



**Governo do Estado de São Paulo
Universidade Estadual Paulista**

FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ

**MODELO DE PREVISÃO DE PRIORIZAÇÃO DE PEÇA
DE REPOSIÇÃO**

HIAMARA APARECIDA VIEIRA

**PUBLICAÇÃO
2008**

**Guaratinguetá – SP
BRASIL**

**MODELO DE PREVISÃO DE
PRIORIZAÇÃO DE PEÇA
DE REPOSIÇÃO**

HIAMARA APARECIDA VIEIRA

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica na área de Transmissão e Conversão de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

Guaratinguetá
2008

Vieira, Hiamara Aparecida
V658m Modelo de previsão de priorização de peça de reposição. /
Hiamara Aparecida Vieira.- Guaratinguetá : [s.n.], 2008.
88f.: il.

Bibliografia: f. 77-81
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2008
Orientador: Prof. Dr. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

1. Peças de máquinas. I. Título

CDU 658.5

**“MODELO DE PREVISÃO DE PRIORIZAÇÃO
DE PEÇA DE REPOSIÇÃO”**

HIAMARA APARECIDA VIEIRA

ESTA DISSERTAÇÃO SERÁ AVALIADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA”

ESPECIALIDADE: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE
ENERGIA

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO

Prof. Dr. Marcelo Santos Pereira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
Orientador / UNESP-FEG

Prof. Dr. JORGE MUNIZ JÚNIOR
UNESP-FEG / UNITAU

Prof^a. Dr^a. MISCHEL CARMEN NEYRA BELDERRAIN
ITA

Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA
Suplente / UNESP-FEG

Prof. Dr. ANDERSON RIBEIRO CORREIA
Suplente / ITA

Maio de 2008

DADOS CURRICULARES

HIAMARA APARECIDA VIEIRA

NASCIMENTO	08.05.1977 – CAMPOS DO JORDÃO/ SP
FILIAÇÃO	José Expedito Vieira Maria José de Faria Vieira
1997-2001	Curso de Graduação em Administração de Empresas e Negócios Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP.
2006-2008	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da UNESP.

Dedico este trabalho a minha querida mãe, que se empenhou e me deu forças para continuar meus estudos.

Ao meu amor Macoto que sempre esteve do meu lado,
me encorajando.

Ao meu irmão Fabio que me apoiou em tudo que precisei e as minhas crianças Davi, Ana Flávia e Maria Clara que com seus sorrisos me deram coragem.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado coragem e serenidade e por me permitir chegar ao fim desta jornada.

À minha família e ao meu marido, por terem acreditado em mim.

Ao meu orientador, Professor Dr. Marins, pelo apoio e conselhos.

Aos professores Jorge Muniz, Mischel Carmen, Messias Borges e Anderson Correia, pela ajuda e dedicação.

Em especial, ao professor Dr. Ubirajara Ferreira, pela paciência, orientação e tempo despendido na tarefa de co-orientador.

À equipe da biblioteca, pela dedicação, vontade e prazer em auxiliar nas pesquisas.

Aos meus gestores, André Kovacs e Soriani, pelo apoio à realização deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas: Reinaldo, Newton, Vanessa, Valéria e Diego.

E a todos, que de alguma forma, me ajudaram a concretizar mais esta etapa.

Muito obrigada!

“Não basta saber, é também preciso aplicar;
não basta querer, é preciso também agir.”

Goethe

HIAMARA, V. **Modelo de previsão de priorização de peça de reposição.** 2008. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá 2008.

RESUMO

Esta dissertação abordou o problema de disponibilidade de peças de reposição para o atendimento às solicitações dos clientes na pós-venda, principalmente dos setores naval, aéreo e siderúrgico, que participam de um mercado que apresenta características próprias. A falta de determinadas peças de reposição acarreta descontentamento ou, pior, a impossibilidade de utilização do produto. Comumente, o planejamento de estoque não leva em consideração a visão da área de suporte ao cliente, que vivencia os conflitos e efeitos causados por eventuais faltas de peças. Dessa forma, este estudo objetivou propor um modelo que auxilie na decisão gerencial, com respeito ao perfil do estoque de peça de reposição na organização. O estudo partiu do pressuposto de que não é viável estocar todos os tipos de peças de reposição, tendo assim que identificar quais agregam valor. Isso foi feito por meio, de um modelo inclusivo, que combinou o Método de Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios e a Combinação desses critérios. O primeiro, através dos julgamentos de diferentes profissionais, objetivou alcançar um resultado consolidado e priorizado, enquanto que o segundo, através da classificação por combinação sem repetição, buscou encontrar grupos com característica semelhantes priorizados entre si. O modelo conseguiu reduzir a dificuldade de seleção de peças de reposição equilibrando as necessidades das diferentes áreas.

PALAVRAS-CHAVE: Peça de Reposição. Previsão. Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios. Combinação dos Critérios.

HIAMARA, V. **Forecasting model of spare parts prioritization**. 2007. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá 2008.

ABSTRACT

This study tackled the problem of spare parts availability for the fulfillment of the after-market customers, mainly the naval, aviation and the steel industries, which are part of a market that has its own characteristics. The lack of certain spare parts causes unpleasant situations for customers or, even worse, the impossibility of utilization of product. Normally, the stock planning does not take into consideration the customer support area experience, which goes through the conflicts and effects caused by eventual lack of parts. Thus, this study envisaged to propose a model which can help in management decisions, regarding the profile of spare part stock in the organization. The study considered that it is not viable to stock all kinds of spare parts, thus having to identify which ones can aggregate value for customer. This was done through an inclusive model, matched the Multiple Criteria Decision Aid and the combination of these criterias. The first, envisaged to reach a consolidated and prioritized result, through the judgment of different professionals, whereas the second, sought to find groups with similar characteristics prioritized among each other, through the classification by combination without repetition. The model got to reduce the difficulties of choosing spare parts balancing the needs of different areas.

KEY-WORDS: Spare Parts. Forecast. Multiple Criteria Decision Aid. Combination of Criteria

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fatores influentes da expectativa do cliente.....	25
Figura 2. Faixa de expectativas e limites de aceitabilidade do cliente	25
Figura 3. Organograma da área de suporte ao cliente	26
Figura 4. Probabilidade de detecção de falhas e os tipos de manutenção	29
Figura 5. Percepção humana acrescida ao modelo matemático de previsão de vendas	33
Figura 6. Hierarquia de critérios para a tomada de decisão.....	38
Figura 7. Matriz de julgamento	38
Figura 8. Valores para julgamento dos critérios (Escala Fundamental de Saaty).....	39
Figura 9. Matriz de Média Geométrica dos Julgamentos.....	40
Figura 10. Matriz Normalizada dos Julgamentos	41
Figura 11. Matriz de pesos relativos dos critérios	42
Figura 12. Índice de Consistência Aleatória.....	43
Figura 13. Sub-árvore característica de atributos contínuos.....	45
Figura 14. Estrutura hierárquica para o exemplo de seleção de peças de reposição.....	47
Figura 15. Distribuição dos pesos relativos dos julgamentos.....	63
Figura 16. Consistência entre os julgamentos	64
Figura 17. Prioridade das Combinações em Função dos Critérios do Planejador de Peça de Reposição	66
Figura 18. Prioridade das Combinações em Função dos Critérios do Conciliado	67
Figura 19. Diferença na classificação das combinações do planejador de peça de reposição e o conciliado	68
Figura 20. Diferença na classificação das combinações do administrador de garantia e o conciliado.....	69

Figura 21. Diferença na classificação das combinações do representante técnico e o conciliado	69
Figura 22. Diferença na classificação das combinações do administrador de logística e o conciliado	70
Figura 23. Diferença na classificação das combinações do administrador de garantia e o planejador de peça de reposição	71
Figura 24. Diferença na classificação das combinações do representante técnico e o planejador de peça de reposição	71
Figura 25. Diferença na classificação das combinações do administrador de logística e o planejador de peça de reposição.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Julgamento do profissional de Administrador de Garantia	50
Tabela 2. Julgamento do profissional de Administrador Logístico.....	51
Tabela 3. Julgamento do profissional do Representante Técnico	51
Tabela 4. Julgamento do profissional do Planejador de peça de reposição.....	52
Tabela 5. Matriz Média Geométrica de julgamentos da importância relativa dos critérios	53
Tabela 6. Normalização de julgamentos da importância relativa dos critérios	54
Tabela 7. Pesos Relativos e Classificação dos critérios	55
Tabela 8. Matriz de Autovalor Máximo	56
Tabela 9. Valores adotados para cada critério em níveis.....	57
Tabela 10. Exemplo Resumido da Relação das Peças de Reposição	58
Tabela 11. Matriz de resultado de cada combinação	60
Tabela 12. Resultado dos pesos relativos dos julgamentos dos profissionais e conciliado	63
Tabela 13. Resultado da consistência dos profissionais e com pesos relativos ao conciliado e por profissional.....	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Importância do Tema.....	14
1.2 Objetivos.....	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 Justificativa	17
1.4 Delimitação da Pesquisa.....	19
1.5 Métodos e Classificação da Pesquisa	21
1.6 Estrutura.....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 Suporte ao Cliente.....	24
2.2 Manutenção.....	28
2.2.1 Manutenção Preditiva	29
2.2.2 Manutenção Preventiva	30
2.2.3 Manutenção Corretiva	31
2.3 Previsão de Peça de Reposição.....	31
2.3.1 Valor percebido.....	33
2.3.2 Indicadores de nível de serviço.....	34
2.4 Método de Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios	36
2.4.1 Método <i>Analytic Hierarchy Process</i>	37
2.4.2 Decisão em Grupo	40
2.4.3 Normalização dos Critérios	41
2.4.4 Pesos Relativos dos Critérios.....	42
2.4.5 Análise de Consistência.....	42
2.5 Classificação e Combinação dos Critérios	44
3 APLICAÇÃO DO MÉTODO	46
3.1 Problema	46

3.2 Definição dos Critérios	47
3.3 Ponderação dos Critérios	49
3.3.1 Decisão em Grupo	52
3.3.2 Normalização da Matriz	53
3.3.3 Pesos Relativos	54
3.3.4 Cálculo da Consistência.....	55
3.4 Classificação e Combinação dos Critérios	57
4 RESULTADOS	62
4.1 Julgadores	62
4.2 Consistência dos Julgamentos	64
4.3 Combinação dos Critérios.....	65
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
5.1 Conclusões	74
5.2 Pesquisas Futuras.....	76
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	77
APÊNDICE A - Exemplo Resumido da Relação das Peças de Reposição	83
APÊNDICE B - Quantidade de Peças de Reposição por Combinação	86
APÊNDICE C - Classificação e Valores das Combinações dos Critérios	88

1 INTRODUÇÃO

Nesta seção apresenta-se a importância do tema escolhido, bem como os objetivos, a justificativa para sua realização e as limitações da pesquisa desenvolvida. Também é explicitado o método científico adotado para a realização do estudo e, por fim, como é a estrutura do texto da dissertação.

1.1 Importância do Tema

Segundo Huiskonen (2001), durante as décadas passadas as pesquisas referentes a inventário, inclusive de peças de reposição, produziram uma vasta quantidade de teorias básicas, objetivando modelar diferentes situações de controle de inventário. Na prática, inventários de peças de reposição são freqüentemente gerenciados a partir da aplicação de princípios de gerenciamento geral, que não dão suficiente atenção às peças de reposição que possuem características de baixo (quase nenhum) giro, alto custo de obtenção, elevado tempo de reposição e uso específico. Além disso, o controle é usualmente focado em inventários locais e não tanto na cadeia de suprimentos como um todo, principalmente em relação às necessidades da área de suporte ao cliente.

Costa (2005) evidencia que as organizações dos setores naval, aéreo e siderúrgico, devido às suas características próprias, normalmente mantêm elevados estoques de itens de reposição que eventualmente ou nunca são consumidos. Esses estoques, pelas características já apresentadas, normalmente geram elevados custos, dentre eles de oportunidade (dinheiro que poderia ser aplicado em outro negócio da organização ou no mercado financeiro), de gestão, de armazenamento e de inventário. Outro aspecto

também importante está relacionado à ruptura do estoque, ou seja, falta da peça de reposição, que costuma ocasionar, a parada do equipamento e/ou do processo a ele vinculado, causando diretamente a insatisfação do cliente.

Os novos contextos da economia brasileira e mundial, conforme Mazzali & Milan (2006), em que o acirramento da competição e a crescente sofisticação do consumo estabeleceram um ambiente turbulento, com margens reduzidas de rentabilidade e crescentes exigências das melhorias nos níveis de serviço oferecidos aos clientes, tornaram a capacidade de atender a tempo a uma demanda como elemento central da construção e da manutenção da vantagem competitiva.

Nesse ambiente, a gestão de estoques, no que tange à aquisição de peças de reposição, assume papel estratégico, pois deve garantir operações de baixo custo, reduzindo os níveis de investimentos, e, ao mesmo tempo, atender aos crescentes requisitos de melhorias de níveis de serviço que o mercado exige de forma contínua.

A gestão tradicional de estoque de peças de reposição, segundo Botter & Fortuin (2000), não consegue fornecer um modelo adequado considerando a assistência pós-venda, uma vez que as condições para a sua aplicação não são satisfeitas, já que o padrão de consumo é irregular, pequeno, com tempos de resposta de reposição longos e custos de aquisição elevados.

A assistência pós-venda tem, entre suas responsabilidades, o reparo dos produtos e sistemas defeituosos. Quanto menor for o tempo desse reparo maior será a satisfação do cliente e essa satisfação é um dos fatores determinantes na venda de novos produtos ou serviços. Para isso, uma quantidade suficiente de peças de reposição deve ser mantida em estoque para atender a determinados níveis de serviço ao cliente (Silver & Peterson, 1985; Wanke, 2003).

O governo brasileiro, nos últimos anos, vem utilizando a taxa básica de juros para estabilizar a inflação em patamares aceitáveis em nível internacional, freando o consumo. Essa estratégia torna os custos do estoque

elevados em relação aos outros países, reduzindo a competitividade de organizações globais, como salienta Lima (2006).

Assim, as peças de reposição que não constam do planejamento por não estarem contempladas nos princípios de gerenciamento geral e, são utilizadas eventualmente, são consideradas especiais. Elas devem ter um tratamento adequado, a fim de que sejam identificadas, conforme a política da organização, quais agregam valor à área de suporte ao cliente na geração de receitas, tornando-se um diferencial para a venda de novos produtos e serviços. Para isso, é essencial ter conhecimento do perfil dos clientes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo de previsão de priorização de demanda de peça de reposição, visando à minimização da falta de peças de reposição que são desconsideradas pelo gerenciamento geral, e que poderá ser utilizado em diversos setores em que a especificidade de mercado exigir.

Com esse modelo pretende-se aumentar o valor agregado referente ao atendimento ao cliente na pós-venda, contribuindo para a tomada de decisão gerencial e respeitando, principalmente, as restrições de custo de oportunidade, de gestão, de armazenamento e de inventário.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Estruturar o problema como um Método de *Multiple Criteria Decision Aid*¹ (MCDA), por meio da identificação do objetivo e dos critérios, que serão utilizados para atendimento de um determinado nível de serviço.
2. Descrever o método *Analytic Hierarchy Process*² (AHP), dentro do MCDA com relação ao problema, atribuindo valores de importância para os critérios escolhidos, realizando o julgamento entre eles pelos profissionais e obtendo a priorização do resultado consolidado.
3. Descrever a combinação dos critérios, e atribuir o valor de importância, a partir dos valores obtidos pelo AHP, obtendo a combinação priorizada dos critérios.
4. Acrescentar ao processo de previsão de demanda de peça de reposição à percepção humana da área de suporte ao cliente, utilizando os resultados da combinação priorizada dos critérios.

1.3 Justificativa

A gestão de peças de reposição assume papel estratégico dentro da organização, pois deve garantir as operações de baixo custo reduzindo os investimentos e, ao mesmo tempo, atender aos crescentes requisitos da área de suporte ao cliente, que traduz os anseios desses clientes. A pós-venda é um processo de aprendizado e melhoria contínua das relações da organização com

¹ Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios.

² Método de Análise Hierárquica.

o cliente, gerando informações que permitirão correções no processo de venda, além de identificar oportunidades de novas vendas.

Segundo Dias & Corrêa (1998), os gestores necessitam continuamente desenvolver ferramentas para a tomada de decisão. A experiência somente não é suficiente, são necessárias técnicas formais e eficientes que ajudem a fundamentar as decisões.

Considerando o gerenciamento dos estoques, existem várias técnicas, como os modelos de Lote Econômico, de Revisão Periódica e Ponto de Reposição entre outros. Acontece, entretanto que esses tipos de técnicas muitas vezes assumem uma série de hipóteses sobre os critérios que tratam. Como exemplo, modelo de Lote Econômico considera que a demanda é constante e que os critérios envolvidos são determinísticos, ou seja, o custo de capital fixo ao longo do período analisado e os custos de fazer um pedido conhecidos e fixos. Na prática, essas hipóteses tornam os modelos distantes da realidade da pós-venda e, portanto, a confiabilidade para a tomada de decisão fica sob suspeita.

