escala de mensuração da variável Q36 está categorizada numa escala de cinco pontos na qual o nível 5 representa “concordo totalmente” com a afirmação. Foi utilizado o teste de Mann-Whitney, cuja estatística resultou em $U=91,5$ e o p -valor= $0,007$, logo, H_0 é rejeitada, ou seja, as distribuições entre amostras não são as mesmas. Como se pode observar, por meio da figura, há uma relação entre os usuários de *software* e a concordância com a afirmativa da variável Q36. Os usuários de *software* estão totalmente concentrados no último nível da escala da variável Q36, enquanto as indústrias que não usam *software* estão dispersas em todos os níveis desta variável.

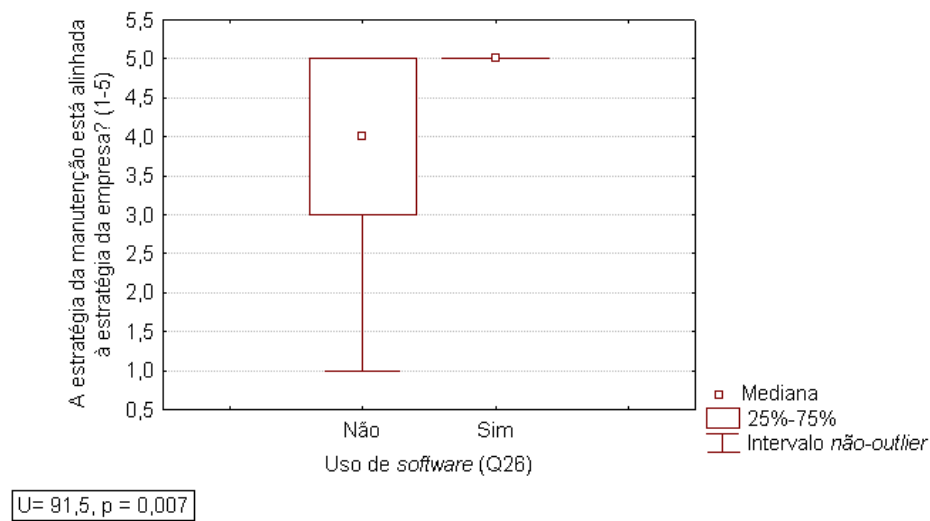


Figura 5.2 - Associação entre as variáveis Q26 e Q36 (ME)

As variáveis Q26 (A empresa faz uso de algum *software* na Gestão da Manutenção?) e Q28.1 (Qual a porcentagem de manutenção corretiva realizada?) estão associadas, conforme representação gráfica da figura 5.3. Foi utilizado o teste de Mann-Whitney, cuja estatística resultou em $U=92,0$ e o $p\text{-valor}=0,007$, o que implica na rejeição da hipótese nula. Pode-se perceber que a porcentagem de manutenções corretivas realizadas é menor na categoria dos que utilizam *software* como auxílio na Gestão da Manutenção.

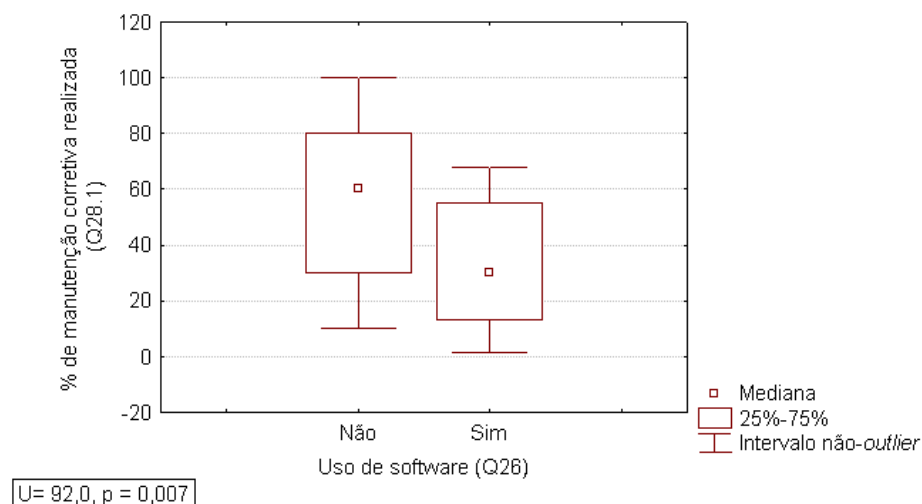


Figura 5.3 - Associação entre as variáveis Q26 e Q28.1 (ME)

O diagrama de caixas da figura 5.4 mostra a relação entre as variáveis Q26 (A empresa faz uso de algum *software* na Gestão da Manutenção?) e Q28.2 (Qual a porcentagem de manutenção preventiva realizada?). Foi utilizado o teste de Mann-Whitney, cuja estatística resultou em $U=115,5$ e o $p\text{-valor}=0,044$, sendo, portanto, rejeitada a hipótese nula, o que indica que as distribuições entre amostras não são as mesmas, existindo relação entre as variáveis. Pode-se perceber que há uma relação positiva entre porcentagem de manutenções preventivas realizadas e a utilização de *software* como auxílio na Gestão da Manutenção.

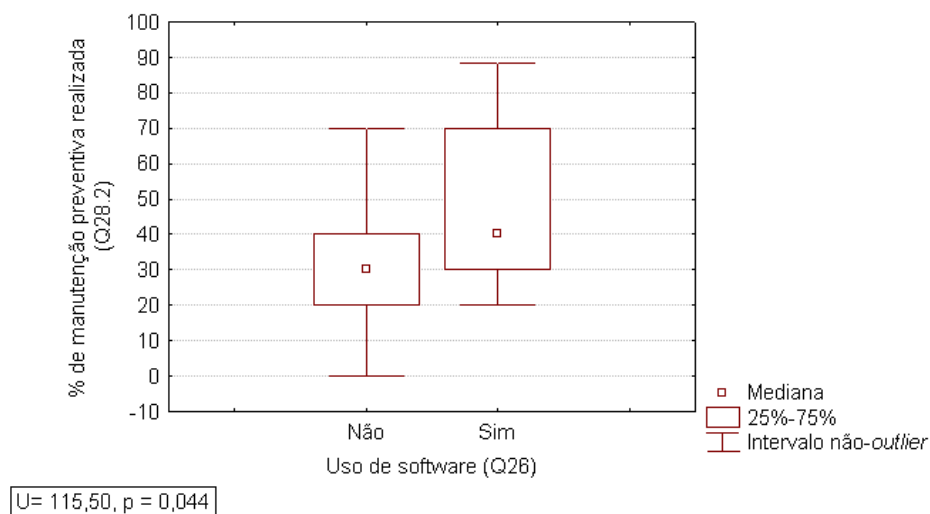


Figura 5.4 - Associação entre as variáveis Q26 e Q28.2 (ME)

O diagrama da figura 5.5 mostra a relação entre as variáveis Q26 (A empresa faz uso de algum *software* na Gestão da Manutenção?) e Q28.3 (Qual a porcentagem de manutenção preditiva realizada?). Assim como foi observado para as manutenções preventivas, há uma relação positiva entre a porcentagem de manutenções preditivas realizadas e a utilização de *software* como auxílio na Gestão da Manutenção. Foi utilizado o teste de Mann-Whitney, cuja estatística resultou em $U=114,0$ e o $p\text{-valor}=0,040$, o que implica na rejeição da hipótese nula, ou seja, as distribuições entre amostras não são as mesmas.

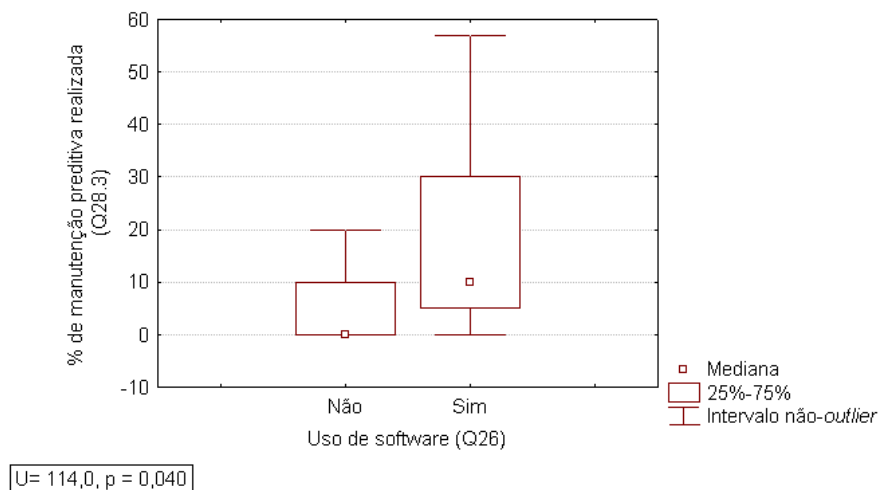


Figura 5.5 - Associação entre as variáveis Q26 e Q28.3 (ME)

A figura 5.6 ilustra a associação entre as variáveis Q26 (A empresa faz uso de algum *software* na Gestão da Manutenção?) e Q35 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada”). A variável Q35 está categorizada numa escala intervalar de cinco pontos. Foi utilizado o teste de Mann-Whitney, cuja estatística resultou em $U=113,0$ e o $p\text{-valor}=0,037$, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada, o que indica que as distribuições entre amostras não são as mesmas, portanto, há relação entre as variáveis. Através da figura 5.6 pode-se perceber uma relação positiva entre a utilização de *software* na Gestão da Manutenção e a variável Q35 que mede a concordância com a afirmativa de que a manutenção é realizada de forma planejada.