Para aumentar a confiabilidade, Ghobbar & Friend (2004), em seu estudo, identificaram que a maioria das organizações utiliza mais de um método para determinar o estoque de peças de reposição, com base na quantidade de ordem econômica; técnica de lote, a mais simples das técnicas de ordenação das variáveis; fixação de ordens por requisito de tempo, gerando sobras de inventário; ordem por demanda por período fixo; algoritmo período-peça e menores custos. Mas, mesmo assim, as áreas de manutenção não consideram esses métodos efetivos por não considerá-los requisitos técnicos, optando, assim, por ter um inventário mínimo, com lote pequeno, que eleva o custo operacional.

Figueiredo *et al.* (2003) consideram que a gestão das peças de reposição tem na assistência pós-venda, um aspecto pouco explorado e que vem ganhando força por meio do serviço ao cliente. O aspecto financeiro e/ou de logística não são os únicos a serem considerados sob o ponto de vista da

satisfação do cliente. O tempo de reparo, a substituição das peças necessárias, a confiabilidade dos serviços prestados, a qualidade dos produtos e outros são também considerados pelo cliente. Para muitas organizações, que enfrentam um ambiente competitivo, a satisfação dos clientes é determinante para a continuidade no mercado, principalmente nos setores naval, aéreo e siderúrgico.

Portanto, a organização que tem como foco o cliente, não pode somente ter as equipes de marketing e vendas voltadas para os clientes, enquanto as outras olham para si mesmas. Sendo essa a maior causa da alta infidelidade³. A satisfação dos clientes é a razão de sua lealdade e, por isso, investimentos em relacionamentos de longo prazo devem ser identificados constantemente para o aprimoramento das oportunidades dessas necessidades. Essa oportunidade está em suprir os clientes com as peças de reposição que reduzem o tempo de parada dos equipamentos, oferecer serviços de manutenção, cumprir os prazos acordados e oferecer um diferencial na compra de novos produtos.

Esses três aspectos, a) a falta de confiabilidade dos métodos em suprir um modelo que atenda a necessidade das áreas de manutenção, b) o pós-venda pouco explorado pelas empresas e, c) a alta infidelidade dos clientes devido à baixa satisfação justificam este estudo.

1.4 Delimitação da Pesquisa

O estudo apresentado está voltado especificamente para as peças de reposição, ou seja, às peças utilizadas pelos clientes depois da venda dos produtos e serviços (pós-venda), e que a organização tem obrigação legal de

³ César Souza, Consultor e Palestrante do Brasil e é considerado um dos maiores experts brasileiros em estratégia empresarial, desenvolvimento de equipes e talentos, clientividade (conquista e fidelização de clientes).

fornecer durante a vida útil dos produtos, segundo o Código de Defesa do Consumidor (Brasil, 1990).

A aplicação do modelo de previsão de demanda de peça de reposição restringiu-se a seis critérios que atendem às exigências do estudo, porém o modelo é inclusivo, ou seja, foi modelado para que possa ser usado por quem deseja implementar novos requisitos na definição das peças de reposição desde que o número de critérios não ultrapasse a nove conforme Forman & Selly (2001).

Outro requisito considerado é que não há como ter peças de reposição com alteração de fornecedores ou priorizá-las devido à sua especificidade, o que requer confiabilidade e prazos reduzidos.

Uma restrição é quanto à quantidade de profissionais que irão dar seus pareceres referentes a cada critério para alcançar a ponderação. Neste estudo restringiu-se a quatro profissionais que atendem à exigência do estudo, mas é possível ter mais profissionais analisando e opinando, com o objetivo de obter a confiabilidade nas peças de reposição escolhidas para fazer parte do estoque e contribuir para a satisfação do cliente e para o faturamento da organização.

Suomala *et al.* (2002) destacam que a expressão peça de reposição é empregada com dois significados diferentes:

- *spare parts* refere-se ao subtotal de toda peça que é comprada e vendida depois da venda do produto. De outra forma, a peça de reposição é vista como um subgrupo de todo tipo de partes. São itens com demanda flutuante significativa, dificultando estimar o volume de vendas.
- *wear parts*, ou melhor, peça fadigada, é quando o item é regularmente consumido devido ao produto ser usado de forma apropriada.

Porém, para este estudo será considerada apenas a expressão peça de reposição, abrangendo *spare parts* e *wear parts*.

Para a distinção entre peças de reposição que estão dentro de outras

peças de reposição, e assim sucessivamente, foi adotada, no decorrer deste estudo, a denominação peças de reposição para qualquer material e produto final, quando está pronto para ser usado ou vendido ao cliente.

1.5 Métodos e Classificação da Pesquisa

Silva & Menezes (2005) afirmam que pesquisar é simplesmente procurar respostas para indagações, ou, ainda, que se realiza uma pesquisa quando há um problema e não se conhece as informações para solucioná-lo.

Segundo Gil (1999), *apud* Silva & Menezes (2005, p.19-20), o objetivo da pesquisa é “descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Silva & Menezes (2005, p.9) defendem que:

A pesquisa é um trabalho em processo não totalmente controlável ou previsível. Adotar uma metodologia significa escolher um caminho, um percurso global do espírito. O percurso, muitas vezes, requer ser reinventado a cada etapa. Precisamos, então, não somente de regras e sim de muita criatividade e imaginação.

Severino (2002, p.148-150) considera o trabalho científico cada vez mais criativo.

Embora não se possa falar de criatividade sem um rigoroso domínio do instrumental científico, uma vez que o conhecimento humano não se dá por espontaneidade ou por acaso, é bem verdade também que não basta conhecer técnicas e métodos (...). Só a teoria pode dar ‘valor’ científico a dados empíricos, mas, em compensação, ela só gera ciência se estiver em interação articulada com esses dados empíricos. (...) Trata-se do momento principal de articulação e de confluência do lógico com o real, quando ocorre a efetivação do conhecimento científico.

Silva & Menezes 2005 (p.25) afirmam que:

Método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que se deve empregar na investigação (...) e que (...) não há apenas uma maneira de raciocínio capaz de dar conta do complexo mundo das investigações científicas, desde que ela obedeça aos requisitos inerentes a cada tipo.

Jung (2004, p.79) argumenta que o método científico é uma ferramenta para adquirir e construir o conhecimento necessário na ciência e acrescenta que “não existe uma ‘receita mágica’ de método científico”, que é aceito quando possui confiabilidade. Assim, na realização de um estudo científico mais de um método pode ser considerado, respeitando as características e oportunidades de pesquisa, análise e obtenção de respostas para os problemas e questionamentos.

Conforme destacado, um trabalho científico passa por um processo de análise e entendimento do problema a ser estudado, para, então, escolher o tipo de pesquisa científica, e só assim definir o método que melhor se adapte às características do estudo.

De acordo com o objetivo geral e a finalidade deste estudo, a pesquisa desenvolvida, quanto a sua natureza, se caracterizou como uma pesquisa aplicada, que visa gerar conhecimentos, para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, conforme Silva & Menezes (2005).

Em relação à forma a pesquisa foi quantitativa e qualitativa, pois visa, em alguns pontos, quantificar e traduzir os fatos em números, para analisar, classificar e interpretar os fenômenos e atribuir significados; enquanto que em outros não se preocupa em traduzir os fatos em números; baseia-se em interpretar fenômenos e atribuir significados, analisando os dados indutivamente, como descrevem Silva & Menezes (2005).

O estudo incluiu, também, como estabelecem os autores, as pesquisas exploratória, a fim de proporcionar maior familiaridade com o problema, e a bibliográfica, para encontrar argumentos que fundamentem a escolha de maneira a torná-la científica e não indutiva.

Por fim, o procedimento técnico empregado no decorrer do estudo apresentou uma característica de quase experimento, conforme Bruman (1989) *apud* Silva (2005), uma vez que o pesquisador não tem possibilidade de controlar todas as variáveis.

1.6 Estrutura

Esta dissertação está estruturada em cinco seções, sendo esta a primeira seção.

Um levantamento da revisão bibliográfica é apresentado na seção 2, abordando assuntos relacionados ao suporte ao cliente, manutenção, previsão de peça de reposição, valor percebido, nível de serviço e, também, ao Método de Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios, utilizando o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e a combinação dos critérios, para encontrar as relações de prioridade ou importância dos critérios no modelo.

A aplicação do método é abordada na seção 3, em uma situação hipotética, com dados fictícios, mas que pode ocorrer nas organizações que estão em um ambiente competitivo, com requisitos especiais em que qualquer diferencial faz a diferença.

Os resultados alcançados e suas análises são apresentados, discutidos e detalhados na seção 4.

A conclusão e sugestão de pesquisas futuras são argumentadas na seção 5, sendo esta a última parte do estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção apresenta-se a revisão bibliográfica relacionada à importância do suporte ao cliente; à manutenção, no que se refere aos seus tipos; e à previsão de peça de reposição para compreender o valor que é percebido pelo cliente em relação à sua satisfação. Os indicadores de nível de serviço e giro de estoque servem como parâmetro da satisfação do cliente e para que a organização tenha um inventário adequado às suas necessidades. Apresenta-se, também, a descrição do Método de Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios, em que o *Analytic Hierarchy Process* é detalhado de forma a ter a conciliação de julgamentos (decisão em grupo); a normalização dos critérios estabelecidos; os pesos relativos a cada critério, verificando a sua consistência, e a combinação entre os critérios para estabelecer as prioridades de estoque das peças em função de suas características determinadas pelos pesos individuais dos critérios obtidos pelo AHP.

2.1 Suporte ao Cliente

O suporte ao cliente, segundo Zeithalm *et al.* (1990), trabalha com as expectativas dos clientes que são formadas com base em alguns fatores: as suas necessidades e desejos; a sua experiência passada; a comunicação boca-a-boca; a comunicação externa da organização e o preço.

Os fatores influenciadores da expectativa do cliente estão representados na Figura 1.



Figura 1. Fatores influentes da expectativa do cliente

Fonte: Zeithalm *et al.* (1990).

Conforme cada fator, apresentado na Figura 1, existem níveis de expectativas desejados pelo cliente com relação aos serviços prestados que não se encontram em um nível claro e bem definido. Na realidade, existem faixas de expectativas com as quais o cliente se orienta em função dos fatores influenciadores. Essas faixas, estabelecidas por Zeithalm *et al.* (1990), são:

- **perfeição:** ideal absoluto de serviço perfeito;
- **máximo possível:** o máximo viável;
- **desejável:** um bom padrão;
- **justo:** um padrão justo pelo preço;
- **mínimo tolerável:** padrão mínimo tolerável; e
- **intolerável:** padrão fora do limite tolerável.

Johnston & Clark (2002) estabeleceram uma maneira de representar essa faixa, uma vez que o nível de serviço ao cliente não está em um nível claro e bem definido, em níveis aceitáveis e inaceitáveis, como mostra a Figura 2.

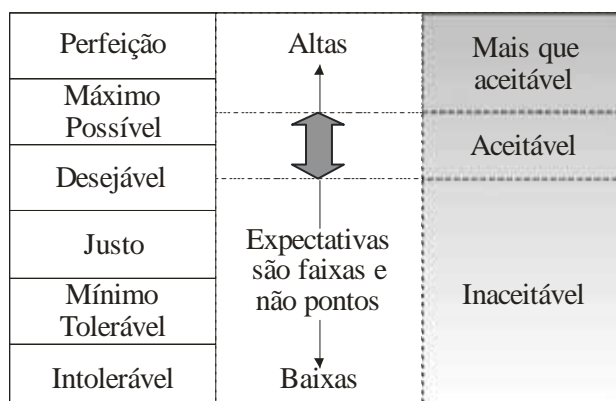


Figura 2. Faixa de expectativas e limites de aceitabilidade do cliente

Fonte: Johnston & Clark (2002).

Portanto, qualquer que seja a estratégia de relacionamento adotada com o cliente deve envolver pelo menos dois objetivos: sua fidelização e a extensão desse relacionamento à sua própria rede de relacionamento. Por mais que existam meios artificiais de se conseguir isso, de acordo com Johnston & Clark (2002), nada supera um atendimento excepcional.

Cada organização estabelece o nível de qualidade de serviços que deseja em função das necessidades de seus clientes e do seu público-alvo.

As áreas que estão subordinadas ao suporte ao cliente variam de organização para organização e a Figura 3 apresenta uma amostra da importância que essa área tem em uma organização.



Figura 3. Organograma da área de suporte ao cliente

Fonte: Adaptado da Embraer (2007).

As oito áreas que aparecem na Figura 3 são descritas a seguir com base nas informações adaptadas e provenientes em uma organização.

- **Apoio logístico e de peças:** responsável por auxiliar o cliente no desenvolvimento de uma detalhada *Initial Provisioning List*⁴ (IPL) de peças de reposição e Equipamentos de Apoio no Solo (EAS) e por assegurar, assim que as aeronaves iniciam suas operações, que em todos os serviços de manutenção, programados e não-programados, nenhuma peça ou ferramenta necessária esteja faltando.

⁴ Lista de Aprovisionamento Inicial.

- **Manutenção:** tarefas relacionadas a inspeções básicas, reparos, grandes reparos e modificações em aeronaves.
- **Garantia:** monitoramento completo e detalhado da frota total de aeronaves vendidas aos clientes, dedicada a análises de relatórios de frotas e ações corretivas, de confiabilidade de despacho e de controle de taxas de remoções não-programadas de componentes.
- **Apoio técnico:** fornece assistência técnica no que se refere à compreensão das necessidades de manutenção planejada de cada modelo de aeronave.
- **Planejamento:** suporte ao desenvolvimento do plano de manutenção, maximizando a disponibilidade da aeronave e reduzindo os custos de manutenção pela equalização do plano, em que se adaptam as atividades de manutenção, aos recursos disponíveis e aos perfis de operação de cada cliente.
- **Atendimento:** completa assistência no suprimento de materiais e atraentes opções para a redução de investimentos, por meio de programas especiais de peças de reposição que podem ser disponibilizadas para seus clientes 07 dias por semana, 24 horas por dia, com estoque compartilhado, programas de trocas de peças, aluguel de itens de alto preço e baixa utilização.
- **Reparos:** apoio a reparos estruturais para auxiliar os clientes no projeto e/ou na aprovação de esquemas de reparos; assegura respostas rápidas, prevenindo a indisponibilidade de aeronaves.
- **Recall:** identifica soluções e coordena a sua implantação em todos os casos de problemas em serviço, de uma forma rápida e eficiente.

Como se pode perceber, todas as áreas trabalham com a necessidade de peças de reposição e, para uma organização ser competitiva, as peças devem ser alimentadas e estocadas em razão de sua utilização e da qualidade dos serviços que se deseja empreender, a fim de fidelizar os clientes e manter a organização com lucratividade a um preço justo.

Cada área tem sua responsabilidade e todas estão relacionadas à manutenção de produto final, podendo, assim, precisar de peças de reposição para desenvolver suas atividades. A correta identificação das peças necessárias para constarem no estoque e, conseqüentemente, estarem disponíveis aos clientes passa pela identificação nos processos de manutenção que serão descritos a seguir.

2.2 Manutenção

A manutenção é uma função estratégica dentro da organização; o seu desempenho afeta diretamente o desempenho da organização, pois ela deve garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações com confiabilidade, segurança e custos adequados. Entender cada tipo de manutenção e aplicar o mais adequado, corretamente, é fator de otimização da atividade e lucro ou sobrevivência para a organização (Kardec & Nascif, 2007).

A *International Electrotechnical Commission* (IEC) na norma IEC50 define a falta de manutenção como o estado de um item caracterizado pela impossibilidade de desempenhar uma requerida função, excluindo as situações de parada por manutenção preventiva (ou ações programadas) e paradas por falta de recursos externos. Qualquer outro estado, apesar de apresentar diferenças de funcionamento, consegue desempenhar a função aguardando uma parada programada.

Pinto & Xavier (2001, p.17) destacam que a “manutenção existe para que não haja manutenção (...) as falhas são evitadas e não simplesmente corrigidas” e complementa dizendo que “a organização da manutenção deve ser de maneira que o equipamento só pare de produzir de forma planejada”.

Os autores consideram, ainda, os seguintes tipos de manutenção: preditiva, preventiva e corretiva. A conceituação permite a escolha do tipo

mais conveniente para um determinado equipamento, instalação ou sistema, em função da probabilidade de detecção, como apresentado na Figura 4.

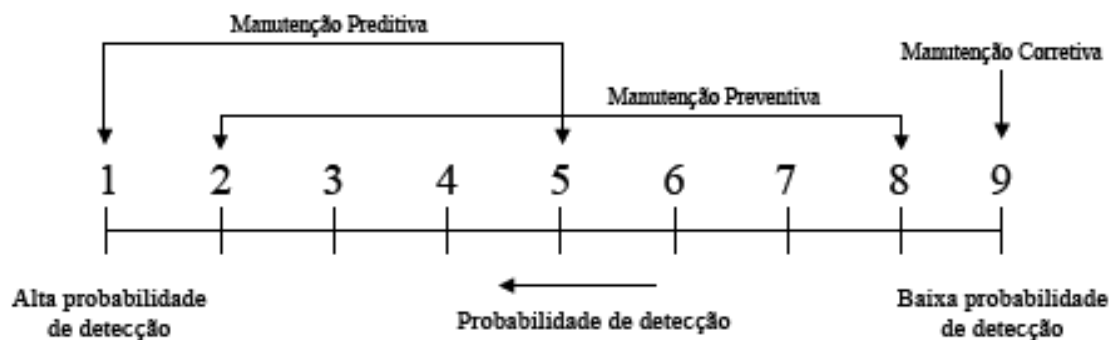


Figura 4. Probabilidade de detecção de falhas e os tipos de manutenção

Fonte: Mirshawka (1991).

Na Figura 4, o fator probabilidade varia de 1 a 9, indicando a probabilidade de detecção da causa antes que ela venha provocar a falta e, em função disso, é escolhido o tipo de manutenção.

2.2.1 Manutenção Preditiva

A Manutenção Preditiva, como considera Pinto & Xavier (2001), é um conjunto de atividades de acompanhamento com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho. Acompanha-se a vida útil dos equipamentos efetuando-se inspeções periódicas, medições, leituras, sondagem, etc. Observa-se o comportamento dos equipamentos verificando falhas ou detectando mudanças nas condições físicas, podendo-se prever com precisão o risco de quebra, o que permite a manutenção programada. A manutenção preditiva substitui, na maioria dos casos, a preventiva.

Esse tipo de manutenção, segundo Mirshawka (1991), também é conhecido como *Condition Based Maintenance* (CBM) ou Manutenção Baseada na Condição (MBC), fruto do acompanhamento preditivo.

Segundo Pinto & Xavier (2001), a vantagem da Manutenção Preditiva é aproveitar ao máximo a vida útil das peças, podendo ser programadas a reforma e a substituição somente das que estão comprometidas. A intervenção no equipamento é a menor possível.

2.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva, ainda segundo Pinto & Xavier (2001), é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. É uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha.

Kardec & Nascif (2007) consideram-na diferente da Manutenção Preditiva, que busca evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir.

Em determinados setores, como na aviação, siderurgia e naval, a adoção de manutenção preventiva é imperativa, pois o fator segurança se sobrepõe aos demais.

Pinto & Xavier (2001) consideram entre as vantagens da Manutenção Preventiva a previsibilidade de consumo de materiais e peças de reposição e, também, a continuidade do funcionamento dos equipamentos, só parando para reparos em horas programadas, o que aumenta a satisfação do cliente.

Como a Manutenção Preventiva está baseada em intervalos de tempo, é conhecida como *Time Based Maintenance* (TBM), ou Manutenção Baseada no Tempo (MBT), segundo Mirshawka (1991).

2.2.3 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva, definida por Pinto & Xavier (2001) e vários outros autores, é realizada quando ocorre um mau funcionamento, sendo necessária à intervenção para o equipamento voltar às suas boas condições. São intervenções como reparos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento.

Essa manutenção, segundo os autores, é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado. A Manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

- **manutenção corretiva planejada** – é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo e preventivo. Esse tipo de manutenção é planejado, e tudo que é planejado é sempre mais barato, mais seguro e mais rápido; e
- **manutenção corretiva não planejada** – correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado, após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois causa perdas de produção e a extensão dos danos aos equipamentos é maior. Quando só existe corretiva, a manutenção é comandada pelos equipamentos. A desvantagem é ter que trabalhar com estoques; os equipamentos podem quebrar durante os horários de utilização e os clientes necessitam manter equipamentos de reserva.

2.3 Previsão de Peça de Reposição

Segundo Fleury *et al.* (2000), a previsão de vendas não é uma

necessidade só das organizações, mas, também, dos seus diversos departamentos.

Para um atendimento de determinado nível de serviço, ao menor custo possível, a previsão de vendas em organizações do setor de serviços assume um importante papel na determinação das políticas de capacidade mais adequadas. E, para esse setor, as previsões de venda são importantes, basicamente pelas incertezas do mercado e impossibilidade de estocar os serviços para formar um colchão amortecedor.

Fleury *et al.* (2000) consideram uma questão crucial, no setor de serviços, o dimensionamento da capacidade de seu sistema operacional (quanto e quando expandir) em relação à falta de capacidade que pode implicar na deterioração dos níveis de serviços prestados ao cliente, ou seja, o *trade-off* existente entre o custo de manter excesso (ou não) de capacidade e o custo de faltar (ou não) capacidade.

Acrescentam que pode acarretar insatisfação o fato de o fornecedor identificar equivocadamente as prioridades dos clientes, e que entre os serviços identificados como importantes está a disponibilidade de peças de reposição.

Ainda segundo os autores, o processo ideal de previsão de vendas se dá quando é acrescida a percepção humana, também considerada como técnica qualitativa dentro da ferramenta que calcula as previsões, na medida em que busca adicionar informações referentes ao mercado que não são percebidas pelas técnicas quantitativas de previsão de vendas, conforme mostra a Figura 5.

Com isso, destaca-se a importância de acrescentar a percepção da área de suporte ao cliente, que convive diretamente com os clientes, conhecendo suas necessidades e insatisfações, principalmente em relação às peças de reposição cobertas pelo período de garantia do produto vendido.

Cabe ressaltar que as técnicas de previsão geram números quantitativos ou frios (expressão para previsão quantitativa), porém é o ponto

de partida para discussões, análises gerenciais e julgamentos, ou melhor, a junção das duas técnicas tende a formar um estoque capaz de atender às expectativas e necessidades dos clientes e às regras de planejamento.

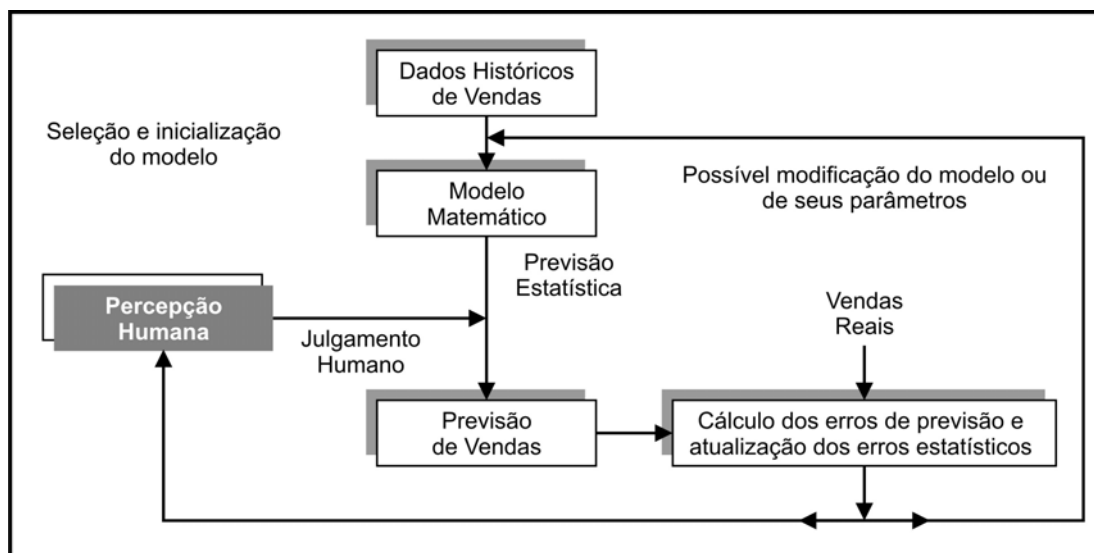


Figura 5. Percepção humana acrescida ao modelo matemático de previsão de vendas

Fonte: adaptado de Fleury *et al.* (2000).

2.3.1 Valor percebido

Segundo Porter (1989), a organização é rentável quando o valor que se impõe é maior que os custos envolvidos para criação do produto, e o que se deve usar na análise da posição competitiva é o valor e não o custo.

Porter (1989, p.34) define valor como “(...) o montante que os compradores estão dispostos a pagar por aquilo que uma organização lhes oferece (...) e é medido pela receita total, reflexo do preço que o produto de uma organização impõe e as unidades que ela pode vender”.

Segundo Gonçalves (2000, p.10), o objetivo das organizações por processo é oferecer mais valor ao cliente (que está no centro dessa forma de organização). “A noção de valor para o cliente é baseada na percepção da vantagem ou do benefício que ele recebe em cada transação com a empresa”.

Esse valor nem sempre é identificado de forma clara, pois envolve aspectos emocionais e irracionais e os clientes não se interessam pelos processos internos, avaliam o produto final e o preço pago por ele.

Em seu artigo, Figueiredo (2004) descreve a fidelização dos clientes e comenta que satisfação é uma condição necessária, mas que não é suficiente para que o cliente volte a repetir a compra. Acrescenta, ainda, que satisfazer exige atender às expectativas, o que pode envolver o estado emocional e não o racional.

Figueiredo (2004, p.2), em seu estudo, vincula a satisfação com o serviço adequado de atendimento, o que pode estar longe do serviço desejado, e conclui dizendo que “somente ao perceber um valor superior naquilo que compra, o cliente se transforma em cliente real”.

Esse fato evidencia que pode não adiantar ter todos os itens imprescindíveis para o produto de forma matemática, técnica; é preciso, também, ter aqueles que o cliente considera essenciais para sua operação e utilização, essenciais para alcançar o valor do cliente àquele serviço prestado, considerando o seu valor percebido. Wanke (2005) acrescenta que os clientes querem receber rapidamente as peças de reposição solicitadas.

2.3.2 Indicadores de nível de serviço

Neste estudo se busca identificar um indicador de nível de serviço, ou seja, o quanto o cliente está sendo atendido no prazo. Porém, há sempre o equilíbrio, entre o quanto custa esse estoque e a satisfação do cliente, por isso é necessário, também, identificar um indicador que mostre o comportamento dos estoques e se os mesmos estão bem dimensionados.

Wanke (2005) diz que nível de serviço ao cliente pode ser medido em termos de disponibilidade do produto final, como no indicador conhecido

como *Fill Rate* (Nível de Serviço).

Gasnier (2007) considera que o indicador *Fill Rate* trata do aspecto mercadológico (ponto de vista do cliente), refletindo as expectativas e exigências dos clientes, em termos da disponibilidade dos produtos finais e prazos de entrega. Pode ser determinado pela relação entre a quantidade de itens solicitados pelo cliente e a quantidade de itens efetivamente entregue dentro do prazo pré-estabelecido, conforme a Equação 1.

$$\begin{array}{l} \textit{Fill Rate} \\ \text{(Nível de Serviço)} \end{array} = \frac{\text{Solicitações completamente atendidas} \\ \text{dentro do prazo pré-estabelecido}}{\text{Total de solicitações recebidas no período}} \% \quad \text{Equação 1}$$

Dessa forma, segundo Gasnier (2007), o nível de serviço estabelece, enquanto parâmetro, e mostra, enquanto indicador, o desempenho no atendimento das necessidades dos clientes daquele estoque. É necessário esclarecer que o termo “nível de serviço” pode ser confundido com aspectos da qualidade do serviço, tais como presteza, competência, habilidade ou educação do atendente. Por isso, ressalta-se que o indicador que está sendo proposto neste estudo destina-se exclusivamente a quantificar uma relação estatística objetiva e muito bem definida, como é convencionalmente utilizada na prática da logística.

Coelho & Monteiro (2005, p.28) consideram o giro de estoque como “o número de vezes em que o estoque é renovado durante um determinado período. A palavra renovar significa quantas vezes em média o estoque volta ao valor do investimento a que se deseja, durante aquele período”.

O indicador de giro de estoque, segundo Garcia *et al.* (2001), é um parâmetro fácil para a comparação do estoque, entre organizações do mesmo ramo de atividade e entre classes de material do estoque. Por meio desse indicador é possível reavaliar os julgamentos de forma a obter menores valores do custo de oportunidade, de armazenamento, de gestão e de inventário.

2.4 Método de Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios

Segundo Roy & Vanderpooten (1996), uma metodologia de múltiplos critérios precisa apresentar conceitos e bases para estruturar e modelar uma situação problemática ou um questionamento, incluindo maneiras de identificar e gerar ações baseadas em dados técnicos para a construção de critérios que possam apontar uma ou mais soluções.

Assim, sua utilização é bastante interessante em problemas complexos, em que existam diversos tipos de decisores, com vários pontos de vista fundamentais no processo decisório.

Os métodos de Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios, ou *Multiple Criteria Decision Aid* (MCDA), são utilizados em situações complexas em que há necessidade de se levar em consideração múltiplos, mais do que um, critério ou atributo, muitas vezes com objetivos conflitantes e de difícil mensuração, além do que em muitos casos são utilizados critérios de ordem qualitativa, de acordo com Doumpos & Zopounidis (2002).

Phillips-Wren *et al.* (2004), em pesquisas referentes ao método MCDA têm gerado algoritmos diferentes para determinadas etapas do método com o intuito de melhorias na sua aplicação. Ao se desejar um resultado mais confiável, ou mais justificável, o foco é orientado ao resultado; quando se deseja uma redução dos esforços, o foco é orientado ao processo.

Salomon (2004), em seu estudo, identifica que os métodos MCDA tradicionais mais utilizados no Brasil, são *Analytic Hierarchy Process* - Método de Análise Hierárquica (AHP), *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH) e a família *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE).

Entre os métodos mais utilizados, o método AHP, desenvolvido por Saaty *apud* Salomon (2004), refere-se às relações de prioridade ou importância, quantificando os julgamentos pelo grau de importância entre os

critérios ou atributos de uma forma direta, enquanto os outros fazem a priorização de forma indireta.

Além disso, segundo Salomon (2004), o AHP contempla os julgamentos de várias pessoas, conseguindo obter entre elas um equilíbrio e até certo consenso, além de verificar a consistência desses julgamentos.

Ao se tratar de peças de reposição, o foco é estabelecer uma ordem de prioridades direta entre os critérios, a fim de identificar quais devem ser colocadas em estoque em primeiro lugar para atingir as metas estabelecidas. O método que se encaixa nesse perfil é o AHP.

2.4.1 Método *Analytic Hierarchy Process*

O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), desenvolvido por Saaty (1991), divide em níveis hierárquicos o problema de decisão, facilitando, assim, sua compreensão e avaliação. O Método AHP, após a divisão do problema em níveis hierárquicos, determina, por meio da síntese dos valores dos critérios de decisão, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao final do método.

A Figura 6 apresenta a divisão em níveis hierárquicos, por meio da estruturação hierárquica para a tomada de decisão, sugerida pelo método AHP.

A etapa de estruturação do problema e construção da hierarquia é de extrema importância, segundo Saaty (1991), pois é a partir daí que será possível realizar o processo de comparação dos critérios e, posteriormente, das alternativas.

O método de análise hierárquica permite atribuir pesos onde valores numéricos não podem ser obtidos diretamente. Assim, trabalha-se com uma matriz de comparação em que é avaliada a importância de um critério sobre o outro, utilizando a Escala Fundamental (Saaty, 1991).

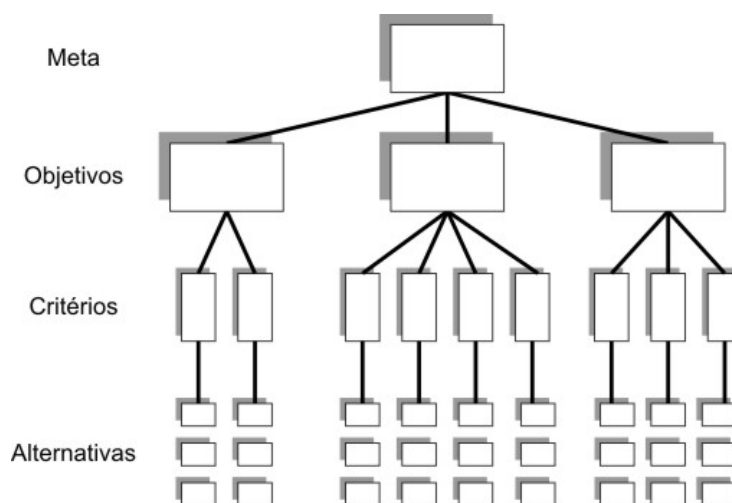


Figura 6. Hierarquia de critérios para a tomada de decisão

Fonte: Forman & Selly (2001, p.43).