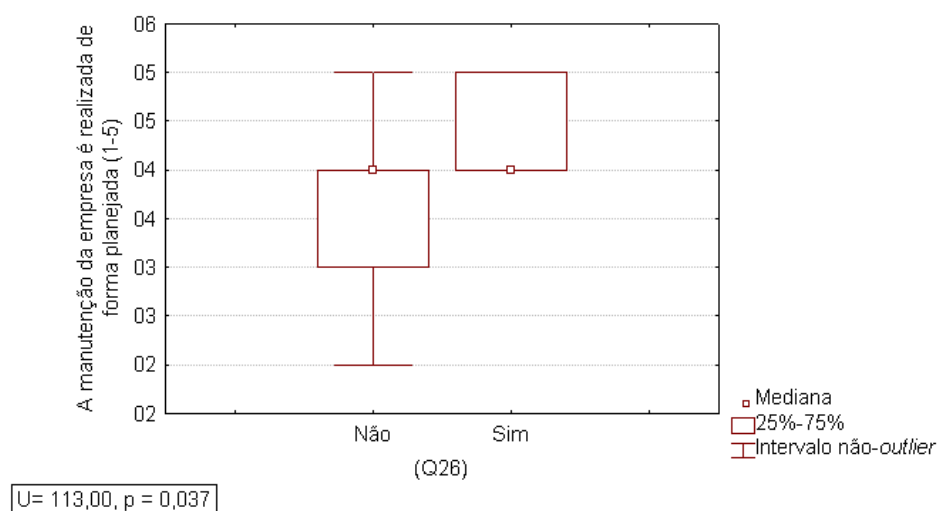


Figura 5.6 - Associação entre as variáveis Q26 e Q35 (ME)

5.1.2 Vantagem Competitiva

Este tópico contemplou a relação entre algumas variáveis do questionário e a crença dos gerentes em que a área de manutenção traz vantagem competitiva para organização (Q37). Essa variável está mensurada através de uma escala intervalar de cinco pontos que vai desde a intensidade “discordo totalmente” à “concordo totalmente”. Como já visto no tópico anterior, a variável em análise também guarda uma relação com uso de *software*. As demais associações estão enunciadas ao longo deste tópico, assim como as características da escala de mensuração das variáveis, o teste estatístico utilizado e o valor de sua respectiva estatística, e o p-valor.

Inicialmente, analisou-se a relação encontrada entre as variáveis Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) e Q42 (A empresa fez recentemente algum estudo ou pesquisa sobre estratégia da manutenção?). Foi utilizado o teste de Mann-Whitney, cuja estatística resultou em $U=87,0$ e o $p\text{-valor}=0,049$, o que indica que se deve rejeitar a hipótese nula, ou seja, existe diferença entre as distribuições de cada amostra. Como se pode observar, por meio da figura 5.7, a categoria das indústrias que fizeram recentemente algum estudo ou pesquisa sobre estratégia da manutenção tem uma relação positiva com a afirmativa da variável Q37. Já os que não fizeram nenhum estudo ou pesquisa recentemente, não possuem nenhuma relação especial com a afirmativa Q37 se mostrando dispersos entre os níveis 1 e 5.

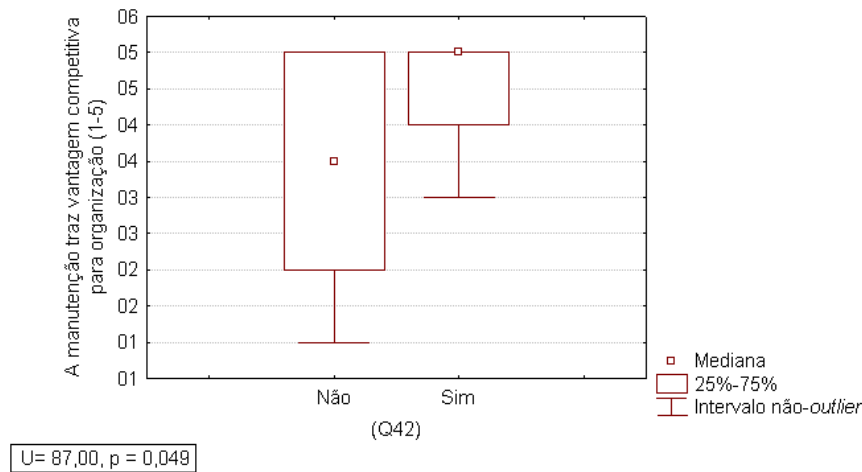


Figura 5.7 - Associação entre as variáveis Q37 e Q42 (ME)

A relação encontrada entre as variáveis Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) e a variável Q40 (A empresa utiliza a metodologia RCM?) está disposta na figura 5.8. A variável Q37 está categorizada numa escala intervalar de cinco pontos. O teste utilizado para identificar alguma associação entre as variáveis foi o de Mann-Whitney. A estatística do teste resultou em $U = 51,00$ e o $p\text{-valor} = 0,039$, o que implica na rejeição da hipótese nula, ou seja, as distribuições entre amostras não são as mesmas. Existe relação entre as variáveis. Como se pode perceber, a utilização da metodologia RCM está totalmente concentrada no nível cinco da escala da variável Q37. Ou seja, há uma relação entre a utilização da metodologia RCM e a concordância com a afirmativa da questão Q37. Aqueles que não utilizam RCM não apresentam nenhum comportamento especial em relação à variável Q37 e se mostram dispersos entre os pontos 1 e 5 da escala.

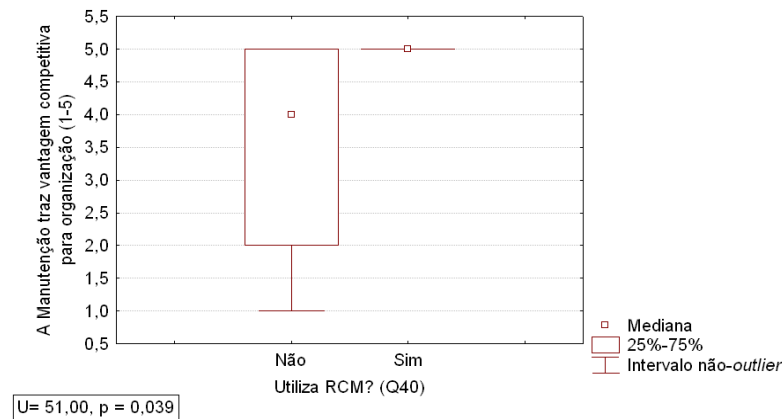


Figura 5.8 - Associação entre as variáveis Q37 e Q40 (ME)

A relação entre as variáveis Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) e a variável Q45 (O pessoal da manutenção recebe treinamentos?) pode ser verificada na figura 5.9. Foi utilizado o teste de Mann-Whitney, cuja estatística resultou em $U=48,0$ e o $p\text{-valor}=0,040$, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada, o que indica que as distribuições entre amostras não são as mesmas, identificando relação entre as variáveis. A concordância, na afirmativa da variável Q37, está positivamente relacionada com o fato de os funcionários da manutenção receberem treinamentos. Pelo gráfico, pode-se perceber que 50% dos valores mais típicos da distribuição estão entre os pontos 3 e 5 da escala da variável Q37, enquanto o pessoal que não recebe treinamentos concentra 50% dos valores mais típicos de sua distribuição entre os pontos 1 e 3 da escala da variável Q37.

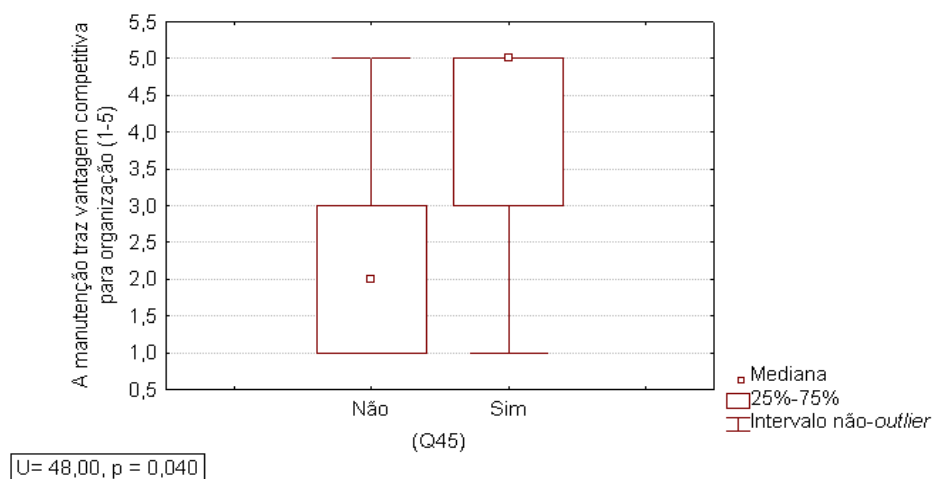


Figura 5.9 - Associação entre as variáveis Q37 e Q45 (ME)

O gráfico da figura 5.10 mostra a associação entre as variáveis Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) e Q28.1 (Qual a porcentagem de manutenção corretiva realizada?). Como dito anteriormente, as variáveis dispostas em escalas de cinco pontos, conforme apresentadas no questionário, podem ser consideradas numa escala intervalar. Para verificar a existência de correlação entre as variáveis utilizou-se o teste de correlação de Spearman. A estatística do teste resultou em $R=-0,509$ e o $p\text{-valor}=0,000$. A correlação encontrada foi classificada como negativa e moderada. Pelo gráfico pode-se perceber que para quem concorda totalmente com a afirmativa da questão Q37, as manutenções corretivas são menos utilizadas.