Dessa maneira, é gerada uma matriz quadrada recíproca positiva, conhecida como Matriz Dominante, chamada matriz A ou matriz de julgamento, como apresenta a Equação 2.

$$A = [a_{ij}] \quad \text{Equação 2}$$

Onde: $1 < i < n$; $1 < j < n$; $a_{ij} = 1/a_{ji}$ e quando $j = i$ $a_{ii} = 1$ sendo n o número de critérios ou alternativas.

A Matriz Dominante A, conforme Saaty (1991), é aquela que expressa o número de vezes em que um critério ou alternativa domina ou é dominada pelos demais, quando os critérios ou alternativas são comparados par a par, como apresenta a Figura 7.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 7. Matriz de julgamento

Fonte: Saaty (1991).

Esses julgamentos obedecem à Escala Fundamental de Saaty (1980), apresentada na Figura 8.

Valor	Definição	Explicação
1	Igual importância de ambos os critérios	Os dois critérios contribuem igualmente para o objetivo.
3	Moderada importância de um critério sobre o outro	A experiência e o julgamento favorecem um critério em relação ao outro.
5	Forte importância de um critério sobre o outro	Um critério é fortemente favorável.
7	Muito forte importância de um critério sobre o outro	Um critério é muito fortemente dominante.
9	Extrema importância de um critério sobre o outro	A evidência favorece um critério em relação ao outro com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Figura 8. Valores para julgamento dos critérios (Escala Fundamental de Saaty)

Fonte: Saaty (1980).

A matriz de julgamento é construída, como define Saaty (1991), de forma que o julgador analisa primeiramente os critérios dois a dois, de acordo com o nível de importância de um para com o outro, procurando responder às seguintes perguntas: qual dos dois contribui mais para maximização do resultado (escolha da peça de reposição)? Quantas vezes um critério contribui mais que outro?

O julgamento pode ser feito em grupo, por quantas pessoas forem necessárias, para se conseguir uma homogeneização dos critérios, aplicados sob o ponto de vista técnico, administrativo e estratégico.

A decisão em grupo tem por objetivo o consenso entre diferentes especialistas a respeito de um assunto e pode ser realizada utilizando o Método DELPHI (Wanke & Julianelli, 2006), tendo como premissa básica que o julgamento coletivo, de forma organizada, apresenta resultados melhores que a opinião individual e é estruturado por um questionário interativo, ou através da Média Geométrica dos julgamentos individuais (Costa *et al.*, 2006), que consegue sintetizar todos os julgamentos em uma única matriz e o resultado será a base para obter a prioridade entre os critérios. Este último será abordado neste trabalho.

2.4.2 Decisão em Grupo

Depois de elaboradas as matrizes individuais dos julgadores é necessário reuni-las em uma única matriz, que consiga sintetizar todos esses julgamentos. Para sintetizar os vários julgamentos é necessária a construção de uma nova matriz, chamada Matriz Média Geométrica C, formada a partir da Equação 3, de acordo com Costa *et al.* (2006):

$$C = [c_{ij}] \quad \text{Equação 3}$$

A Equação 3 é formada a partir da Equação 4.

$$c_{ij} = \prod_{l=1}^m a_{ij}^{1/m} \quad \text{Equação 4}$$

Onde: $1 < i < n$; $1 < j < n$; e $1 < l < m$ sendo l o número de julgadores e n o número de critérios ou alternativas.

Assim, a Matriz Média Geométrica C é aquela que expressa a média geométrica das matrizes de cada julgador, calculada multiplicando cada posição da matriz entre todos os julgadores e fazendo a raiz do número de julgadores, como apresenta a Figura 9.

$$C = \begin{pmatrix} 1 & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & 1 & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 9. Matriz de Média Geométrica dos Julgamentos

Fonte: Costa *et al.* (2006).

2.4.3 Normalização dos Critérios

Com a construção da Matriz de Média Geométrica de Julgamentos (C) é preciso normalizar a matriz de forma que os seus valores sejam válidos para qualquer amostragem considerada, uma vez que essa matriz só é válida para essa condição. Segundo Saaty (1991), ao normalizar a matriz os critérios passam a ser válidos para todos os casos em que se queira essa ponderação.

A normalização é obtida fazendo a divisão do elemento da coluna pelo somatório de todos os elementos da respectiva coluna. O resultado é chamado Matriz Normalizada C', como apresenta a Equação 5, de Saaty (1991).

$$C' = [c'_{ij}] \quad \text{Equação 5}$$

A Equação 5 é constituída a partir da Equação 6.

$$c'_{ij} = c_{ij} / \sum_{j=1}^n c_{ij} \quad \text{Equação 6}$$

Onde: $1 < i < n$; $1 < j < n$. Sendo n o número de critérios ou alternativas.

Assim, a Matriz Normalizada C' é calculada fazendo a divisão de cada um de seus elementos pelo somatório da coluna correspondente, como mostra a Figura 10.

$$C' = \begin{pmatrix} 1 & c'_{12} & \dots & c'_{1n} \\ c'_{21} & 1 & \dots & c'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c'_{n1} & c'_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 10. Matriz Normalizada dos Julgamentos

Fonte: Costa *et al.* (2006).

2.4.4 Pesos Relativos dos Critérios

O cálculo de peso relativo dos critérios (W), segundo Saaty (1991), obtém-se fazendo a soma da linha normalizada dividida pelo número de critérios, como apresenta a Equação 7.

$$W = [w_k] \quad \text{Equação 7}$$

A Equação 7 é formada a partir da Equação 8.

$$W_k = \sum_{i=1}^n c'_{ij} / n \quad \text{Equação 8}$$

Onde: $1 < i < n$; $1 < j < n$; e $1 < k < n$. Sendo n o número de critérios ou alternativas.

Assim, a Matriz de pesos é calculada somando todos os elementos da linha da matriz normalizada e dividindo pelo número de colunas, como mostra a Figura 11.

$$W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}$$

Figura 11. Matriz de pesos relativos dos critérios

Fonte: Saaty (1991).

2.4.5 Análise de Consistência

A consistência de qualquer tipo de medida não pode ser garantida. Todas as medidas, mesmo aquelas que fazem uso de instrumentos, por mais

sofisticados que sejam, estão sujeitas a erros, sejam experimentais ou de instrumento de medição, sendo necessário observar a forma e o grau de extensão desses erros. Um efeito danoso é que podem, muitas vezes, levar a resultados inconsistentes (Saaty, 1991).

De acordo com o autor, quando uma matriz de julgamentos apresenta todos os julgamentos consistentes entre si tem-se $\lambda = n$, onde n é a ordem da matriz de julgamentos. Como a consistência perfeita dificilmente pode ser encontrada na prática, ainda mais quando os julgamentos partem da sensibilidade humana, é necessário avaliar a importância dessa precisão em um problema específico.

Os valores de importância dos critérios são obtidos com o autovetor, w , da matriz de julgamentos A , conforme a Equação 9, onde λ é o autovalor máximo.

$$Cw = \lambda w \quad \text{Equação 9}$$

A Razão de Consistência ou *Consistency Ratio* (CR) é um indicador da consistência dos julgamentos que considera o afastamento entre λ e n , conforme apresenta a Equação 10, e considera também um erro aleatório associado à ordem da matriz de julgamentos, Índice de Consistência Aleatória ou *Random Consistency Index* (RI), obtido por Saaty (1991) e apresentado na Figura 12.

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n - 1)RI} \quad \text{Equação 10}$$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,58

Figura 12. Índice de Consistência Aleatória

Fonte: Saaty (1991).

Saaty (2001) recomenda que para valores de CR acima de 0,10 os julgamentos sejam revistos. Contudo, Saaty (1993) *apud* Gomes *et al.* (2003) nota que a inconsistência entre os julgamentos deve servir mais como um alerta do que um fato necessariamente não desejável. De acordo com Saaty

(2001), a revisão dos julgamentos é um procedimento sistemático para a melhoria do Auxílio à Decisão.

2.5 Classificação e Combinação dos Critérios

A interpretação de dados tem sido feita desde seus primórdios por meios estatísticos e é a estatística um método matemático bem estabelecido com suporte teórico que permite tais análises. Entretanto, há uma nova linha de pesquisa que também permite esta análise, e é chamada de mineração de dados. (Prieto *et al.*, 2004).

Diferentemente dos métodos de classificação estatísticos, que utilizam a matemática como agente classificador, os métodos lógicos baseiam-se nas expressões “Sim” ou “Não”, “Verdadeiras” ou “Falsas”, “Não Importante” ou “Importante”, por meio da aplicação de operadores booleanos e comparativos aos valores das características ou atributos. Estes modelos conseguem um bom desempenho se comparado aos não lógicos, apresentando como vantagem a facilidade de entendimento (Kerber, 1992).

O agente classificador, quando usado como ponto de quebra, gera duas sub-árvores com comparações do tipo \leq (menor igual) e $>$ (maior). Deve-se analisar cada um dos $(n - 1)$ pontos de quebra, onde n representa o número de valores distintos. Consequentemente, uma discretização é uma abordagem aconselhável (Kerber, 1992).

Os agentes classificadores fazem parte dos modelos resultantes da classificação que permitem prever a classe de uma amostra através de um vetor de atributos. Um exemplo simples de classificação pode ser a divisão de clientes de uma organização em duas sub-árvores: “com contas em dia” ou “com contas em atraso”. Este tipo de método é muito utilizado para prever as tendências dos mercados financeiros e analisar imagens (Kerber, 1992).

A Figura 13 apresenta uma sub-árvore tipicamente gerada por um ponto de quebra utilizando atributos contínuos.

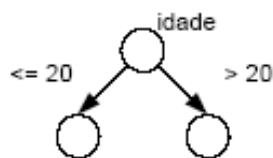


Figura 13. Sub-árvore característica de atributos contínuos

Fonte: Sousa (1998, p.21).

Para o presente trabalho se classifica cada critério em “mais importante” ou “menos importante”, e é necessário combinar cada um deles de maneira a encontrar todas as possibilidades viáveis, obtendo um resultado mais refinado, e auxiliando com mais detalhes e subsídios à decisão gerencial, que deve buscar atender as necessidades e expectativas de seus clientes. E uma forma escolhida é a combinação sem repetição.

A combinação sem repetição considera que a ordem dos critérios não altera o resultado, ou seja, tem o mesmo sentido comparar uma peça de reposição com criticidade alta e custo de aquisição baixo com uma peça de reposição de custo de aquisição baixo e criticidade alta.

A combinação sem repetição, na análise combinatória, indica quantas variedades de subconjuntos diferentes com s elementos existem em um conjunto com n elementos. Deve ser utilizada quando não há repetição de membros dentro do conjunto (Morgado *et al*, 2004).

De maneira geral, indica quantas combinações, grupos de s elementos diferentes em um grupo de n elementos diferentes podem ser formados calculando como a Equação 11.

Este conceito será utilizado na combinação dos critérios, apresentado mais a frente.

$$C_s^n = \frac{n!}{s!(n-s)!} \quad \text{Equação 11}$$

3 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Esta seção descreve o problema enfrentado pelas organizações na decisão de quais peças de reposição devem ser estocadas, utilizando o método AHP para a definição dos critérios e sua ponderação, e a combinação dos critérios para a classificação e combinação priorizada dos critérios, de forma a conciliar os objetivos estratégicos desejados.

3.1 Problema

A gestão tradicional de estoque de peças de reposição não fornece um modelo adequado, que leve em consideração os requisitos da área de suporte ao cliente, que entenda as suas necessidades e vontades, ou seja, as condições para sua aplicação não são satisfeitas como estudado por Botter & Fortuin (2000).

Para que os requisitos sejam considerados, é necessário fazer um levantamento de todas as peças de reposição que não constam do planejamento por não estarem contempladas nos princípios de gerenciamento geral, e que, portanto, devem ter procedimentos diferenciados. Essa lista representa a seleção das peças de reposição que deve ser incorporada ao planejamento de forma excepcional e que contribuirá para os objetivos da organização.

A lista de peças de reposição e mais os itens considerados pela gestão tradicional têm por objetivo formar um estoque capaz de atender às necessidades dos clientes, mantendo um nível de serviço adequado para a organização e, principalmente, para os clientes.

Uma parcela da lista de peças de reposição, considerada neste estudo,

é mostrada no APÊNDICE A. A lista completa é composta por 1642 itens e é cheia de detalhes demandando muito tempo para a sua seleção, sem contar que não passa por um processo de comparação entre os itens, ou seja, a verificação, dentro da lista, do que é mais importante (informação relevante, quando existe, no contexto na organização alguma restrição, como a de custos). E, para obter essa informação, é necessário ter uma análise mais detalhada dos parâmetros e características das peças de reposição.

Com base nesses aspectos foi estruturado o problema na Figura 14, que apresenta a decisão apoiada em dois níveis, não utilizando o terceiro nível de alternativas, para calcular o peso dos critérios, conforme o método AHP. Após a priorização individual, obtida pelo AHP, é realizada a combinação dos critérios para obter as listas de peças de reposição classificadas, combinadas e priorizadas, conforme o conceito da combinação sem repetição.

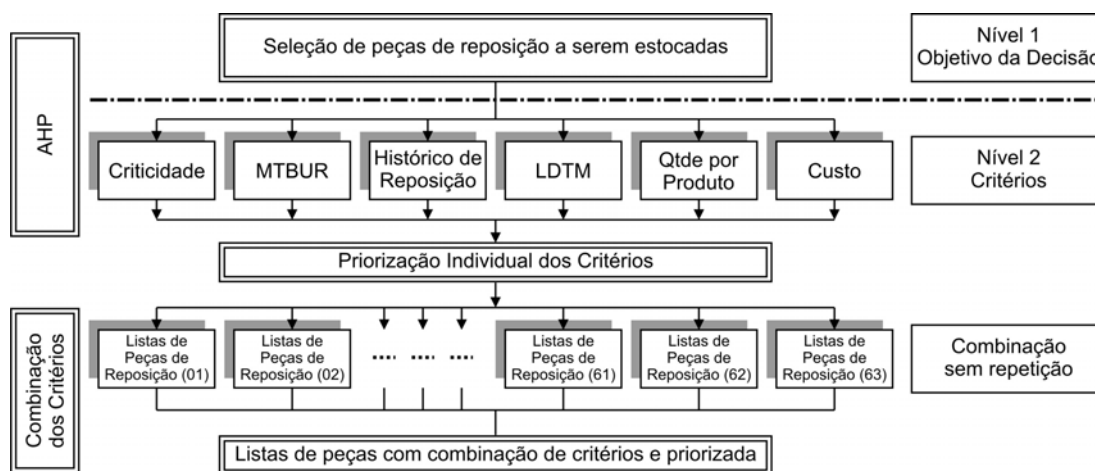


Figura 14. Estrutura hierárquica para o exemplo de seleção de peças de reposição

3.2 Definição dos Critérios

Como já comentado, o modelo é inclusivo, ou seja, os critérios podem ser alterados a qualquer momento, adaptando-se para melhor atender às necessidades da organização.

Os critérios selecionados tiveram por base a experiência do pesquisador e as necessidades deste estudo, porém não foram utilizados todos os critérios que o compõe. Foram escolhidos os seis mais significativos, representados por:

- **Criticidade:** refere-se ao requisito da aeronáutica para Aeronave no Solo, ou *Aircraft On the Ground* (AOG), que representa qual é o impacto da peça na operação do equipamento. Esse critério é alfabético (“*Not applicable*”, “*Go*”, “*Go If*” e “*No Go*”) sendo sua ordem crescente, respectivamente. Quanto mais crítico for o critério, mais relevante é para a análise, pois o produto final não opera. Porém, pode-se utilizar tal conceito para outros setores, com o intuito de medir a sua criticidade.
- **Mean Time Between Unscheduled Removals⁵ (MTBUR):** representa o tempo médio de remoção da peça. Esse critério é numérico e sua unidade é meses. Quanto menor for o valor, mais relevante é para a análise, pois existe maior possibilidade de troca.
- **Histórico de reposição:** representa quantas unidades foram trocadas durante um determinado período. Esse critério é numérico e sua unidade é anual. Quanto maior for o valor, mais relevante é para a análise, pois existe mais chance de ser usado.
- **Lead-Time⁶ (LDTM):** representa “o tempo que decorre entre a liberação de uma ordem (de compra ou produção) e o momento a partir da qual o material referente à ordem está pronto e disponível para uso” (Corrêa *et al.*, 2001, p.118). Esse critério é numérico e a unidade é meses. Quanto maior for o valor, mais relevante é para a análise, pois demanda tempo para se produzir ou comprar.
- **Quantidade por produto** representa a quantidade de peças de reposição que é utilizada por produto final. Esse critério é numérico

⁵ Média de Tempo entre Remoções Não-Programadas.

⁶ Prazo.

e a unidade é quantidade de peça. Quanto maior for o valor, mais relevante é para a análise, pois maior será a chance de ser usado.

- **Custo:** representa o preço pago pela peça. Esse critério é numérico e a unidade é monetária. Quanto menor for o valor, mais relevante é para a análise, pois é possível adquirir maior número de peças com o mesmo valor.

3.3 Ponderação dos Critérios

Neste estudo foram selecionados quatro profissionais com representatividade na área de suporte ao cliente e planejamento de peça de reposição (Figura 3).

- Representante técnico: contribui com a visão das áreas de manutenção, apoio técnico, planejamento e *recall*, tendo uma atuação direta nos atendimentos das solicitações e necessidades dos clientes, com foco principalmente no problema técnico.
- Planejador de peças de reposição: contribui com a visão da área de Planejamento de peça de reposição, tendo uma atuação indireta nos atendimentos das solicitações e necessidades dos clientes, com foco principalmente na disponibilidade de peças de reposição e no custo do estoque.
- Administrador de garantia: contribui com a visão das áreas de Garantia e Atendimento, tendo uma atuação direta nos atendimentos das solicitações e necessidades dos clientes, com foco principalmente no cumprimento dos requisitos da Garantia e no tempo de disponibilidade contratual das peças.
- Administrador logístico: contribui com a visão das áreas de apoio logístico e de peças e reparos, tendo uma atuação direta nos

atendimentos das solicitações e necessidades dos clientes, voltado principalmente a disponibilização de peças para o atendimento nos serviços a serem prestados.

Esses profissionais, além de contribuírem com sua visão, devem levar em conta, ainda, a estratégia da organização.

Cada profissional recebeu a avaliação conforme a Figura 8, com os valores para julgamento dos critérios, e os valores adotados na Tabela 9. Com posse dos dados foi explicado o que cada um necessitava realizar e qual o objetivo a ser alcançado, para que as definições fossem as mesmas.

De posse dos dados anteriores, cada profissional elaborou a sua matriz de julgamento, conforme a Figura 7, chegando aos resultados apresentados da Tabela 1 à Tabela 4 relativos a cada um dos profissionais.

Tabela 1. Julgamento do profissional de Administrador de Garantia

Administrador de Garantia	Criticidade (C)	MTBUR (M)	Histórico de reposição (H)	LDTM (L)	Qtde por produto (Q)	Custo (U)
Criticidade (C)	1	1	1	5	7	9
MTBUR (M)	1	1	1	3	5	7
Histórico de reposição (H)	1	1	1	3	5	5
LDTM (L)	1/5	1/3	1/3	1	3	5
Qtde por produto (Q)	1/7	1/5	1/5	1/3	1	5
Custo (U)	1/9	1/7	1/5	1/5	1/5	1

Observando a Tabela 1, nota-se que o profissional Administrador de Garantia considerou os critérios criticidade, MTBUR e histórico de reposição como os mais importantes, inclusive atribuindo a eles o mesmo grau de importância. Isso ocorre, principalmente, devido à atividade estar ligada às solicitações dos clientes e a necessidade de atendê-los de forma contratual, sob pena de sofrer processos jurídicos.

Tabela 2. Julgamento do profissional de Administrador Logístico

Administrador Logístico	Criticidade (C)	MTBUR (M)	Histórico de reposição (H)	LDTM (L)	Qtde por produto (Q)	Custo (U)
Criticidade (C)	1	3	1	3	7	9
MTBUR (M)	1/3	1	1	5	5	7
Histórico de reposição (H)	1	1	1	3	9	7
LDTM (L)	1/3	1/5	1/3	1	3	3
Qtde por produto (Q)	1/7	1/5	1/9	1/3	1	1/3
Custo (U)	1/9	1/7	1/7	1/3	3	1

Nota-se pela Tabela 2, que o profissional Administrador Logístico considerou, da mesma forma que o Administrador de Garantia, os critérios criticidade, histórico de reposição, MTBUR como os mais importantes, porém atribuiu uma importância moderada ao critério criticidade sobre o MTBUR. Isso ocorre, principalmente, devido à atividade estar ligada às solicitações dos clientes e a necessidade de atendê-los nos casos em que quanto mais crítico for o problema, mais ágil deve ser o serviço prestado.

Tabela 3. Julgamento do profissional do Representante Técnico

Representante Técnico	Criticidade (C)	MTBUR (M)	Histórico de reposição (H)	LDTM (L)	Qtde por produto (Q)	Custo (U)
Criticidade (C)	1	3	1	5	3	9
MTBUR (M)	1/3	1	1/3	5	3	7
Histórico de reposição (H)	1	3	1	7	3	7
LDTM (L)	1/5	1/5	1/7	1	1/5	3
Qtde por produto (Q)	1/3	1/3	1/3	5	1	5
Custo (U)	1/9	1/7	1/7	1/3	1/5	1

O julgamento do profissional Representante Técnico apresentado na Tabela 3, considerou, da mesma forma que os julgamentos anteriores, os critérios criticidade, histórico de reposição e MTBUR como os mais importantes, porém atribuiu uma importância moderada aos critérios criticidade e histórico de reposição sobre o MTBUR. Isso ocorre, principalmente, devido à atividade vivenciar de perto o problema técnico e a expectativa e necessidade de resolvê-lo rapidamente, colocando o produto novamente disponível para uso e implementando as ações necessárias para que novas ocorrências em outros produtos não ocorram.

Tabela 4. Julgamento do profissional do Planejador de peça de reposição

Planejador de Peça de Reposição	Criticidade (C)	MTBUR (M)	Histórico de reposição (H)	LDTM (L)	Qtde por produto (Q)	Custo (U)
Criticidade (C)	1	1/3	1/5	3	3	1/3
MTBUR (M)	3	1	1/3	5	7	1/3
Histórico de reposição (H)	5	3	1	7	9	3
LDTM (L)	1/3	1/5	1/7	1	3	1/5
Qtde por produto (Q)	1/3	1/7	1/9	1/3	1	1/7
Custo (U)	3	3	1/3	5	7	1

Observando a Tabela 4, nota-se que o profissional Planejador de Peça de Reposição considerou os critérios custo, histórico de reposição e MTBUR como os mais importantes, porém não igualando nenhum critério. Destacou a importância do custo dentro da organização, pois é de suma importância encontrar o equilíbrio entre a disponibilidade da peça e o nível de atendimento ao cliente. Isso ocorre, principalmente, devido à atividade estar ligada ao planejamento de peças e ao custo de ter e manter o estoque, onde precisa além de indiretamente atender as necessidades dos clientes através da disponibilidade das peças, manter um estoque com um giro adequado, procurando evitar obsolescência.

3.3.1 Decisão em Grupo

Com os julgamentos dos profissionais (Tabela 1 à Tabela 4) é necessário fazer a conciliação desses julgamentos de forma a ter uma única matriz, capaz de conciliar todas as visões.

Para conciliar as visões, é necessário encontrar a média geométrica, apresentada na Equação 4, para estabelecer a matriz única (Tabela 5), ou seja, multiplica-se cada elemento da matriz entre as matrizes de julgamento e realiza a raiz do número de julgadores, neste caso 4. Se houvesse mais julgadores, o número desses julgadores seria a raiz.

Exemplificando, o elemento MTBUR-Criticidade é calculado multiplicando o elemento da matriz de julgamento do Administrador de Garantia (Tabela 1) pelo elemento da matriz de julgamento do Administrador Logístico (Tabela 2) pelo elemento da matriz de julgamento do Representante Técnico (Tabela 3) pelo elemento de julgamento do Planejador de peça de reposição (Tabela 4) e fazendo a raiz 4. Neste caso tem-se: $(1 * 1/3 * 1/3 * 3)^{1/4}$ encontrando o valor 0,7598 da Tabela 5.

A linha somatório da Tabela 5 é a soma de todos os elementos da coluna e será utilizada na normalização.

Tabela 5. Matriz Média Geométrica de julgamentos da importância relativa dos critérios

Matriz Média Geométrica	Criticidade (C)	MTBUR (M)	Histórico de reposição (H)	LDTM (L)	Qtde por produto (Q)	Custo (U)
Criticidade (C)	1,0000	1,3161	0,6687	3,8730	4,5826	3,9482
MTBUR (M)	0,7598	1,0000	0,5774	4,4006	4,7867	3,2700
Histórico de reposição (H)	1,4953	1,7321	1,0000	4,5826	5,9040	5,2068
LDTM (L)	0,2582	0,2272	0,2182	1,0000	1,5244	1,7321
Qtde por produto (Q)	0,2182	0,2089	0,1694	0,6560	1,0000	1,0446
Custo (U)	0,2533	0,3058	0,1921	0,5774	0,9573	1,0000
Somatório	3,9849	4,7901	2,8257	15,0895	18,7550	16,2016

Construída a matriz média geométrica de julgamentos, conforme a Tabela 5, é necessário realizar a normalização, como proposto no modelo de Saaty (1991).

O modelo AHP apresenta facilidade em se avaliar, principalmente por ter a opção de agrupar informações de várias pessoas, conseguindo, assim, obter um equilíbrio e até certo consenso entre elas.

3.3.2 Normalização da Matriz

A normalização da matriz utiliza a Equação 6, para estabelecer a Tabela 6, ou seja, divide-se cada elemento da matriz pelo somatório da coluna,

como aparece na Tabela 5. Exemplificando, o elemento histórico de reposição-MTBUR é dividido pelo valor do somatório da coluna MTBUR. Neste caso tem-se: 1,7321 dividido por 4,7901 encontrando o valor 0,3616, da Tabela 6.

Tabela 6. Normalização de julgamentos da importância relativa dos critérios

Normalização dos Critérios	Criticidade (C)	MTBUR (M)	Histórico de reposição (H)	LDTM (L)	Qtde por produto (Q)	Custo (U)
Criticidade (C)	0,2509	0,2747	0,2367	0,2567	0,2443	0,2437
MTBUR (M)	0,1907	0,2088	0,2043	0,2916	0,2552	0,2018
Histórico de reposição (H)	0,3753	0,3616	0,3539	0,3037	0,3148	0,3214
LDTM (L)	0,0648	0,0474	0,0772	0,0663	0,0813	0,1069
Qtde por produto (Q)	0,0548	0,0436	0,0599	0,0435	0,0533	0,0645
Custo (U)	0,0636	0,0638	0,0680	0,0383	0,0510	0,0617

Estabelecida a normalização da matriz, a próxima etapa é encontrar os pesos relativos de cada critério, como proposto no modelo de Saaty (1991).

3.3.3 Pesos Relativos

Os pesos relativos são estabelecidos por meio da Equação 8, ou seja, divide-se cada elemento da matriz pelo somatório da linha, como apresenta na Tabela 7.

Exemplificando, o valor normalizado do critério histórico de reposição é dividido pelo número de critérios. Neste caso tem-se: $(0,3753 + 0,3616 + 0,3539 + 0,3037 + 0,3148 + 0,3214)/6$ encontrando o valor de 0,3384, da Tabela 7.

Tabela 7. Pesos Relativos e Classificação dos critérios

Pesos Relativos	Valor Normalizado	Classificação
Criticidade (C)	0,2512	2°
MTBUR (M)	0,2254	3°
Histórico de reposição (H)	0,3384	1°
LDTM (L)	0,0740	4°
Qtde por produto (Q)	0,0533	6°
Custo (U)	0,0577	5°

Desta forma, obtém-se a classificação de cada critério.

De posse, desses valores, é interessante retornar aos profissionais para que possam entender e analisar a classificação em relação ao seu próprio julgamento.

Neste caso, os julgadores, ao terem acesso aos julgamentos individuais e o resultado conciliado, perceberão que existe, no geral, um consenso, sendo a disparidade maior no critério custo, e todos poderão entender que com a conciliação consegue um equilíbrio, principalmente em casos onde a disparidade de opiniões for grande.

3.3.4 Cálculo da Consistência

O cálculo da consistência é estabelecido pela Equação 9, ou seja, a multiplicação da matriz da Tabela 5, pela matriz de pesos relativos da Tabela 7, gerando a matriz de autovalor máximo da Tabela 8.

Exemplificando, o elemento LDTM-Histórico de Reposição é a multiplicação do elemento LDTM-Histórico de Reposição da Tabela 5, pelo Peso do Histórico de Reposição da Tabela 7. Neste caso tem-se: $0,2182 * 0,3384$ encontrando o valor 0,0739, da Tabela 8.

Tabela 8. Matriz de Autovalor Máximo

Autovalor máximo - λ	Criticidade (C)	MTBUR (M)	Histórico de reposição (H)	LDTM (L)	Qtde por produto (Q)	Custo (U)
Criticidade (C)	0,2512	0,2967	0,2263	0,2865	0,2441	0,2279
MTBUR (M)	0,1909	0,2254	0,1954	0,3256	0,2550	0,1888
Histórico de reposição (H)	0,3756	0,3904	0,3384	0,3390	0,3145	0,3006
LDTM (L)	0,0649	0,0512	0,0739	0,0740	0,0812	0,1000
Qtde por produto (Q)	0,0548	0,0471	0,0573	0,0485	0,0533	0,0603
Custo (U)	0,0636	0,0689	0,0650	0,0427	0,0510	0,0577

O autovalor máximo λ é conseguido conforme a Equação 9, ou seja, fazendo o somatório de todos os elementos encontrados na Matriz de Autovalor Máximo da Tabela 8. O valor encontrado, neste caso, é de $\lambda=6,0877$.

De acordo com Saaty (1991), percebe-se que todos os julgamentos não são 100% consistentes, uma vez que o valor do autovalor máximo λ de 6,0877 é maior do que o valor $n = 6$ (grau da matriz). Mas, isto não significa que não se possa utilizar esses valores de julgamentos. Faz-se necessário o cálculo da razão de consistência.

No cálculo da Razão de Consistência utiliza-se a Equação 10, considerando que o valor de n é o grau da matriz, que, neste caso, é 6, e o RI (Índice de Consistência Aleatória) encontrado na Figura 12, neste caso com valor 1,25. De posse desses dados, o valor de CR é:

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n - 1)RI} = \frac{6,0877 - 6}{(6 - 1) 1,25} = 0,0140$$

O valor de CR de 0,014 é menor do que 0,10, o que significa, segundo Saaty (2001), que esses julgamentos, apesar de não apresentarem 100% de certeza de confiabilidade, ainda apresentam excelente resultado de consistência (98,6%), não necessitando que os julgamentos sejam refeitos.

3.4 Classificação e Combinação dos Critérios

Cada peça de reposição possui suas características expressas em números e condições. A fim de que esses números e condições possam ser simplificados e utilizados de maneira fácil é necessário identificá-lo em nível de importância (0 e 1). Quando o número ou condição é menos importante para o critério, atribui-se o valor 0, caso contrário, sendo mais importante para o critério, atribui-se o valor 1, conforme Tabela 9 e Tabela 10. Com essa operação se distingue os valores e condições que são relevantes para a análise, e assim é necessário fazer a combinação desses valores para identificar onde cada peça de reposição se encaixa.

A Tabela 9 apresenta os valores adotados para cada critério.

Tabela 9. Valores adotados para cada critério em níveis

Valores Adotados	Nível mais importante		Nível menos importante	
	(1)	Condição	(0)	Condição
Criticidade (C)	alta	"no go" ou "go if"	baixa	"Go" ou "Not applicable"
MTBUR (M)	pequeno	< 1700	grande	≥ 1700
Histórico de Reposição (H)	alto	> 20	baixo	≤ 20
LDTM (L)	alto	> 4	baixo	≤ 4
Qtde por produto (Q)	alta	> 1	baixa	= 1
Custo (U)	baixo	< 1000	alto	≥ 1000

A Tabela 10 apresenta a parcial da relação das peças de reposição que consta integralmente no APÊNDICE A.

Tabela 10. Exemplo Resumido da Relação das Peças de Reposição

PN	Criticidade	Quantidade por produto	LDTM (mês)	Custo	Histórico	MTBUR	Criticidade	Quantidade por produto	LDTM (mês)	Custo	Histórico	MTBUR
O17	Not applicable	1	3,7	R\$ 1.014,20	20	2028	0	0	0	0	0	0
X27	Go	1	3	R\$ 2.062,70	10	6188	0	0	0	0	0	0
R25	Not applicable	1	2,5	R\$ 2.855,80	66	8567	0	0	0	0	0	1
V44	Go	1	3,7	R\$ 1.103,10	25	3309	0	0	0	0	0	1
W52	Go	1	3,1	R\$ 986,10	20	5917	0	0	0	0	1	0
B47	Not applicable	1	3,9	R\$ 711,70	20	2847	0	0	0	0	1	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Exemplificando: no critério criticidade a leitura deve ser, quanto maior a criticidade maior é a recomendação de tê-la em estoque. A criticidade é medida por condição, ou seja, quando a peça tiver a condição “*no go*” ou “*go if*” representa nível mais importante (criticidade alta) e quando a peça tiver a condição “*go*” ou “*not applicable*” representa nível menos importante (criticidade baixa).