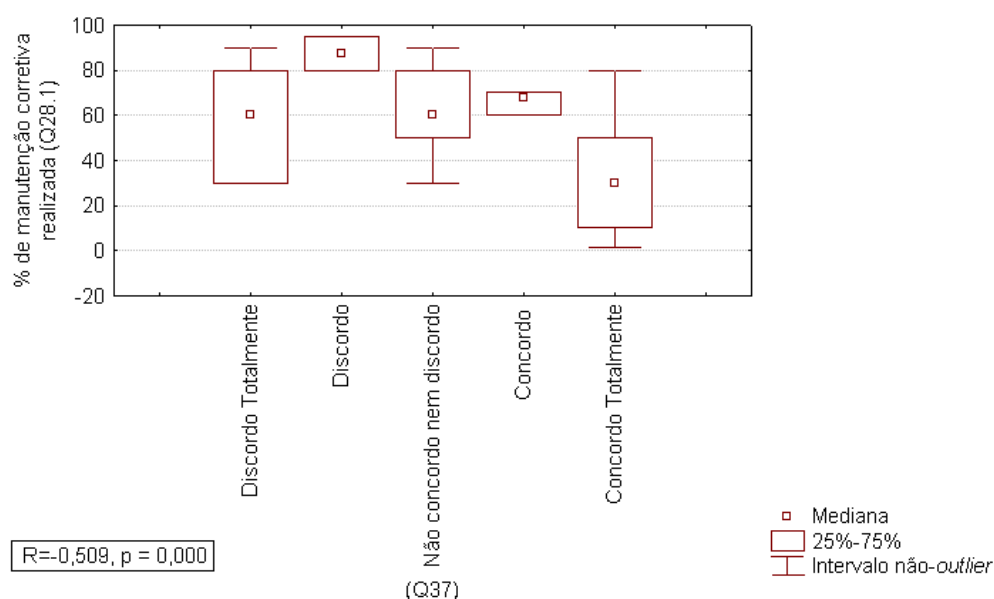


Figura 5.10 - Associação entre as variáveis Q37 e Q28.1 (ME)

Já a relação entre a variável Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) e a variável Q28.3 (Qual a porcentagem de manutenção preditiva realizada?) mostra uma correlação classificada como positiva e pequena, mas definida. O teste de correlação utilizado foi o de ranqueamento de Spearman, por se tratar de uma variável classificada numa escala intervalar (Q37) e a outra, numa escala de razão (Q28.3). A figura 5.11 expõe a correlação encontrada. A estatística do teste resultou em $R=0,400$ e o $p\text{-valor}=0,010$, sendo, portanto, rejeitada H_0 , ou seja, há associação entre as variáveis.

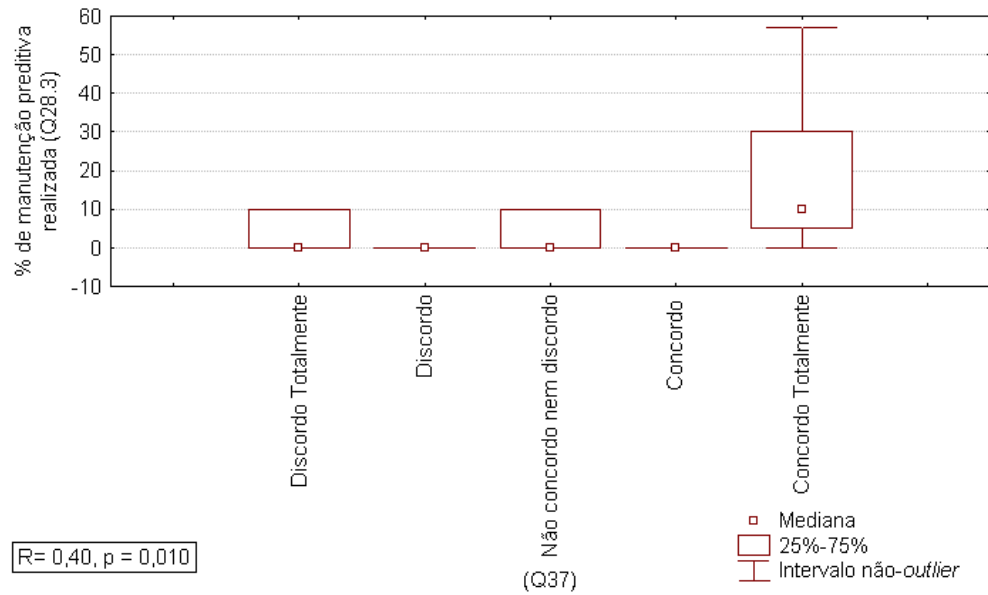


Figura 5.11 - Associação entre as variáveis Q37 e Q28.3 (ME)

A figura 5.12 mostra a associação entre as variáveis Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) e Q36 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A estratégia da Manutenção está alinhada à estratégia da empresa”). A associação entre estas variáveis caracterizam uma relação positiva na concordância com ambas as afirmativas. O teste de correlação utilizado foi o de Spearman cuja estatística resultou em $R = 0,445$ e o p -valor = 0,003, o que implica na rejeição da hipótese nula. A correlação encontrada foi classificada como positiva e moderada.

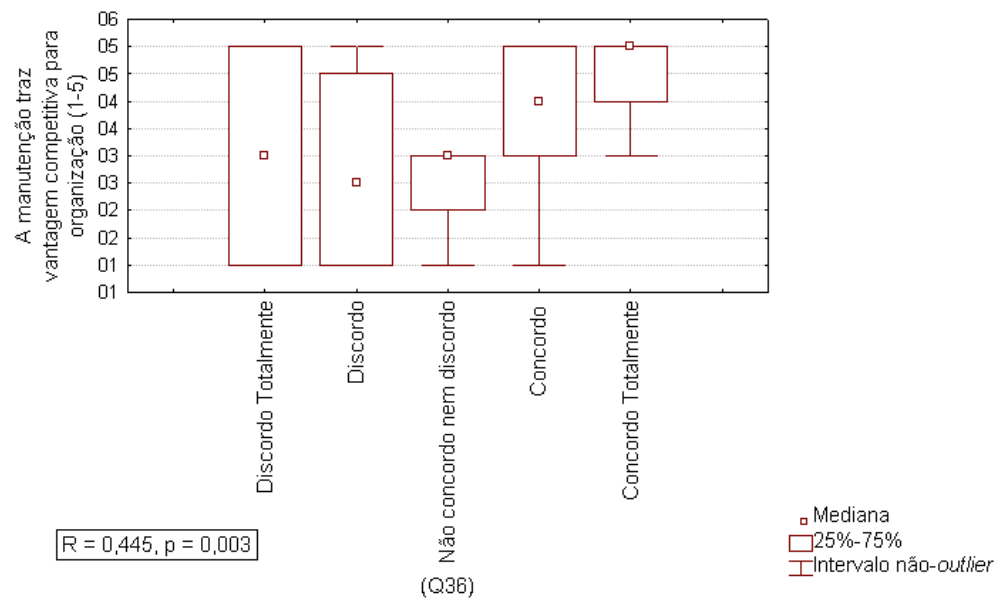


Figura 5.12 - Associação entre as variáveis Q37 e Q36 (ME)

A variável Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) apresentou associação com a variável Q35 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada”) cuja correlação encontrada foi positiva e moderada, conforme disposto na figura 5.13. O teste de correlação utilizado foi o de Spearman cuja estatística resultou em $R=0,430$ e o $p\text{-valor}=0,005$.

A variável Q37 também apresentou associação com a utilização de *software* (Q26), conforme visto na figura 5.1.

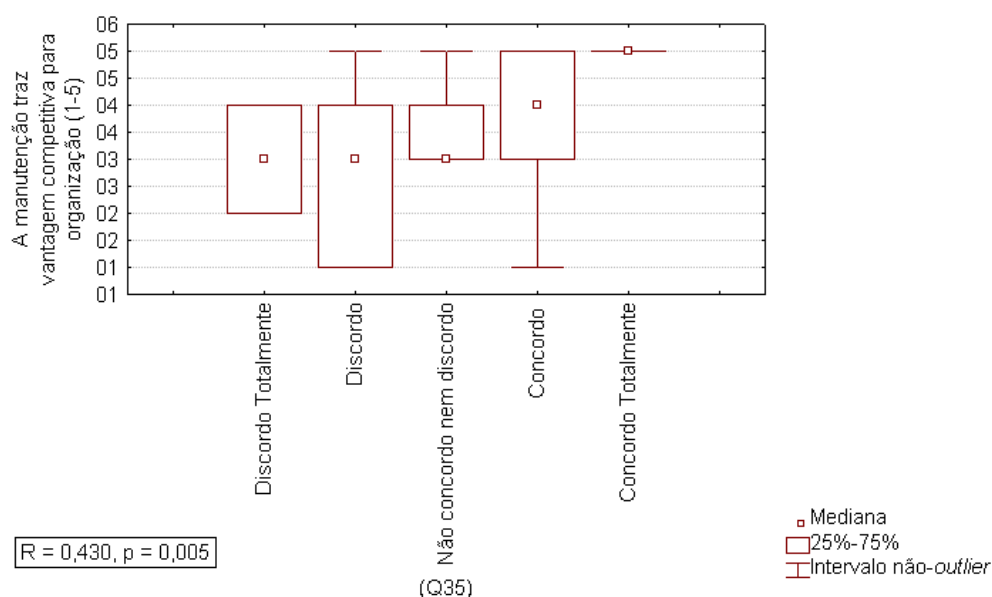


Figura 5.13 - Associação entre as variáveis Q37 e Q35 (ME)

5.1.3 Manutenção planejada

Neste tópico foi listada a relação entre a variável Q35, que mostra o nível de concordância dos gerentes entrevistados com a afirmativa de que a manutenção em sua empresa é realizada de forma planejada, e algumas variáveis do questionário. A variável Q35 está mensurada através de uma escala intervalar de cinco pontos que vai desde a intensidade “discordo totalmente” à “concordo totalmente”. As associações estão dispostas ao longo do texto, assim como características da escala de mensuração das variáveis, o teste estatístico utilizado e o valor de sua respectiva estatística, e o $p\text{-valor}$.

A variável Q35 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmativa: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada”) caracteriza-se principalmente por apresentar relações com as políticas de manutenção.

A primeira relação observada foi entre a variável Q35 e a porcentagem de manutenção corretiva realizada nas indústrias (Q28.1). O teste utilizado para identificar esta relação foi o teste de correlação de Spearman cuja estatística resultou em $R = -0,769$ e o $p\text{-valor} = 0,000$. A correlação encontrada foi classificada como negativa e alta. As indústrias que mostraram realizar menos manutenções corretivas tenderam a concordar totalmente com a afirmativa da questão Q35. Já os gerentes que discordaram totalmente da afirmativa da variável Q35 apresentam uma alta porcentagem de manutenção corretiva realizada. A figura 5.14 mostra o diagrama de caixas que retrata esta relação.

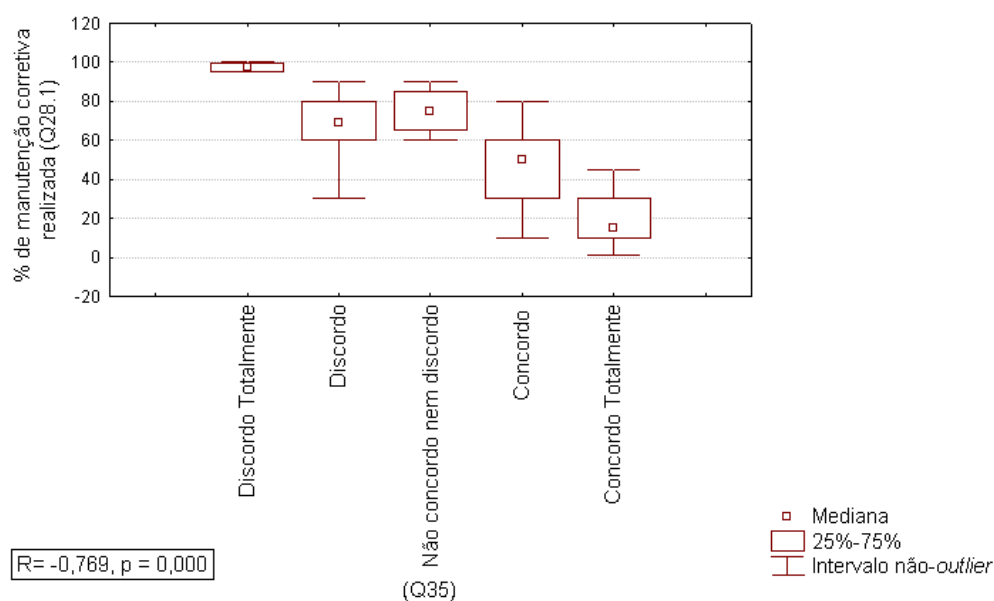


Figura 5.14 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.1 (ME)

A figura 5.15 mostra a relação entre a variável Q35 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada”) e a Q28.2 (Qual a porcentagem de manutenção preventiva realizada?). O teste utilizado para verificar a existência de associação entre as variáveis foi o teste de correlação de Spearman cuja estatística resultou em $R = 0,578$ e o $p\text{-valor} = 0,000$. A correlação encontrada foi classificada como positiva e moderada. Observou-se que a porcentagem de manutenção preventiva realizada era maior dentre os que concordaram totalmente com a afirmativa da questão Q35. O comportamento desta variável se deu de forma crescente do ponto 1 ao 5 da escala, mostrando que quanto maior é a realização de manutenções preventivas, maior é a percepção de que a manutenção da empresa é planejada.

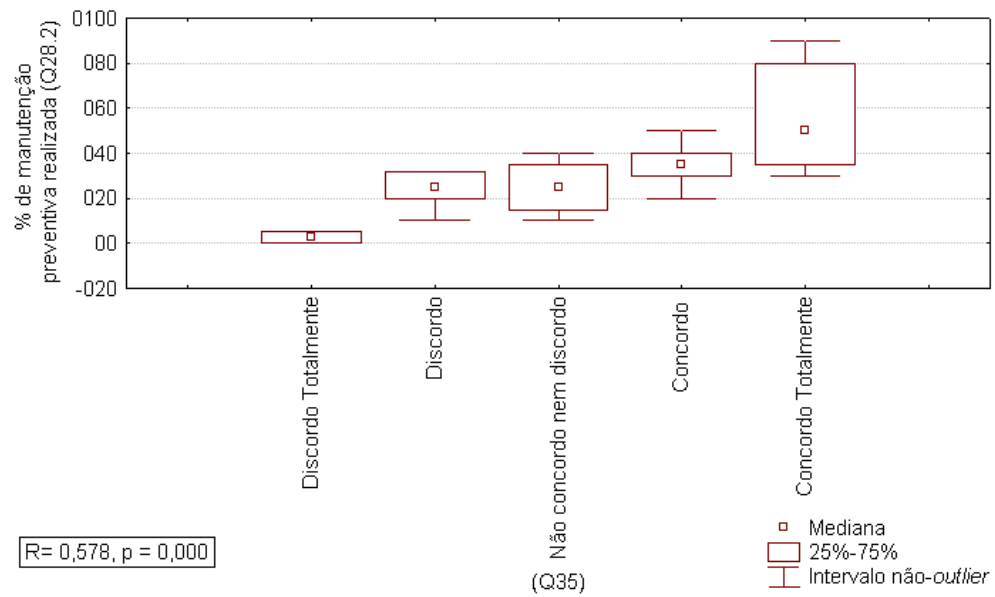


Figura 5.15 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.2 (ME)

O comportamento entre as variáveis Q28.3 (Qual a porcentagem de manutenção preditiva realizada?) e a variável Q35 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada”) pôde ser observado na figura 5.16. Houve uma relação positiva entre a porcentagem de manutenção preditiva realizada (Q28.3) e a variável Q35. Foi utilizado o teste de correlação de Spearman para identificar associação entre as variáveis. A correlação encontrada foi classificada como positiva e moderada e a estatística do teste resultou em $R = 0,517$ e o $p\text{-valor} = 0,000$.

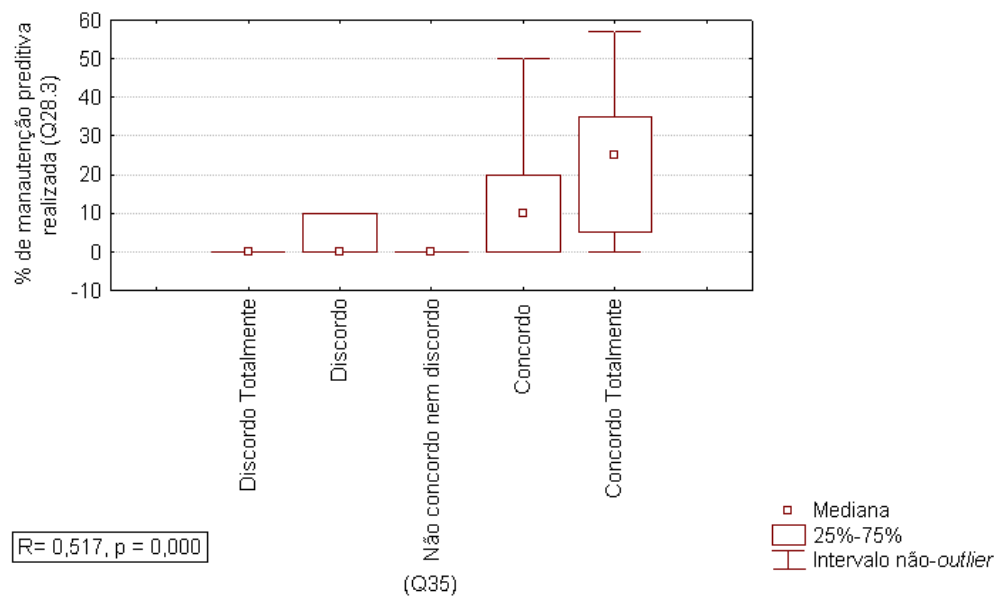


Figura 5.16 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.3 (ME)

A última associação encontrada para esta variável foi com a utilização da ferramenta RCM (Q40). A variável Q35 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada”) estabelece uma relação positiva com a variável Q40, conforme disposto na figura 5.17. O teste utilizado foi o de Mann-Whitney cuja estatística é $U=43,00$ e o $p\text{-valor}=0,025$. Logo, H_0 é rejeitada, ou seja, as distribuições entre amostras não são as mesmas, indicando uma relação entre as variáveis. Observa-se também que quem utiliza RCM está entre os níveis 4 e 5 da escala utilizada pela variável Q35.

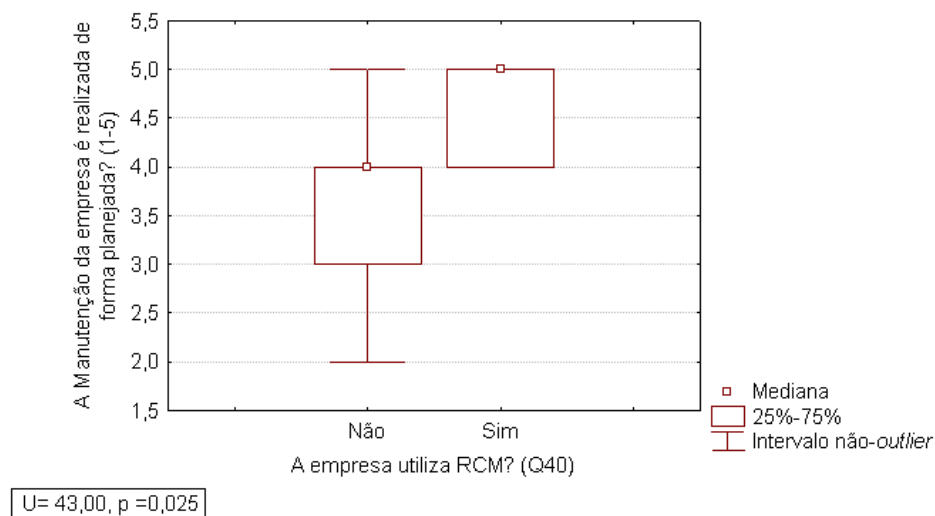


Figura 5.17 - Associação entre as variáveis Q35 e Q40 (ME)

A verificação de associação entre as variáveis permite um maior entendimento do comportamento da amostra investigada. Algumas associações interessantes foram percebidas, como, por exemplo, as características do grupo que utiliza *software* como apoio na Gestão da Manutenção. Este grupo apresentou uma relação positiva com uma boa utilização das políticas de manutenção. Esse relacionamento também foi verificado no grupo que acredita estar realizando as manutenções de forma planejada.

E por fim, as indústrias que acreditam trazer vantagem competitiva para organização por meio da Manutenção, realmente utilizam mais ferramentas que podem impulsionar sua competitividade.

5.2 Grandes Empresas

As associações encontradas entre as variáveis, para as Grandes Empresas, estão dispostas ao longo deste tópico, assim como a escala de mensuração, o teste estatístico utilizado para detectar a associação e sua respectiva estatística, e o p-valor. O teste estatístico utilizado para avaliar possíveis relações foi determinado em função das escalas das variáveis analisadas.

A amostra das Grandes Empresas, como dito na metodologia deste trabalho, foi probabilística, e retirou-se da população 10 indústrias nas quais se aplicou o instrumento de pesquisa.