O critério MTBUR a leitura deve ser, quanto menor o MTBUR maior é a recomendação de ter a peça de reposição em estoque, pois quanto menor o MTBUR maior a possibilidade de a peça falhar devido ao tempo entre as falhas ser pequeno. O MTBUR é medido por número, ou seja, quando a peça tiver um MTBUR menor que 1700, representa nível mais importante e quando a peça tiver um MTBUR maior igual que 1700, representa nível menos importante.

Para os demais critérios o raciocínio é o mesmo, seguindo os números e condições descritas na Tabela 9.

A combinação dos critérios agrupa as peças que possuem as mesmas características, segundo seus dados, em diversas listas em que dentro de cada uma dessas listas não é possível identificar uma peça da outra pelos critérios adotados, pois todas as peças têm o mesmo peso. Com isso, se tem em função dos critérios estabelecidos, uma combinação do maior número de

características até o menor número. As possíveis combinações que existem nesse caso são:

$$C_6^6 = \frac{6!}{6!(0)!} = 1; \quad C_5^6 = \frac{6!}{5!(1)!} = 6; \quad C_4^6 = \frac{6!}{4!(2)!} = 15; \quad C_3^6 = \frac{6!}{3!(3)!} = 20;$$

$$C_2^6 = \frac{6!}{2!(4)!} = 15; \quad C_1^6 = \frac{6!}{1!(5)!} = 6;$$

ou seja, têm-se 63 combinações possíveis.

A combinação possibilita uma melhor classificação e facilita o planejamento de peça de reposição no momento de incorporar as peças de reposição especiais ao estoque da organização, porém ainda não estão priorizadas e para isso é utilizada a classificação obtida através do AHP, que contempla as visões dos profissionais,

A Tabela 11 apresenta o peso calculado para cada combinação com a soma dos pesos relativos, do modelo AHP, dos critérios que estão no nível mais importante. Vale ressaltar que nas combinações os pesos foram somados e a notação utilizada é 1, quando é nível mais importante, e 0 quando é nível menos importante.

Exemplificando, para a combinação C M H com nível mais importante (1), ou seja, criticidade na condição “no go” ou “go if”, MTBUR menor do que 1700 e Histórico de Reposição maior do que 20, e L Q U com nível menos importante (0), ou seja, *Lead Time* menor igual a 4, Quantidade por Produto igual a 1 e custo maior igual a R\$1.000,00. Representando matematicamente CMHLQU (1 1 1 0 0 0): nesse caso, somou-se os valores encontrados na Tabela 7 e multiplicados por cem, tendo $1*0,2512*100 + 1*0,2254*100 + 1*0,3384*100 + 0*0,0740*100 + 0*0,0533*100 + 0*0,0577*100$ encontrando o valor 81,50, sendo que os critérios com níveis menos importantes têm o valor considerado zero.

Tabela 11. Matriz de resultado de cada combinação

		C0															
		M0								M1							
		H0				H1				H0				H1			
		L0		L1		L0		L1		L0		L1		L0		L1	
		Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1
U0	0,00	5,33	7,40	12,72	33,84	39,17	41,24	46,57	22,54	27,87	29,94	35,27	56,38	61,71	63,78	69,11	
U1	5,77	11,10	13,17	18,50	39,62	44,94	47,02	52,34	28,31	33,64	35,71	41,04	62,16	67,48	69,56	74,88	

		C1															
		M0								M1							
		H0				H1				H0				H1			
		L0		L1		L0		L1		L0		L1		L0		L1	
		Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1	Q0	Q1
U0	25,12	30,44	32,52	37,84	58,96	64,29	66,36	71,69	47,66	52,98	55,06	60,38	81,50	86,83	88,90	94,23	
U1	30,89	36,22	38,29	43,62	64,73	70,06	72,13	77,46	53,43	58,76	60,83	66,16	87,28	92,60	94,67	100,00	

O resultado obtido com a combinação dos critérios somando a priorização do AHP com a visão dos profissionais, apresenta-se interessante, pois mostra que combinações com menos critérios podem ser mais importantes que combinações com mais critérios, e isso, ocorre por causa da priorização. Este resultado mostra que escolher quais peças estocar, não é simplesmente identificar aquelas com combinações maiores, pois assim poderia estocar peças que, na visão dos julgadores que representam os anseios internos e, principalmente, externos (clientes), podem não alterar o nível de serviço e podem aumentar os custos da organização, como apresentado anteriormente.

Exemplificando, a combinação priorizada C M H L Q U (1 1 1 1 1 1) é a maior combinação possível e a que têm o maior valor, o de 100, enquanto que a combinação priorizada C M H (1 1 1 0 0 0) representa 3 critérios no nível mais importante e tem o valor de 81,50, porém a combinação M H L Q U (0 1 1 1 1 1) representa 5 critérios no nível mais importante, tendo apenas o

critério C no nível menos importante e tem o valor de 74,88, valor este menor que a combinação priorizada C M H, e isso, ocorre porque o critério C (Criticidade) tem a segunda maior priorização (Tabela 11).

4 RESULTADOS

Esta seção descreve os resultados alcançados com o modelo proposto de previsão de demanda de peças de reposição em uma situação hipotética com dados fictícios.

4.1 Julgadores

Utilizando-se dos valores de julgamentos dos profissionais pode-se observar que os pesos relativos referentes aos critérios têm variação conforme o enfoque dado às peças de reposição.

Os profissionais que estão em contato com o cliente diretamente consideram o critério criticidade fundamental para o nível de serviço, enquanto o planejador de peça de reposição não o leva tanto em consideração. Por outro lado, o planejador de peça de reposição considera o critério custo da peça de reposição muito importante, enquanto os outros profissionais o consideram pouco importante. Por esse fato, justifica-se o embate entre a área de planejamento de peça de reposição e a de suporte ao cliente.

O critério MTBUR é o que apresenta a ponderação mais igualitária entre os profissionais, pois sua variação entre o menor valor e o maior valor com relação ao conciliado é a menor entre os critérios, demonstrando a importância desse critério e a sua concordância para encontrar as peças de reposição que devem constar no estoque. Em relação aos outros critérios, cada área pondera de maneira diferente, mas suas variações são bem diversificadas, destacando o Custo com a maior variabilidade, como apresenta a Tabela 12.

A construção da Tabela 12, parte dos julgamentos individuais (Tabela 1 à Tabela 4) e realiza a normalização, como proposto no modelo de Saaty

(1991), para obter o vetor de prioridade para cada julgador.

A Tabela 12 apresenta os pesos encontrados individualmente, para cada julgador, e o conciliado.

Tabela 12. Resultado dos pesos relativos dos julgamentos dos profissionais e conciliado

Julgamentos	Criticidade (C)	MTBUR (M)	Histórico de reposição (H)	LDTM (L)	Qtde por produto (Q)	Custo (U)
Planejador	8,731	17,642	41,402	5,109	2,913	24,203
Representante Téc.	30,822	17,944	31,209	4,957	12,249	2,818
Adm. Logístico	32,975	23,378	26,932	8,983	3,170	4,561
Adm. Garantia	30,663	25,389	24,348	10,257	6,323	3,021
Conciliado	25,118	22,541	33,843	7,399	5,326	5,773

A conciliação dos julgamentos, por meio da média geométrica, consegue fazer uma distribuição bem equilibrada entre os vários pontos de vista, como apresenta a Figura 15. Com isso, consegue-se nivelar o julgamento de forma a equilibrar os resultados, eliminando as tendências naturais de cada profissional, que está voltado, em muitos dos casos, para o objetivo específico de seu departamento, e não da organização.

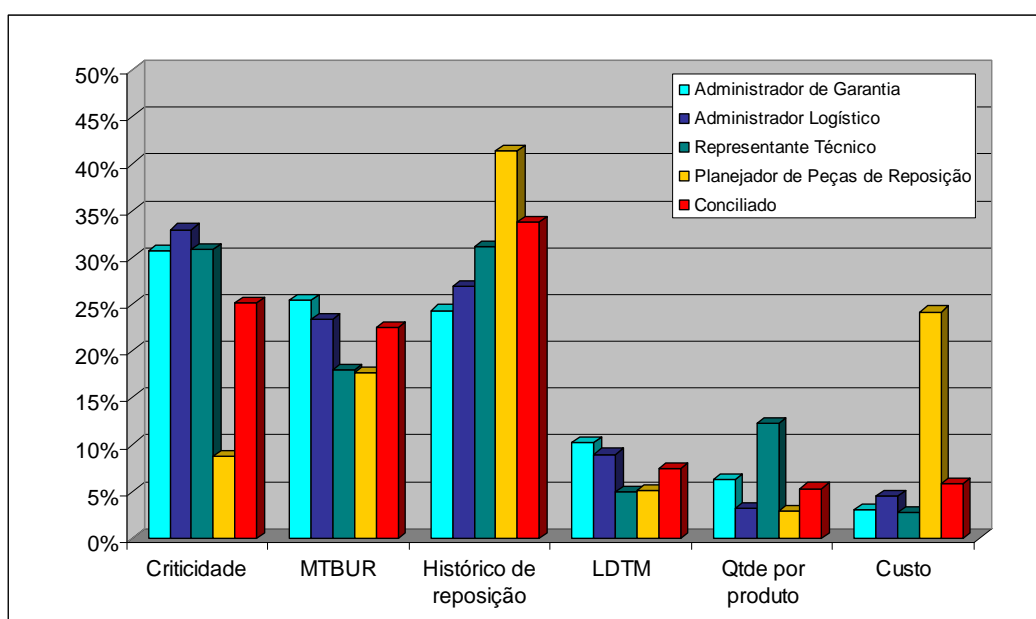


Figura 15. Distribuição dos pesos relativos dos julgamentos

4.2 Consistência dos Julgamentos

Utilizando-se dos valores de julgamentos dos profissionais pode-se observar que as consistências de julgamentos, apesar de estarem dentro do valor considerado por Saaty (1991) como aceitável, têm praticamente a mesma margem de erro entre os profissionais, como apresenta a Tabela 13.

Tabela 13. Resultado da consistência dos profissionais e com pesos relativos ao conciliado e por profissional

Julgador	CR
Administrador de Garantia	0,0790
Administrador Logístico	0,0796
Representante Técnico	0,0878
Planejador de Peças de Reposição	0,0823
Conciliado	0,0140

Nota-se que a consistência dos julgamentos, ao considerar a conciliação dos profissionais, quase é total apresentando um desvio de apenas 1,4%. Quando se verifica a consistência individualmente, este percentual varia de 7,90% a 8,78%, muito acima da encontrada na conciliação, revelando que a conciliação feita entre os julgadores é consistente, como apresenta a Figura 16. Portanto, a classificação das listas de peças de reposição estará bem representada.

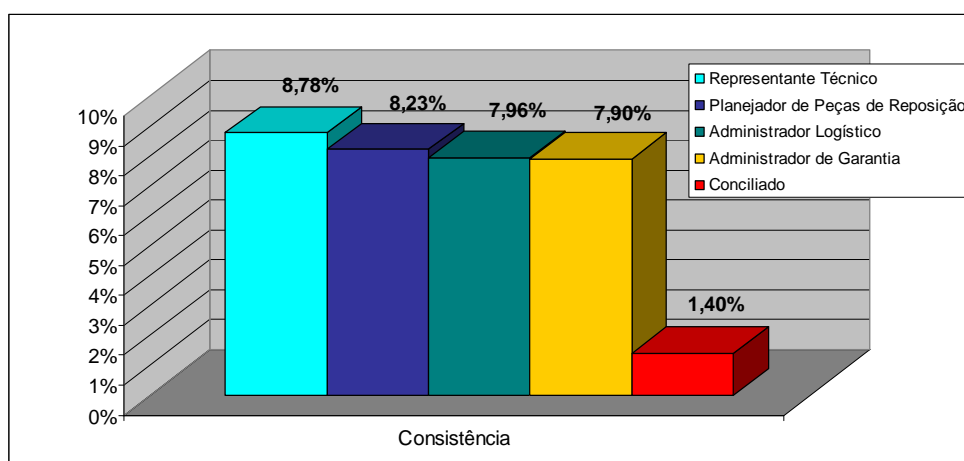


Figura 16. Consistência entre os julgamentos

4.3 Combinação dos Critérios

A combinação dos critérios divide a lista inicial de 1642 peças em 63 listas menores de peças de reposição, em função dos critérios adotados com uma quantidade de itens de fácil análise, havendo listas em que se tem apenas um item (APÊNDICE B).

Essa divisão tem por objetivo facilitar a decisão do gestor e do departamento responsável pelo planejamento de peças de reposição, no momento de incorporar as peças necessárias ao estoque, pois já estão contempladas as várias visões dos profissionais e passam a fazer parte do controle do planejamento.

Cabe a este departamento, determinar até que lista será atendida dentro da ordem estabelecida pelo modelo. Assim, todos os envolvidos estarão cientes do que foi contemplado na análise, podendo, por meio dos indicadores de *Fill Rate* e Giro de estoque, refinar o desempenho das escolhas e realimentar o processo, caso haja desvio dos objetivos da organização.

Em uma lista classificada por critérios, o esperado para ser incorporado ao estoque é que quanto maior forem os critérios que cada peça de reposição atingir, maior as chances de estarem inclusa no planejamento de peça de reposição, ou seja, de ser parametrizada para ser estocada. Mas, essa lógica na prática não leva em consideração a experiência dos profissionais e fica novamente defasada em relação à realidade.

Considerando somente o ponto de vista do planejador de peça de reposição, ou seja, conforme o julgamento feito por este profissional, e conseqüentemente, a priorização obtida somente pelo seu julgamento, sem levar em consideração as experiências dos demais profissionais da área de suporte ao cliente, se teria a classificação de acordo com a Figura 17. Nota-se que as primeiras 11 posições levam em consideração o custo (U) e os demais critérios, depois há uma dissolução entre os critérios, mas são predominantes o

custo (U), o histórico de reposição (H) e o MTBUR (M) na classificação das listas, como mostram as primeiras combinações apresentadas, sendo elas: C-M-H-L-Q-U, depois C-M-H-L-U, depois C-M-H-Q-U, depois C-M-H-U, depois M-H-L-Q-U e assim por diante, tendo sempre nas primeiras posições os critérios M, H e U.

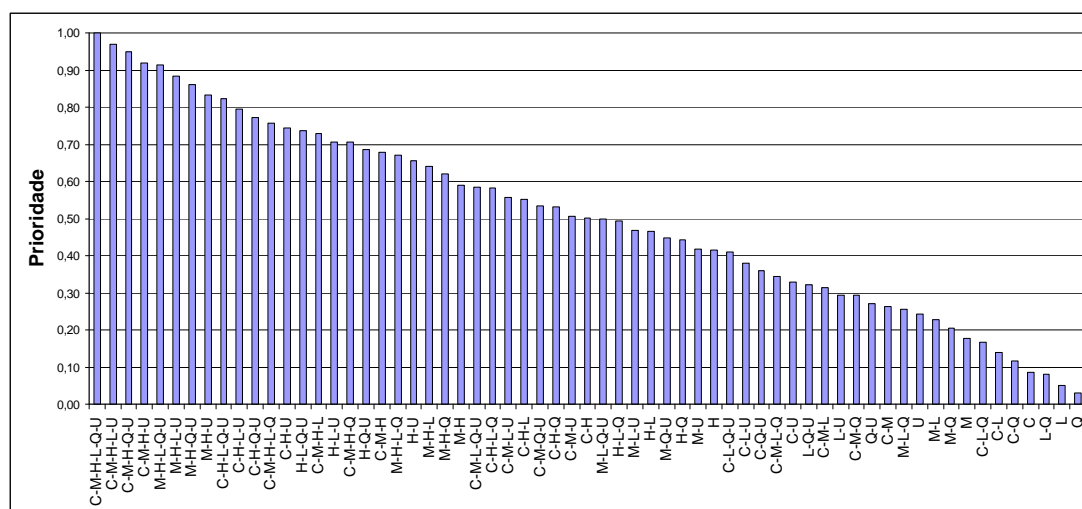


Figura 17. Prioridade das Combinações em Função dos Critérios do Planejador de Peça de Reposição

Ao usar o método AHP e os critérios do conciliado, que leva em consideração a experiência e o contato com os clientes, ou seja, a área de suporte ao cliente, percebe-se que a classificação sofre alterações significativas em sua ordem, como mostra a Figura 18. O custo deixa de ser predominante nas primeiras 11 posições, ou melhor, nas combinações com maiores prioridades, aparecendo 4 combinações que não levam em consideração o custo e sim os demais critérios. O custo direto das peças de reposição deixa de imperar na classificação e o custo indireto da satisfação do cliente passa a prevalecer e tornar a classificação mais próxima da realidade, que é ter um nível de serviço melhor.