A primeira relação apresentada é entre a variável Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) e a variável Q21 (O que é feito com os dados de falha dos equipamentos?). O teste utilizado para identificar uma relação entre as variáveis foi o de Mann-Whitney. A estatística do teste é $U=4,0$ e o valor- $p=0,045$, logo, H_0 é rejeitada, ou seja, as distribuições entre amostras não são as mesmas, portanto, existe relação entre as variáveis. Observa-se pelo gráfico da figura 5.18 que as empresas que realizam estudos de confiabilidade com os dados estão unanimemente concentradas no ponto 5 da escala da variável Q37. Já as empresas que somente armazenam os dados para uma possível verificação posterior não apresentam nenhuma característica especial e estão dispersas desde o ponto 1 da escala que diz “discordo totalmente” até o ponto 5 que diz “concordo totalmente”.

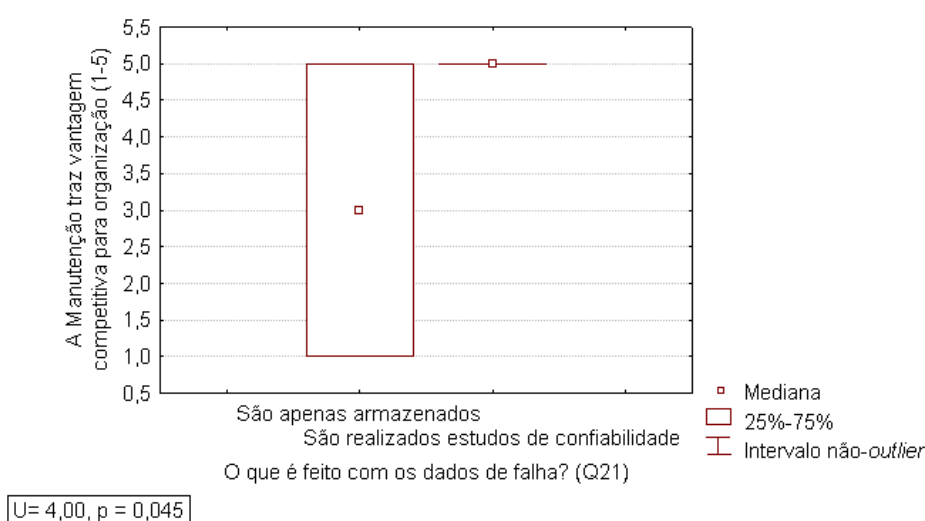


Figura 5.18 - Associação entre as variáveis Q37 e Q21 (GE)

A associação entre as variáveis Q37 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção traz vantagem competitiva para organização”) e Q23 (O que é feito com os dados de reparo?) está disposta na figura 5.19. O teste utilizado para averiguar a existência de associação foi o de Mann-Whitney. A estatística do teste resultou em $U=4,00$ e o $p\text{-valor}=0,045$, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada, o que indica que as distribuições entre amostras não são as mesmas. Pelo gráfico é possível perceber que as empresas que realizam estudos de manutenibilidade estão totalmente concentradas no ponto 5 da escala da variável Q37. Já as empresas que apenas armazenam os dados para uma possível verificação posterior mostram uma opinião diversificada em relação à variável Q37.

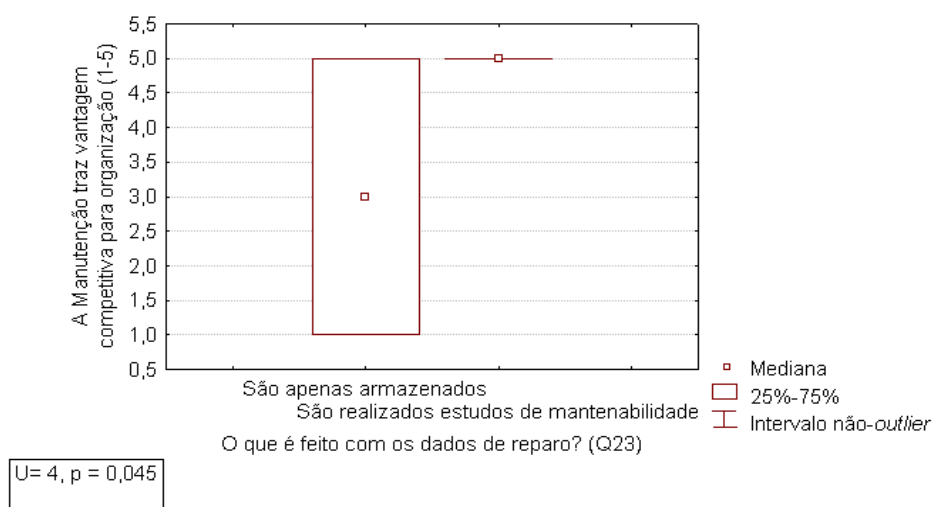


Figura 5.19 - Associação entre as variáveis Q37 e Q23 (GE)

As variáveis Q35 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada”) e Q28.1 (Qual a porcentagem de manutenção corretiva realizada?) apresentam correlação conforme disposto na figura 5.20. O teste utilizado para averiguar a existência de correlação foi o de Spearman. A estatística do teste resultou em $R= -0,905$ e o $p\text{-valor}= 0,000$, a hipótese nula foi rejeitada, ou seja, há associação entre as variáveis. Pelo gráfico é possível perceber que as empresas que realizam poucas manutenções corretivas estão totalmente concentradas no ponto 5 da escala da variável Q35. A correlação encontrada é classificada como alta e negativa.

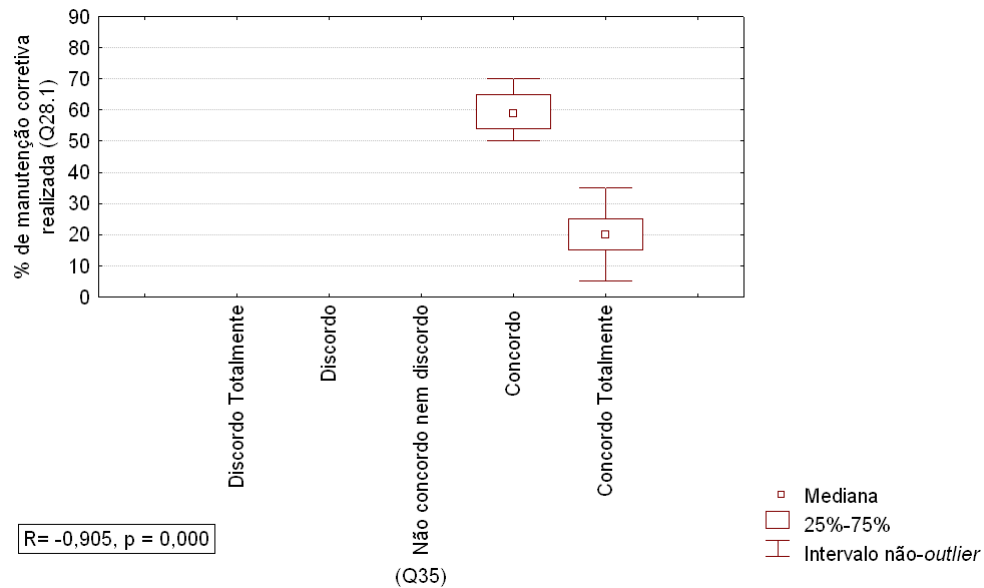


Figura 5.20 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.1 (GE)

A última relação encontrada foi entre as variáveis Q35 (Até que ponto concorda com a seguinte afirmação: “A Manutenção da empresa é realizada de forma planejada”) e Q28.2 (Qual a porcentagem de manutenção preventiva realizada?). O teste de correlação utilizado foi o de Spearman. A estatística do teste resultou em $R=0,674$ e o p -valor= $0,033$, ou seja, há correlação entre as variáveis estudadas. A correlação encontrada é moderada e positiva. Pelo gráfico da figura 5.21, pode-se perceber que as maiores porcentagens de realização de manutenção preventiva concentram a opinião acerca do planejamento da manutenção no nível 5 da escala da variável Q35.

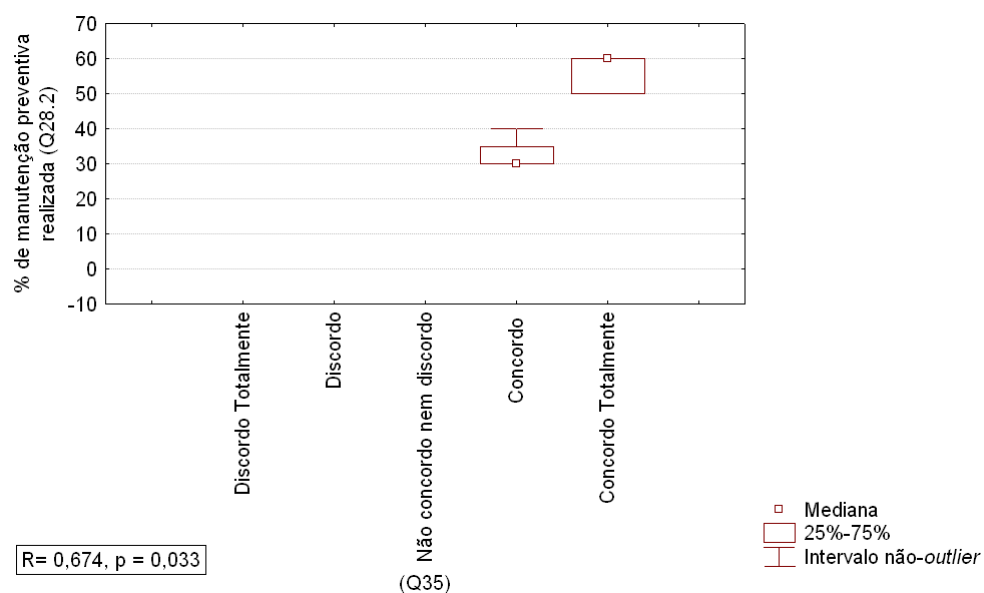


Figura 5.21 - Associação entre as variáveis Q35 e Q28.2 (GE)

Nas grandes indústrias entrevistadas foi detectada uma relação entre a percepção de que a Manutenção da empresa traz vantagem competitiva para organização e a realização de estudos de confiabilidade e manutenibilidade. Essa associação não foi verificada no estudo das Médias Empresas.

Em relação ao planejamento da manutenção, as associações encontradas foram semelhantes ao que foi visto nas Médias Empresas. Percebeu-se que os que acreditam estar realizando uma manutenção planejada realizam menos manutenções corretivas e mais manutenções preventivas.

6 EMPRESAS DE SERVIÇOS

A amostra relativa às empresas de serviços foi estabelecida por conveniência. Foram selecionadas sete empresas, do setor elétrico e de telefonia, o correspondente a cerca de 90% da população de empresas desses ramos de atividade na Região Metropolitana de Recife. A análise destas empresas resume-se à estatística descritiva.

6.1 Estrutura Organizacional

Inicialmente, analisou-se a posição hierárquica da manutenção nas empresas de serviços. A tabela 6.1 mostra os resultados encontrados.

Tabela 6.1 - Posição hierárquica da gerência de manutenção nas empresas de serviços

Hierarquia	Total	Percentual
Dois níveis	1	14,29
Três níveis	3	42,86
Quatro níveis	2	28,57
Mais de quatro níveis	1	14,29

N=7

O comportamento desta variável nas empresas de serviços seguiu aproximadamente o que se verificou nas Grandes Empresas. Houve uma maior concentração de indústrias que têm sua área de manutenção a três níveis da presidência, com 42% dos casos.

Verificou-se a relação entre os funcionários da manutenção e os funcionários da empresa como um todo. O histograma da figura 6.1 ilustra a relação, em porcentagem, entre os funcionários da manutenção e os funcionários da empresa. Observa-se que não há um comportamento padrão na proporção de funcionários dedicados à manutenção. Foram sete observações efetuadas e cada uma delas apresentou características distintas em relação a esta variável.

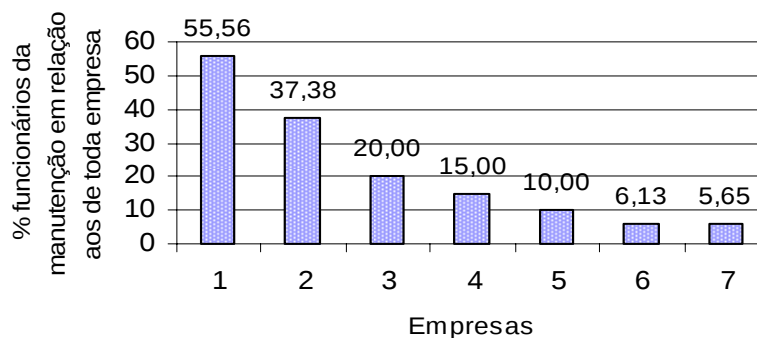


Figura 6.1 - Proporção de funcionários, das empresas de serviços, lotados na manutenção em relação aos de toda empresa

Em relação à questão Q14 que investiga como é feito o dimensionamento das equipes de manutenção, observa-se que das sete empresas entrevistadas, 57% o faz admitindo como critério a experiência gerencial. As demais empresas (43%) dimensionam suas equipes considerando a quantidade de equipamentos sob os cuidados da manutenção. Esse comportamento mostra-se semelhante ao das Grandes Empresas.

6.2 Manutenção contratada

Com o intuito de investigar a contratação de mão-de-obra para realização da manutenção, perguntou-se, na questão Q15, quem realizava a manutenção na indústria e observou-se, mais uma vez, um comportamento semelhante ao das Grandes Empresas. A maior parte dos entrevistados (86%) realiza manutenção com funcionários próprios em conjunto aos terceirizados, enquanto apenas 14% utilizam somente funcionários próprios.

Perguntou-se, na questão Q16, como era feita a procura por empresa terceirizada para realizar manutenção. Nas empresas de serviços entrevistadas, dentre as seis que terceirizam, a forma de procura dividiu-se entre pesquisa de mercado e licitações.

Em complemento à investigação sobre terceirização, buscou-se colher informações sobre os critérios considerados prioritários na seleção de uma empresa terceirizada (Q17). A tabela 6.2 mostra o *ranking* obtido. Em primeiro lugar, com metade da frequência total, está o critério preço devido ao fato de ser este o critério adotado pelas empresas terceirizadas que o fazem por licitação.

Tabela 6.2 - Ordenação dos critérios prioritários para seleção de empresa terceirizada para manutenção nas empresas de serviços

Atributos	1º lugar	2º lugar	3º lugar	4º lugar	5º lugar	6º lugar	7º lugar	8º lugar
Preço	3	2	0	0	0	1	1	0
Tecnologia	1	0	0	0	0	0	3	1
Tempo de atendimento	0	0	0	0	0	3	2	1
Tempo médio de reparo	0	2	2	0	0	1	0	1
Distância da empresa	1	0	1	2	0	0	0	2
Credibilidade	1	1	1	3	0	0	0	0
Qualidade	0	1	2	1	0	1	0	1
Experiência	0	0	0	0	6	0	0	0

N=6

Ainda em relação à terceirização, quando os gerentes foram solicitados a identificar um parâmetro para avaliar a qualidade dos serviços prestados pelas empresas terceirizadas (Q18), obteve-se o resultado disposto na tabela 6.3. Nenhuma semelhança com as Médias ou Grandes Empresas foi notada e o critério prioritário foi a rapidez no atendimento.

Tabela 6.3 - Avaliação da qualidade da terceirização nas empresas de serviços

Critério	1º lugar	2º lugar	3º lugar	4º lugar
Redução de gastos com manutenção	1	1	2	2
Quantidade de intervenções	0	0	4	2
Rapidez no atendimento	3	2	0	1
Tempo médio de reparo	2	3	0	1

Em conclusão à investigação sobre terceirização, a questão Q19 buscou informações acerca do tipo de contrato pactuado com as empresas terceirizadas. Das seis empresas que utilizam manutenção contratada, cinco fazem contratos com valores fixos por período de tempo e somente uma associa uma parcela variável ao valor fixo, que é definida pelo número de intervenções. Os três estratos investigados neste trabalho têm como opção principal a contratação através de um valor fixo por período de tempo.

6.3 Controle da Manutenção

Neste tópico, buscou-se conhecer um pouco mais sobre os procedimentos adotados pela manutenção em questões como dimensionamento de sobressalentes, coleta de dados de falha e de reparo, tratamento de dados, uso de *software* de apoio, etc.

A questão Q20 pergunta como é feito o dimensionamento de sobressalente das máquinas sob responsabilidade da manutenção. A experiência gerencial é utilizada por 57% das indústrias enquanto 43% dimensionam os sobressalentes de acordo com o percentual de equipamentos sob os cuidados da Manutenção. Tanto as Médias quanto as Grandes Empresas utilizam a experiência gerencial como critério principal.

Informações sobre a coleta de dados de falha dos equipamentos foram investigadas nas questões Q21 e Q22. A questão Q21 pergunta o que é feito com os dados de falha dos equipamentos. Em 57% dos casos, os entrevistados afirmaram realizar estudos de confiabilidade, enquanto 43%, somente armazenam os dados coletados para uma possível verificação posterior. Das quatro empresas que realizam estudos de confiabilidade, apenas uma faz inferência estatística, três calculam estatística descritiva e todas calculam indicadores.

A questão Q22 investiga a coleta de dados de reparo dos equipamentos. Das empresas entrevistadas apenas 43% realizam estudos de mantabilidade. Destas, todas (3) calculam indicadores com os dados, duas calculam estatística descritiva e apenas uma faz estatística inferencial.

Procurou-se identificar a forma como é medida a interrupção no funcionamento dos equipamentos. O diagrama de pareto da figura 6.2 mostra que a unidade principal de medição dos impactos de interrupção é o tempo perdido, responsável por 70% dos casos. Este critério é o mesmo que as Médias e Grandes Empresas adotaram, na maior parte dos casos, para aferir os impactos na interrupção do funcionamento das máquinas.

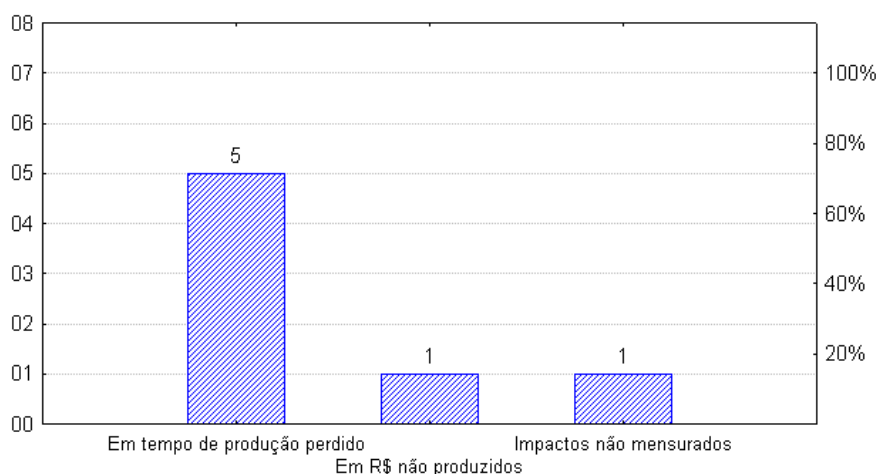


Figura 6.2 - Medição dos impactos na interrupção do funcionamento dos equipamentos das empresas de serviços

O uso de *software* como apoio na Gestão da Manutenção foi identificado em 57% das empresas entrevistadas, como pode ser observado no diagrama da figura 6.3. Nas Grandes Empresas também prevaleceu o uso de *software*.