Assim, como na Figura 17, existe a predominância do histórico de peças, mas o critério criticidade passa a ter maior importância. Justamente é esse critério que gera custos diretos e indiretos para a organização e para o

cliente, tornando o custo da peça de reposição um investimento ao invés de um custo.

A classificação geral das listas de peças de reposição está apresentada no APÊNDICE C.

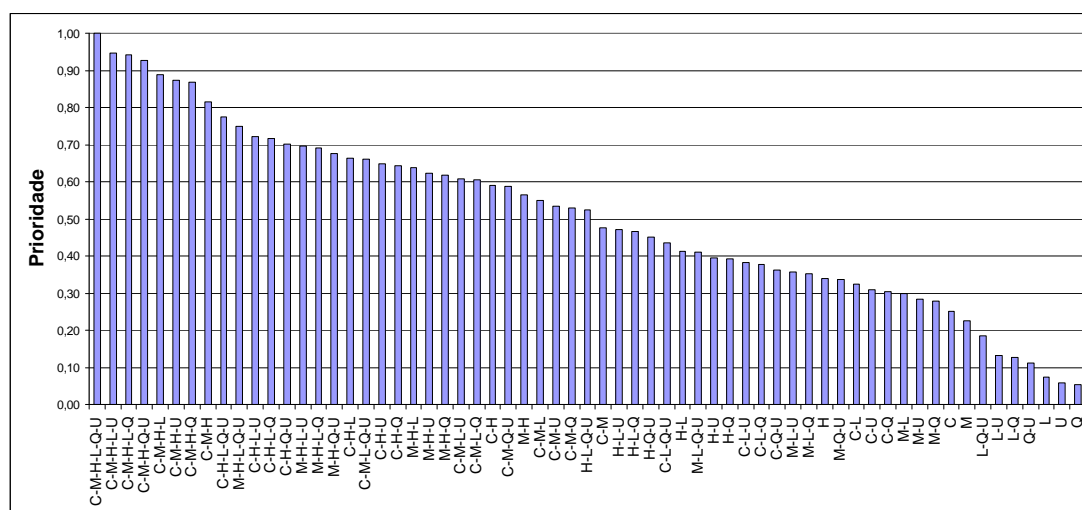


Figura 18. Prioridade das Combinações em Função dos Critérios do Conciliado

Analisando a Figura 18, nota-se que a distribuição das combinações em grau de importância, não representa uma distribuição simples, como comentado na Tabela 11. Esta figura mostra graficamente que as combinações com menos critérios podem ser mais importantes que combinações com mais critérios, e isso ocorre por causa da priorização de critérios obtidos pelo AHP. Verificando, por exemplo, as combinações C-M-H-L e C-M-H, elas se encontram com prioridades maiores que as combinações C-H-L-Q-U e M-H-L-Q-U.

Este resultado tem por objetivo auxiliar o gestor em sua tomada de decisão, apresentando subsídios para decidir o que fazer, em termos de estoque de peça de reposição, para alcançar os objetivos da organização. Sua decisão deve ser baseada não somente no resultado que o modelo apresentou, mas também no quanto a organização quer obter de nível de serviço, no investimento necessário e no orçamento disponível para estocar, e outras variáveis de decisão que venham a ser importantes.

Para verificar que a decisão em grupo (conciliação dos julgamentos) é importante para obter o equilíbrio dos julgamentos, da Figura 19 até a Figura 22, é apresentado o intervalo na classificação que cada um tem em relação ao conciliado. Os pontos em vermelho sinalizam onde a classificação da combinação do conciliado coincide com a do julgamento do profissional citado. Por exemplo, as combinações C-M-H-L-Q-U, C-H-L-Q-U e C-M-H-L-U têm a mesma classificação tanto no planejador de peça de reposição como no conciliado. As combinações M-H-L-Q-U, C-H-U e C-U na classificação do planejador de peça de reposição se encontram cinco posições à frente da classificação do conciliado e assim sucessivamente.

Os pontos positivos representam quantas posições à combinação do planejador de peça de reposição está à frente do conciliado e os pontos negativos representam quantas posições à combinação do planejador de peça de reposição está atrás do conciliado.

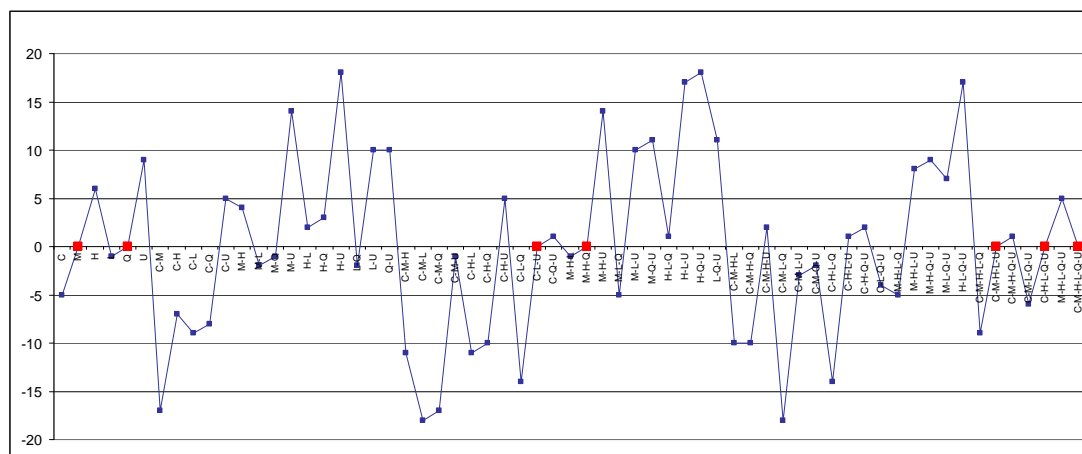


Figura 19. Diferença na classificação das combinações do planejador de peça de reposição e o conciliado

Considerando o julgamento do planejador de peça de reposição em relação ao conciliado (Figura 19), somente 7 combinações coincidem na classificação e 56 combinações ficam com classificações diferentes. O intervalo de classificação de combinações varia de 18 posições atrás até 18 posições à frente.

quantidade do planejador de peça de reposição. O intervalo de classificação das combinações varia de 11 posições atrás até 11 posições à frente.

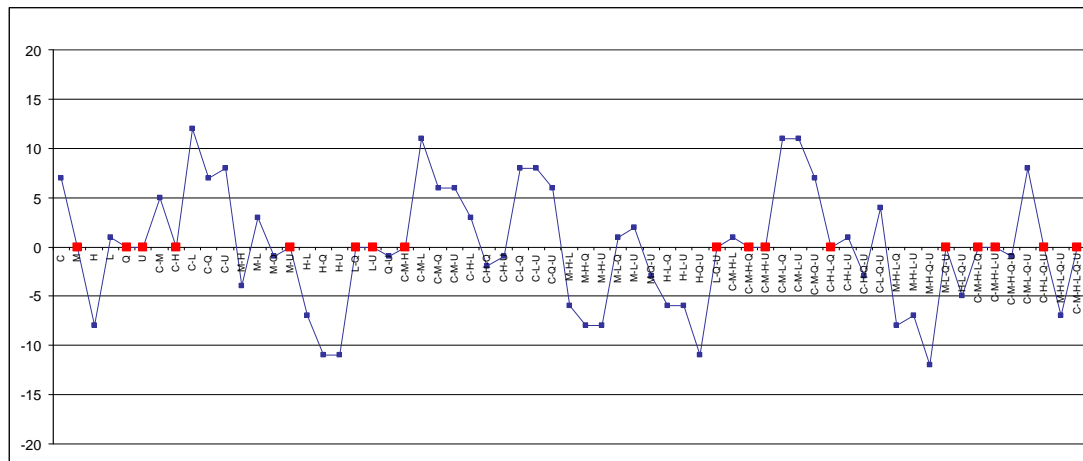


Figura 22. Diferença na classificação das combinações do administrador de logística e o conciliado

Apreciando o julgamento do Administrador de Logística em relação ao conciliado (Figura 22), 17 combinações têm a mesma classificação, bem mais do que o dobro das anteriores. O intervalo de classificação de combinações varia de 11 posições atrás até 11 posições à frente. Dentro todos os julgamentos individuais, este é o que mais se aproxima do conciliado.

Ao fazer essa mesma análise, mas agora considerando como referência a classificação do planejador de peça de reposição, observa-se, nas Figura 23 à Figura 25, que as combinações que têm as classificações coincidentes diminuem e que as variações nas classificações aumentam significativamente. Os pontos em vermelho sinalizam onde a classificação do planejador de peça de reposição coincide com a classificação do julgamento do profissional citado, a fim de observar a transformação que o modelo proposto impôs ao problema.

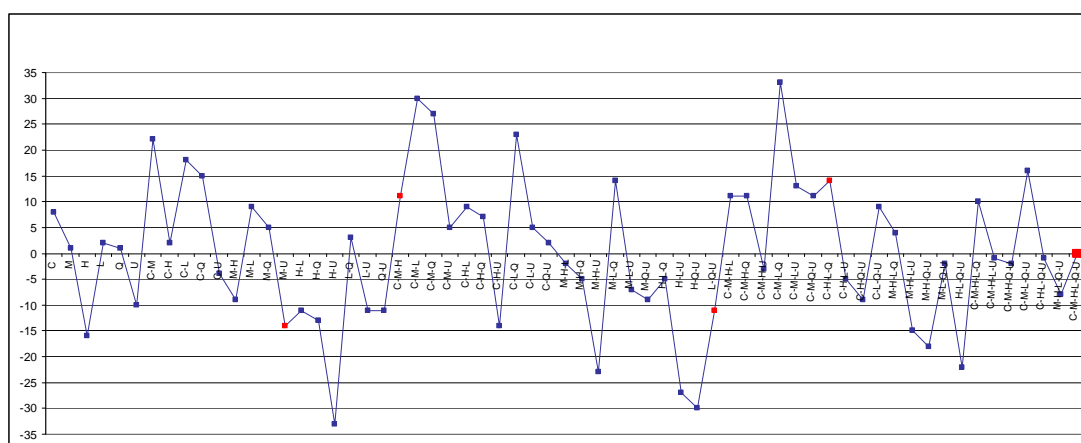


Figura 23. Diferença na classificação das combinações do administrador de garantia e o planejador de peça de reposição

Considerando o julgamento do Administrador de Garantia em relação ao planejador de peça de reposição (Figura 23), somente uma combinação tem a mesma classificação e 62 combinações têm diferentes classificações. O intervalo de classificação das combinações varia de 33 posições atrás até 33 posições à frente, mais que duplicando o intervalo de classificação das combinações em relação ao conciliado.

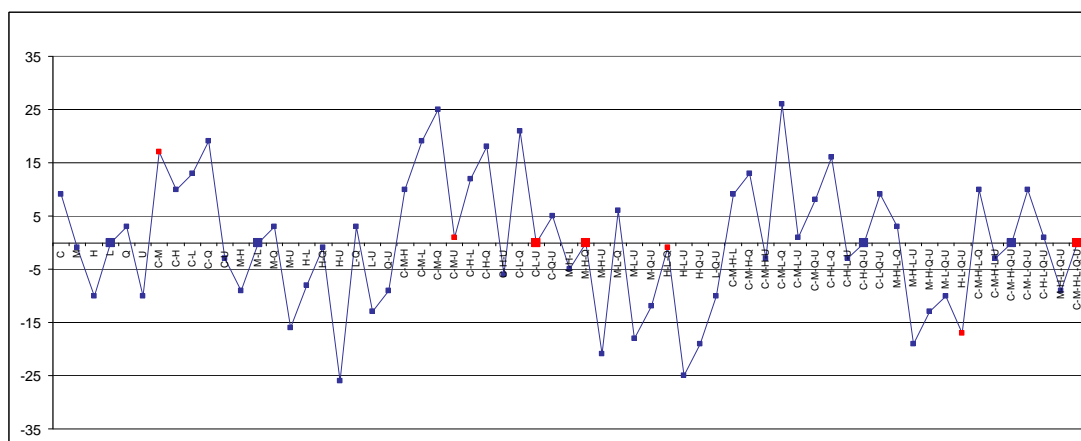


Figura 24. Diferença na classificação das combinações do representante técnico e o planejador de peça de reposição

Levando em conta o julgamento do Representante Técnico em relação ao planejador de peça de reposição (Figura 24), 7 combinações coincidem na classificação das combinações, mesma quantidade encontrada na análise feita

considerando o conciliado. Das 7 combinações coincidentes, três classificações são iguais e quatro são diferentes. O intervalo de classificação das combinações varia de 25 posições atrás até 25 posições à frente, mas continua mais que duplicando a ordem de classificação das combinações se comparado com o conciliado.

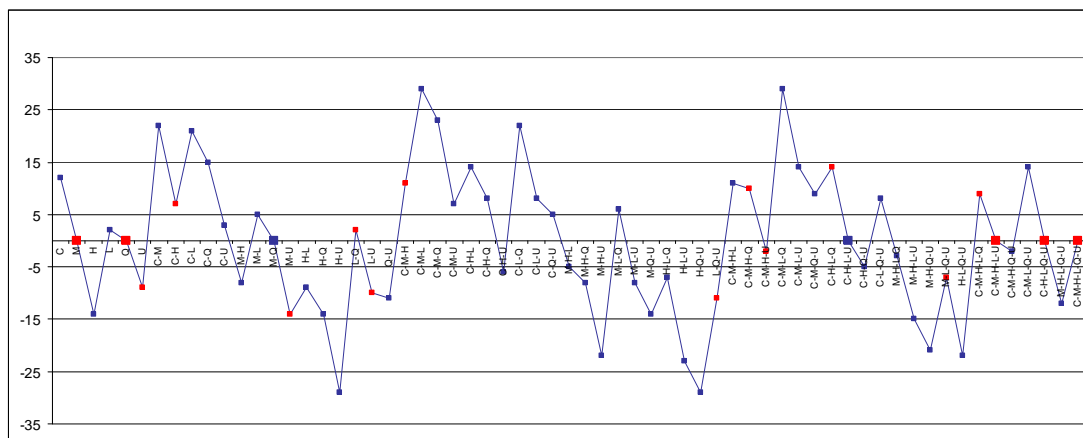


Figura 25. Diferença na classificação das combinações do administrador de logística e o planejador de peça de reposição

Apreciando o julgamento do Administrador de Logística em relação ao planejador de peça de reposição (Figura 25), as combinações coincidentes na classificação das combinações são 7 e se comparado com o conciliado, houve uma redução de 10 coincidências. Das 7 combinações coincidentes, cinco classificações são iguais e duas são diferentes. O intervalo de classificação de combinações varia de 29 posições atrás até 29 posições à frente. Na análise anterior do conciliado, o julgamento do administrador de logística é o que mais se aproxima, mas nesse caso não existe nenhum julgamento que chegue perto.

É possível perceber que o modelo proposto consegue adequar as necessidades das diversas áreas de maneira empírica e de fácil realização em relação ao processo intuitivo de escolher as combinações com mais critérios até as com menos critérios.

Além do mais, a avaliação dos critérios pode ser revista a cada novo

momento, quando a demanda e os requisitos mudarem, partindo do ponto em que se está atualmente para a nova situação, preservando a experiência adquirida empiricamente, que antes estava baseada somente em pessoas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

Este estudo baseou-se na dificuldade em priorizar as peças de reposição a serem selecionadas e estocadas, buscando um equilíbrio entre as necessidades da área de Suporte ao Cliente e a área de Planejamento de peça de reposição.

Relacionando os objetivos elencados neste trabalho com os resultados alcançados, conclui-se que:

1) Utilizando o Método de Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios, que é um modelo inclusivo, modelou-se o problema da escolha da peça de reposição de maneira a encontrar uma priorização entre os critérios que pudesse ser alterado sem dificuldades e que a cada nova mudança de cenário com relação à demanda, requisitos dos clientes, estratégia da organização e outros, não perde-se todo o trabalho realizado e inclui-se a percepção humana de modo empírico. Os critérios podem ser modificados e incluídos em função de cada caso, mas o número máximo que suporta o modelo são nove critérios. Os critérios são priorizados de forma a obter uma classificação, e neste estudo utilizou-se os critérios de criticidade, *mean time between unscheduled removals* (MTBUR), histórico de reposição, *lead-time* (LDTM), quantidade por produto e custo.

2) O AHP foi escolhido como o método para obtenção do MCDA e está estruturado de forma a conciliar o julgamento de vários profissionais estabelecendo uma priorização dos critérios entre si, alcançando uma classificação do critério considerado mais importante até o menos importante, com o escopo de contemplar o maior número de peças de reposição que consegue satisfazer às necessidades de atendimento, obtendo a satisfação dos

clientes.