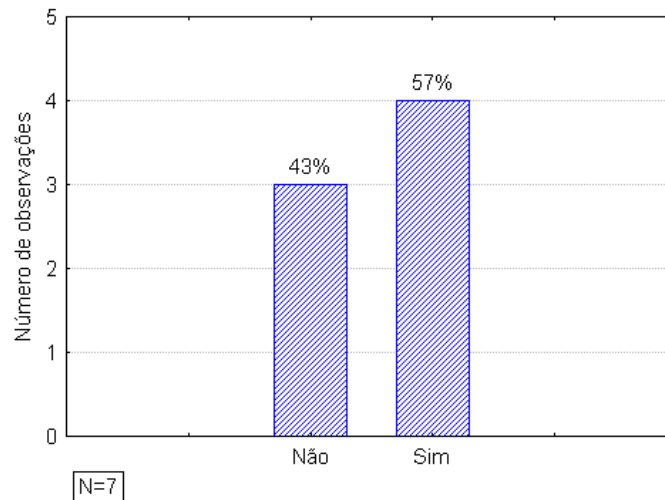


Figura 6.3 - Uso de *software* pelas empresas de serviços

O gráfico da figura 6.4 ilustra as políticas de manutenção utilizadas nas empresas de serviços. Os entrevistados informaram a porcentagem de realização de cada política de manutenção, conforme indicado na figura. A média do percentual de manutenções preventivas efetuadas nas empresas entrevistadas é de 48%, a média do percentual das manutenções corretivas é de 40%, e das preditivas, 12%. Esse resultado mostra-se semelhante ao obtido na análise efetuada nas Grandes Empresas.

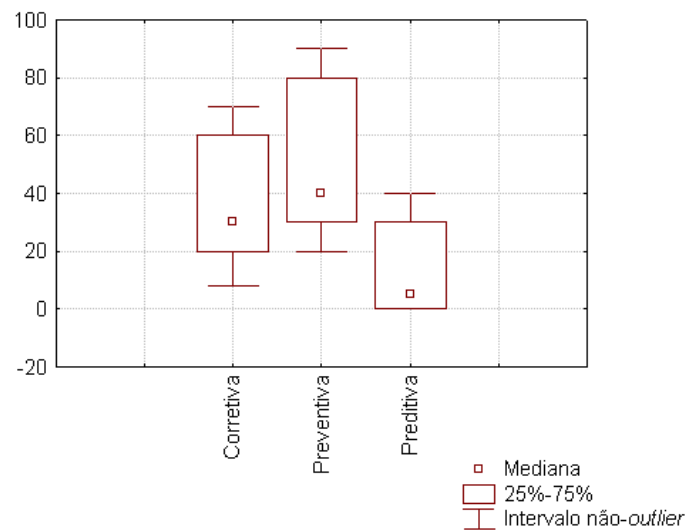


Figura 6.4 - Referente às políticas de manutenção utilizadas nas empresas de serviços

Dentre as empresas que realizam manutenções preventivas, 57% utilizam a experiência da equipe para determinar o intervalo entre elas, e o restante consulta as especificações do fabricante. A medição do intervalo entre as manutenções preventivas, em 71% dos casos, é feita a intervalos regulares de tempo e nos demais casos é feita após um número específico de ciclos de produção.

6.4 Custos da Manutenção

Em relação aos custos, buscou-se investigar os gastos referentes à manutenção. Inicialmente, identificou-se quais empresas faziam previsão orçamentária para manutenção. Observou-se, segundo o diagrama da figura 6.5, que em 86% dos casos, a manutenção realizava previsão orçamentária. Dentre estes, 67% utilizam o orçamento do período anterior e os demais, de fato, fazem um orçamento a cada período. Mais uma vez, as características das empresas de serviços entrevistadas assemelham-se às Grandes Empresas.

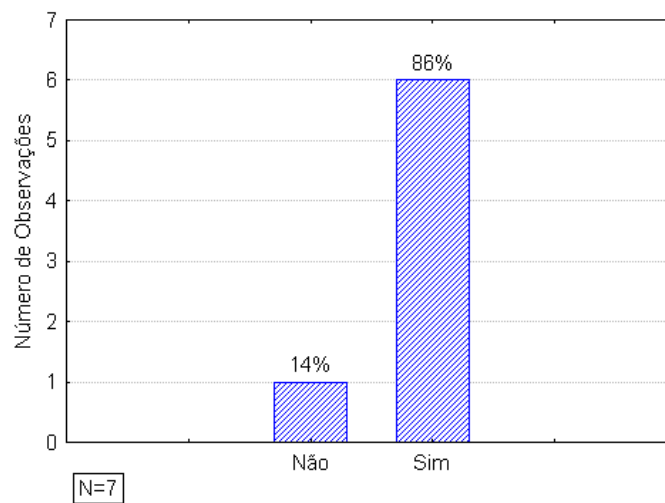


Figura 6.5 - Referente à realização de previsão orçamentária para manutenção nas empresas de serviços

6.5 Planejamento e estratégia

Foram feitas algumas afirmações acerca da estratégia da manutenção e os entrevistados foram solicitados a manifestar o seu grau de concordância numa escala de cinco pontos que vai desde “discordo totalmente” até “concordo totalmente”. As afirmativas estão listadas a seguir juntamente com os resultados obtidos:

➔ “A manutenção é realizada de forma planejada”: 43% dos entrevistados concordaram com essa afirmação, 43% concordaram totalmente e apenas 14% discordaram.

➔ “A estratégia da manutenção está alinhada à estratégia da empresa”: 72% dos entrevistados concordaram totalmente com essa afirmação, 14% concordaram e apenas 14% se mostraram indiferentes.

➔ “A manutenção traz vantagem competitiva para organização”: 86% dos entrevistados concordaram com essa afirmação e apenas 14% discordaram.

No geral, as afirmativas feitas pelos gerentes das empresas de serviços assemelham-se às respostas dadas pelos gerentes das Grandes Empresas.

As metodologias e ferramentas utilizadas para Gestão da Manutenção estão dispostas na figura 6.6. Como se pode perceber, a utilização de metodologias na gestão é relativamente baixa na área de manutenção. Dentre as utilizadas, a mais expressiva foi a RCM, com 43% de representação dentre as empresas entrevistadas.

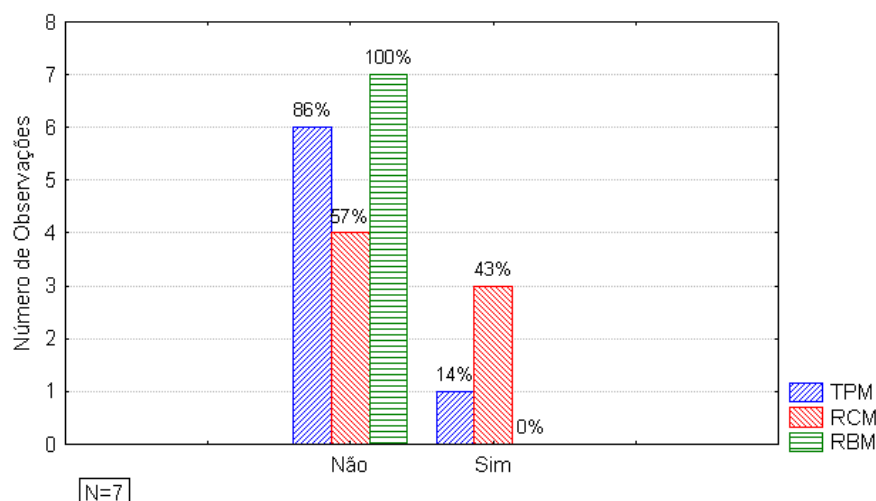


Figura 6.6 - Metodologias de gestão utilizadas nas empresas de serviços

A questão Q42 investiga a realização de estudos ou pesquisas sobre estratégia da manutenção. Os resultados encontrados mostram que 43% das empresas entrevistadas investiram nestes estudos. Quanto ao estabelecimento de parcerias com universidades ou centro de pesquisa (Q43), 56% das empresas entrevistadas afirmaram estabelecer parcerias com estas instituições.

6.6 Treinamentos

Em relação aos treinamentos oferecidos pelas empresas, todas elas afirmaram realizá-los. Em todas as entrevistadas, os treinamentos são ministrados por entidades especializadas e por funcionários próprios. O público-alvo dos treinamentos são os supervisores que representam a categoria funcional mais favorecida e os gerentes, são os que menos recebem treinamentos.

Em geral, pode-se perceber, pela descrição dos dados, que as empresas de serviços apresentaram maiores semelhanças com as Grandes Empresas. Também foi constatado que se fôssemos fazer uma classificação nas empresas de serviços utilizando o critério de número de funcionários adotado pelo SEBRAE, estas pertenceriam, em sua maior parte, às Grandes Empresas.

Foram poucas as semelhanças observadas entre as Médias Empresas e as empresas de serviços. Vale destacar o comportamento em relação à coleta e ao tratamento dos dados de

falha e de reparo dos equipamentos que, em ambos estratos, apresentaram uma maior representatividade.

7 CONCLUSÕES

No cenário atual, a Gestão da Manutenção já é vista, por muitos, como parte essencial às atividades de produção. Um bom gerenciamento da manutenção pode refletir em diversos setores das empresas e ainda impulsionar as indústrias para que, através de uma manutenção planejada, venham a trazer vantagem competitiva para as organizações.

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa sobre a Gestão da Manutenção nas indústrias de manufatura, nos diversos ramos de atividade, e em empresas de serviços do setor elétrico e de telefonia, da Região Metropolitana de Recife. A pesquisa foi realizada por meio da coleta e análise de dados referentes à manutenção. As empresas investigadas foram divididas em três estratos: indústrias de manufatura de médio porte, indústrias de manufatura de grande porte e empresas de serviços. Do primeiro estrato foram investigadas 40 indústrias, do segundo, 10 indústrias e do terceiro, 7 empresas. O trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico sobre a Gestão da Manutenção na RMR.

Inicialmente, buscaram-se dados e estudos semelhantes na região a fim de conhecer um pouco mais sobre o ambiente pesquisado, porém nada foi encontrado. A partir daí, partiu-se para uma primeira investigação sobre a Manutenção nas indústrias de manufatura e empresas de serviços da RMR.

O instrumento utilizado para a coleta dos dados foi um questionário, aplicado *in loco*, o qual abordou questões relativas à manutenção. Os aspectos diagnosticados envolvem treinamentos, planejamento, estratégia da manutenção, custos, terceirização da manutenção, dimensionamento de sobressalentes, estrutura organizacional e outras questões relacionadas à manutenção.

As amostras extraídas das Médias e das Grandes Empresas foram probabilísticas. Foi feita uma seleção aleatória, através de sorteio, das indústrias que compõem as amostras. O método de amostragem probabilístico apresenta muitas vantagens em relação aos demais, pois os resultados encontrados com relação às Médias e Grandes Empresas podem ser generalizados para população investigada. Nos trabalhos encontrados na literatura, citados no item 1.1, os quais envolvem pesquisa de campo, observou-se que os questionários foram aplicados por meio de entrevistas por telefone, envio de *e mail* e ainda disponibilizados na internet para que possíveis interessados os preenchessem, este tipo de abordagem pode dificultar a compreensão das questões, comprometendo a consistência das respostas, além de apresentar uma baixa taxa de retorno das respostas. Neste trabalho o questionário foi aplicado

in loco aos gerentes das indústrias de manufatura e das empresas de serviços. Foi dispensado um enorme esforço para aplicação do mesmo pela grande dimensão do perímetro da RMR, assim como os custos envolvidos neste procedimento e o tempo gasto.

Com relação às empresas de serviços, a amostragem realizada foi feita por conveniência. Este método poderia gerar desvantagens em relação à representatividade da amostra. Porém, as empresas deste estrato pertencem a dois ramos de atividade: o setor elétrico e o de telefonia. O questionário foi aplicado a cerca de 90% da população de empresas destes setores, o que torna a amostragem realizada bastante representativa.

Após a coleta e organização dos dados foi utilizado o software *Statistica 6.0* como ferramenta para análise estatística dos dados. Sua utilização se mostrou satisfatória e foi possível realizar todos os testes necessários sem recorrer a qualquer outra ferramenta.

Em geral, percebeu-se que há pouca utilização dos recursos disponíveis. As metodologias e ferramentas de gestão são pouco usadas, da mesma forma em que não há muita coleta de dados dos equipamentos e, conseqüentemente, são produzidos poucos indicadores. Quanto ao efetivo de pessoal da manutenção, observou-se uma grande quantidade de funcionários que apesar de executarem atividades que demandam conhecimentos específicos, não possuem nível técnico.

Nas Médias Empresas percebeu-se que a experiência gerencial, em muitos casos, ainda é o único guia para tomada de decisões. Verificou-se também que não é dada a devida atenção às técnicas e ferramentas existentes para auxiliar a gerência. Quando questionados sobre o nível em que se encontram o planejamento e a estratégia da empresa, notou-se que há uma consciência por parte dos gerentes de que ainda não se atingiu o nível desejado de investimentos em Manutenção.

As indústrias de médio porte que usam *software* como apoio a gestão da manutenção mostraram características específicas em relação as que não usam. Verificou-se que nesse grupo de empresas são realizadas menos manutenções corretivas, e mais manutenções preventivas e preditivas e que seus gerentes acreditam estar realizando manutenções de forma planejada. Observou-se também, neste conjunto de indústrias, um consenso entre os gerentes em concordarem que há um alinhamento entre a estratégia usada na manutenção e a estratégia da organização e também, em acreditarem que a manutenção traz vantagem competitiva pra organização.

Os gerentes das Médias Empresas que utilizam a metodologia RCM e que oferecem treinamentos aos funcionários também acreditam que a manutenção traz vantagem

competitiva pra organização. Outra característica interessante das indústrias de médio porte é que os gerentes que julgam realizar manutenções de forma planejada fazem menos manutenções corretivas e mais manutenções preventivas e preditivas.

As Grandes Empresas mostram melhores índices quando comparadas às Médias Empresas. Observou-se que é dispensada uma maior atenção à coleta e ao tratamento dos dados, assim como há uma maior utilização das metodologias e ferramentas direcionadas à Manutenção. Este comportamento vem acompanhado de uma maior consciência por parte dos gerentes, os quais fazem uma melhor avaliação sobre o planejamento e a estratégia desse estrato de indústrias.

Além disso, foi verificado que todos os gerentes das indústrias de grande porte que realizam estudos de confiabilidade e manutenibilidade, com os dados de falha e reparo coletados dos equipamentos, concordam totalmente que a manutenção traz vantagem competitiva pra organização.

Já nas empresas de serviços investigadas, foi observado, na maior parte da análise, um comportamento semelhante ao das Grandes Empresas. Quase metade dos entrevistados não utiliza *software* como apoio à gestão da manutenção e quanto à utilização das metodologias de gestão, verificou-se um destaque em relação à utilização da RCM em relação aos demais estratos investigados. Em geral, assim como nas Médias e nas Grandes Empresas, percebeu-se que a experiência gerencial é bastante utilizada como critério para tomada de decisão em detrimento das técnicas analíticas disponíveis.

7.1 Sugestões para trabalhos futuros

Como consequência do que foi exposto, este estudo provoca uma reflexão sobre as vantagens e os benefícios que poderão ser alcançados pelas empresas e sociedade, a partir de investimentos em manutenção. Melhoras na gerência da manutenção que podem suscitar em aprimoramento na qualidade dos produtos e serviços oferecidos, menores gastos com sistemas de gerenciamento eficientes são alguns exemplos.

A seguir, são propostas recomendações com objetivo de dar continuidade ao presente trabalho e contribuir para o desenvolvimento da Gestão da Manutenção nas empresas. Sendo assim, seguem as seguintes sugestões para trabalhos futuros.

➔ A aplicação do questionário desenvolvido no presente trabalho de forma mais abrangente, em estratos distintos para cada ramo de atividade.

➔ A realização desta pesquisa em âmbito nacional, em setores específicos da economia.

➔ Desenvolver estudos para testar algumas das hipóteses construídas neste trabalho, tais como: a influência do uso de *software* no desempenho da manutenção; a relação entre a percepção do gerente de manutenção sobre a manutenção como potencial fonte de vantagem competitiva e a influência de fatores, como por exemplo o uso das ferramentas de gestão, como contribuição para obtenção de vantagens em relação ao mercado; a relação entre planejamento da manutenção e políticas de manutenção.

➔ A realização de pesquisas mais detalhadas com a investigação dos tipos de máquinas utilizadas nas indústrias e seu comportamento em relação às falhas e aos reparos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.T.; SOUZA, F.M.C., ed. *Gestão da manutenção na direção da competitividade*. Recife, Editora Universitária, 2001.
- ALMEIDA, A.T.; FERREIRA, H.L.; CAVALCANTI, A.M. Confiabilidade e Manutenibilidade na manutenção. In: ALMEIDA, A.T.; SOUZA, F.M.C. *Gestão da manutenção na direção da competitividade*. Recife, Editora Universitária, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR-5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- BARBETTA, P.A.; REIS, M.M.; BORNIA, A.C. *Estatística para cursos de engenharia e informática*. São Paulo, Editora Atlas S.A., 2004.
- BEKMAN, O.R.; COSTA NETO, P.A. *Análise estatística da decisão*. São Paulo, Edgard Blücher LTDA., 1980.
- BHARDWA, C.C.R.; ANTONY, F. The status of maintenance management in UK manufacturing organizations: results from a pilot survey. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Sweden, 10(1): 5-15, 2004.
- COCHRAN, W.G. *Técnicas de amostragem* (tradução). Rio de Janeiro, Editora Fundo de Cultura, 1965.
- GARG, A.; DESHMUKH, S.G. Maintenance Management: literature review and directions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. India, 12(3): 205-238, 2006.
- GROOTE, P. Maintenance performance analysis: a practical approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Belgium, 1(2): 4-24, 1995.
- HADDARA, M.; KRISHNASAMY, L.; KHAN, F. Development of a risk-based maintenance (RBM) strategy for a power-generating plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Canada, 18: 69–81, 2005.
- HAIR JR.,J.F.; BARBIN,B.; MONEY, A.H.; SAMOUEL, P. *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. São Paulo, Bookman, 2005.
- JONSSON, P. The status of maintenance management in Swedish manufacturing firms. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Sweden, 3(4): 233-258, 1997.

- NOWLAN, F.S; Heap, H.F. Reliability-Centered Maintenance. Federal Aviation Authority, USA. *apud* SIQUEIRA, I.P. *Manutenção centrada na Confiabilidade: Manual de implementação*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2005.
- O'CONNOR, P.D.T. *Practical Reliability Engineering*. London, Ed.WIP, 2005.
- PARIDA, A.; KUMAR, U. Maintenance performance measurement (MPM): issues and challenges. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Sweden, 12(3): 239-251, 2006.
- PEREZ, J. L.; LAFONT, S. Installation of a TPM program in Caribbean plant. *Computers and Industrial Engineering*. 33(3-4): 315-318, 1997
- PINTELON, L.; KUMAR, P.S.; VEREECKE, A. Evaluating the effectiveness of maintenance strategies. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 12(1): 7-20, 2006.
- SANTOS, C. M. P. Modelos de manutenção – ênfase na confiabilidade e manutenibilidade. In: ALMEIDA, A.T.; SOUZA, F.M.C. *Gestão da manutenção na direção da competitividade*. Recife, Editora Universitária, 2001.
- SIEGEL, S. *Estatística não paramétrica*. São Paulo, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda, 1975.
- SIQUEIRA, I.P. *Manutenção centrada na confiabilidade*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2005.
- SOUZA, F.M.C. *Decisões racionais em situações de incerteza*. Recife, Editora Universitária, 2002.
- SOUZA, J.J.L.; SILVA, J.C.; ALMEIDA, A.T. Procedimentos estatísticos para o desenvolvimento da avaliação de desempenho de sistemas. In: ALMEIDA, A.T.; SOUZA, F.M.C. *Gestão da manutenção na direção da competitividade*. Recife, Editora Universitária, 2001.
- STEVENSON, W.J. *Estatística aplicada à administração*. São Paulo, HARBRA Ltda, 1986.
- SUKHATME, P.V.; SUKHATME, B.V. *Sampling Theory of surveys with applications*. U.S.A, Iowa State University Press, 1970.
- TRIOLA, M.F. *Introdução à estatística* (tradução). Rio de Janeiro, LTC, 2005.
- International Electrotechnical Commission (IEC)
Disponível em: <http://www.iec.ch/>
Acesso em: 15/02/2007

Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN)

Disponível em: <http://www.abraman.org.br/>

Acesso em: 15/02/2007