Esta decisão em grupo se mostra importante, principalmente para a obtenção do equilíbrio entre as várias opiniões e conseqüentemente das necessidades dos profissionais envolvidos.

3) Devido à característica, das peças de reposição, de poder ter mais de um critério, é necessário realizar a combinação entre estes critérios, atribuindo um valor limite de cada um, identificando quando um critério deve ser considerado no nível mais ou menos importante.

Para isso, foi utilizado o conceito da combinação sem repetição, que utiliza as possíveis combinações dos critérios, conseguindo reduzir a dificuldade de seleção de peças de reposição. A combinação dos critérios separa as peças de reposição em listas com características iguais, em que dentro de cada uma dessas listas não é possível identificar uma peça da outra pelos critérios adotados, pois todas as peças têm o mesmo peso, e cada lista tem uma quantidade de itens de fácil análise, possibilitando uma melhor classificação.

O resultado obtido com a combinação dos critérios somado a priorização do AHP com a visão dos profissionais, apresenta-se interessante, pois mostra que combinações com menos critérios podem ser mais importantes que combinações com mais critérios.

4) As classificações das peças a serem estocadas que foram dimensionadas com base no julgamento dos profissionais (parâmetros da percepção humana), servem para auxiliar na tomada de decisão de quais peças devem ser incluídas no modelo de gerenciamento geral de previsão de demanda de peça de reposição para se ter o nível de atendimento ao cliente desejado pela organização.

Esse modelo dá embasamento metodológico na escolha das peças que devem fazer parte do estoque, conseguindo, por meio dos indicadores *fill rate* e giro de estoque, determinar se as avaliações dos profissionais estão atendendo à estratégia da organização e, com isso, dar subsídios para que

medidas de ações corretivas possam ser implementadas com base nos dados e não em opiniões.

Esses dois indicadores determinam se o estoque está dimensionado corretamente em termos de satisfação do cliente e de custo para a organização. Quanto maior for o *fill rate* e o giro de estoque, melhor será para o cliente e para a organização.

5.2 Pesquisas Futuras

Com base neste estudo, surge inicialmente como tema para nova pesquisa a aplicação do modelo apresentado e seu acompanhamento, pois os valores encontrados em termos teóricos conseguem conciliar as visões das diversas áreas e acrescentar, de forma empírica, a percepção humana.

Outro tema para estudos posteriores trata da utilização da lógica Fuzzy para obter a matriz de julgamento e ainda a oportunidade de utilizar a técnica Delphi como ferramenta para obtenção do consenso entre diferentes especialistas a respeito de um assunto.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BOTTER, R.; FORTUIN, L. Stocking strategy for service parts: a case study. **International Journal of Operations & Production Management**, v.20, n.6, p.656-674, 2000.

BRASIL. Casa Civil. **Lei Nº 8.078**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 11 de setembro de 1990.

COELHO, F.; MONTEIRO, A. A. S. Gestão de Investimento. **Revista Pensar Contábil**, Ano VI, n.26, Nov/Dez 2004-Jan/2005, p.28-32.

CORRÊA, H. L., GIONESI, I. G. N., CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2001.

COSTA, J. C. **Gestão de estoque de materiais de baixíssimo giro considerando processos críticos para organização**. VIII SEMEAD – FEA/USP, Seminários em Administração FEA-USP 11 e 12 de Agosto de 2005.

COSTA, J. F. S.; RISICATO, L. B.; TORRES, C. A. **Metodologia Multicritério na Avaliação de Custos na Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2006.

DIAS, G. P. P.; CORRÊA, H. L. **Uso de simulação para dimensionamento e gestão de estoques de peças sobressalentes**. Anais do SIMPOI, FGVP, 1998.

DOUMPOS, M.; ZOPOUNIDIS, C. **Multicriteria Decision Aid Classification Methods**. Nederland: Kluwer, 2002.

EMBRAER. Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. **Serviços ao Cliente**. Disponível em: <http://www.embraer.com.br/portugues/content/servicos_cliente/suporte_campo.asp>. Acesso em 05 maio 2007.

FIGUEIREDO, K. **A Logística e a Fidelização de Clientes**. 2004, Disponível em: <<http://www.centrodelogistica.com.br/new/logistica-fidelizacao.htm>>. Acesso em: 10 maio 2006.

FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2003.

FLEURY, P. F., WANKE, P., FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial – A perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

FORMAN, E.; SELLY, M. A. **Decision By Objectives: How to convince others that you are right**. Washington: World Scientific, 2001.

GARCIA, E. S.; LACERDA, L. S.; AROZO, R. Gerenciando Incertezas no Planejamento Logístico: O Papel do Estoque de Segurança. **Tecnológica**. Fevereiro, 2001.

GASNIER, D. **Gestão de materiais: a Finalidade dos Estoques**. Disponível em: <http://www.exercito.gov.br/06OMs/gabcmtext/PEG-EB/artigopdf/Materiais.PDF>. Acesso em: 18 ago 2007.

GHOBBAR, A. A.; FRIEND, C. H. The material requirements planning system for aircraft maintenance and inventory control: a note. **Journal of Air Transport Management**, n.10, 2004. p.217–221.

GOMES, L. F. A. M.; GONZÁLEZ A., M. C.; CARIGNANO, C. **Tomada de Decisão em Cenários Complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

GONÇALVES, J. E. L. Processo, que Processo? **Revista de Administração de Empresas (RAE)**, São Paulo, v.40, n.4, Out/Dez, 2000, p.8-19.

HUISKONEN, J. Maintenance spare parts logistics: special characteristics and strategic choices. **International Journal of Production Economics**, n.71, 2001, p.125-133.

IEC 50. **International Electrotechnical Vocabulary**. Chapter 191 – Dependability and quality of service. Geneva: International Electrotechnical Commission, 1990.

JOHNSTON, R.; CLARK, G. **Administração de operações de serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

JUNG, C. F. **Metodologia Científica: Ênfase em Pesquisa Tecnológica**. 4 ed. Tupã: FACCAT, 2004.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**. 2 ed. São Paulo: Qualitymark, 2007.

KERBER, R. ChiMerge: Discretization of numeric attributes. **Conf. American Assoc. for AI (AAAI-92)**, 1992. p.123-128.

LIMA, M. P. Custos logísticos na economia brasileira. **Revista Tecnológica**, COPPEAD, UFRJ, Jan. 2006. p.64-69.

MAZZALI, L.; MILAN, Marina. A integração empresa cliente - operador logístico: uma análise na cadeia automotiva. **Gest. Prod.**, v.13, n.2, São Carlos, maio/ago, 2006.

MIRSHAWKA, V. **Manutenção Preditiva caminho para o Zero defeito**. São Paulo: Makron McGraw-Hill, 1991.

MORGADO, A. C. et al. **Análise Combinatória e probabilidade**. Coleção do Professor de Matemática. Rio de Janeiro: SBM, 2004.

PHILLIPS-WREN, G. E.; HAHN, E. D.; FORGIONNE, G. A. A multiple - criteria framework for evaluation of decision support systems. **The International Journal of Management Science**, v. 32, n. 4, 2004. p.323-332.

PINTO, A. K. e XAVIER J. N. **Manutenção: Função Estratégica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva**. São Paulo: Campus, 1989.

PRIETO, R. G.; COLLAZOS L., K.; PINTO, L. G. ; ORTIZ, J. L. R. Programa de mineração de dados para análise de diabetes & hipertensão. In: **IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde**, 2004, Ribeirão preto - SP. Anais do IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2004.

ROY, B., VANDERPOOTEN, D. The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works, **Journal of Multi-criteria Decision Analysis**, vol.5, n. 1, 22-38. 1996.

SAATY, T. L. **Decision Making with Dependence and Feedback: the Analytic Network Process**. 2 ed. Pittsburgh: RWS, 2001.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1991.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SALOMON, V. A. P. **Desempenho da modelagem do auxílio à decisão por múltiplos critérios na análise do planejamento e controle da produção**. 2004, 122f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2002.

SILVA, E. D.; MENEZES, E, M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, W. A. **Otimização de Parâmetros da Gestão Baseada em Atividades Aplicada em uma Célula de Manufatura**. 2005. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Itajubá: Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), 2005.

SILVER, E.; PETERSON, R. **Decision systems for inventory management and production planning**. New York: Wiley, 1985.

SOUSA, M. S. R. **Mineração de dados: uma implementação fortemente acoplada a um sistema gerenciador de banco de dados paralelo**. 1998. 67f. Dissertação (Mestrado Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação). Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1998.

SUOMALA, P.; SIEVÄNEN, M.; PARANKO, J. The effects of customization on spare part business: A case study in the metal industry. **International Journal of production economics**, International Journal of Production Economics, v.79, n.1, 1 Sep. 2002, p.57-66.

WANKE, P. **Gestão de estoques na cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2003.

WANKE, P. Metodologia para gestão de estoques de peças de reposição: um estudo de caso em empresa brasileira. **Revista Tecnológica**, Dez. 2005, p.60-65.

WANKE, P.; JULIANELLI, L. **Previsão de Vendas**. São Paulo: Atlas, 2006.

ZEITHALM, V. et al. **Delivering Quality Service**. New York: The Free Press, 1990.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Exemplo Resumido da Relação das Peças de Reposição

Apresentação no Sistema							Condição com AHP					
PN	Criticidade	Quantidade por produto	LDTM (mês)	Custo	Histórico	MTBUR	Criticidade	Quantidade por produto	LDTM (mês)	Custo	Histórico	MTBUR
O17	Not applicable	1	3,7	R\$ 1.014,20	20	2028	0	0	0	0	0	0
X27	Go	1	3	R\$ 2.062,70	10	6188	0	0	0	0	0	0
R25	Not applicable	1	2,5	R\$ 2.855,80	66	8567	0	0	0	0	0	1
V44	Go	1	3,7	R\$ 1.103,10	25	3309	0	0	0	0	0	1
W52	Go	1	3,1	R\$ 986,10	20	5917	0	0	0	0	1	0
B47	Not applicable	1	3,9	R\$ 711,70	20	2847	0	0	0	0	1	0
F18	Not applicable	1	3,7	R\$ 718,60	41	4312	0	0	0	0	1	1
P18	Go	1	3,7	R\$ 718,60	32	2156	0	0	0	0	1	1
X6	Not applicable	1	5	R\$ 2.057,30	20	2028	0	0	0	1	0	0
X9	Not applicable	1	6	R\$ 1.178,30	36	4713	0	0	0	1	0	1
V15	Go	1	4,7	R\$ 1.046,40	60	16742	0	0	0	1	0	1
K48	Not applicable	1	4,2	R\$ 981,20	20	5887	0	0	0	1	1	0
N5	Not applicable	1	4,6	R\$ 538,00	20	3228	0	0	0	1	1	0
P34	Not applicable	1	5	R\$ 668,20	41	2673	0	0	0	1	1	1
V30	Not applicable	1	4,2	R\$ 570,90	40	2284	0	0	0	1	1	1
Z26	Not applicable	2	3,1	R\$ 4.154,50	18	4154	0	0	1	0	0	0
N11	Go	2	4	R\$ 1.371,40	11	24685	0	0	1	0	0	0
H16	Not applicable	4	4	R\$ 3.141,90	23	3142	0	0	1	0	0	1
R18	Go	2	3	R\$ 1.515,60	26	68202	0	0	1	0	0	1
O18	Go	4	4	R\$ 515,80	20	3095	0	0	1	0	1	0
H13	Not applicable	2	2,5	R\$ 764,50	20	2294	0	0	1	0	1	0
P267	Not applicable	4	3,7	R\$ 501,90	40	4015	0	0	1	0	1	1
Y30	Go	4	4	R\$ 511,30	34	4602	0	0	1	0	1	1
X28	Not applicable	2	6	R\$ 3.904,50	20	3904	0	0	1	1	0	0
S11	Not applicable	9	5,6	R\$ 1.095,20	19	1903	0	0	1	1	0	0
U22	Not applicable	2	5	R\$ 1.192,10	22	2384	0	0	1	1	0	1
I29	Go	2	6	R\$ 1.347,00	75	42798	0	0	1	1	0	1
T48	Not applicable	2	4,2	R\$ 971,30	20	5828	0	0	1	1	1	0
X11	Not applicable	3	6	R\$ 634,30	19	1903	0	0	1	1	1	0
D10	Not applicable	5	5	R\$ 502,70	29	2132	0	0	1	1	1	1
N33	Not applicable	2	6	R\$ 724,30	24	4297	0	0	1	1	1	1
D32	Go	1	3,7	R\$ 1.268,10	12	1268	0	1	0	0	0	0
Q52	Not applicable	1	3,7	R\$ 1.231,60	12	1232	0	1	0	0	0	0
A8	Not applicable	1	4	R\$ 1.000,00	21	1000	0	1	0	0	0	1
U6	Not applicable	1	3,5	R\$ 1.213,30	98	1213	0	1	0	0	0	1
I9	Go	1	3	R\$ 622,30	12	622	0	1	0	0	1	0
G32	Not applicable	1	3,7	R\$ 802,20	11	802	0	1	0	0	1	0
X	Not applicable	1	4	R\$ 789,90	21	790	0	1	0	0	1	1
A19	Not applicable	1	3,7	R\$ 524,30	21	1573	0	1	0	0	1	1

Apresentação no Sistema							Condição com AHP					
PN	Criticidade	Quantidade por produto	LDTM (mês)	Custo	Histórico	MTBUR	Criticidade	Quantidade por produto	LDTM (mês)	Custo	Histórico	MTBUR
D7	Not applicable	1	6	R\$ 1.310,70	18	1311	0	1	0	1	0	0
P52	Not applicable	1	4,1	R\$ 1.161,00	14	1161	0	1	0	1	0	0
H8	Not applicable	1	6	R\$ 2.982,40	22	668	0	1	0	1	0	1
U34	Not applicable	1	5	R\$ 1.662,40	21	1656	0	1	0	1	0	1
Z38	Not applicable	1	5	R\$ 1.003,00	85	400	0	1	0	1	0	1
R6	Not applicable	1	5,8	R\$ 640,70	20	1281	0	1	0	1	1	0
B3	Not applicable	1	6	R\$ 833,60	12	834	0	1	0	1	1	0
T52	Not applicable	1	5	R\$ 666,60	25	1333	0	1	0	1	1	1
B45	Not applicable	1	5,3	R\$ 847,30	21	847	0	1	0	1	1	1
C13	Not applicable	2	3,7	R\$ 1.023,70	11	1024	0	1	1	0	0	0
N29	Not applicable	2	4	R\$ 1.597,00	10	1597	0	1	1	0	0	0
I24	Not applicable	2	3,7	R\$ 1.333,20	26	1333	0	1	1	0	0	1
G35	Not applicable	2	4	R\$ 5.851,90	70	686	0	1	1	0	0	1
K9	Not applicable	4	4	R\$ 532,70	13	1598	0	1	1	0	1	0
H14	Not applicable	2	2,5	R\$ 900,10	13	900	0	1	1	0	1	0
J32	Go	4	3,7	R\$ 530,60	22	1592	0	1	1	0	1	1
V38	Not applicable	4	3	R\$ 786,50	68	686	0	1	1	0	1	1
E53	Not applicable	2	5	R\$ 5.211,00	17	895	0	1	1	1	0	0
Z25	Not applicable	2	6	R\$ 1.735,90	17	1350	0	1	1	1	0	0
Y53	Not applicable	2	5	R\$ 4.174,50	65	792	0	1	1	1	0	1
Y31	Not applicable	4	6	R\$ 1.435,20	43	650	0	1	1	1	0	1
L47	Not applicable	2	5,9	R\$ 724,70	20	1449	0	1	1	1	1	0
G49	Not applicable	5	6	R\$ 510,00	15	510	0	1	1	1	1	0
F19	Not applicable	2	6	R\$ 754,90	29	1510	0	1	1	1	1	1
V33	Not applicable	4	6	R\$ 569,80	21	790	0	1	1	1	1	1
S27	Go If	1	3,7	R\$ 2.375,90	20	7128	1	0	0	0	0	0
I15	No Go	1	4	R\$ 2.182,40	20	2182	1	0	0	0	0	0
V21	Go If	1	4	R\$ 4.232,50	31	4800	1	0	0	0	0	1
I25	No Go	1	4	R\$ 2.214,90	62	4430	1	0	0	0	0	1
M50	Go If	1	2,5	R\$ 916,30	20	4582	1	0	0	0	1	0
Y59	No Go	1	2	R\$ 565,30	1	73380	1	0	0	0	1	0
O10	Go If	1	4	R\$ 664,40	30	9302	1	0	0	0	1	1
Z50	No Go	1	3,7	R\$ 699,70	80	2099	1	0	0	0	1	1
E51	Go If	1	6	R\$ 2.103,20	20	2103	1	0	0	1	0	0
Z11	No Go	1	5	R\$ 5.347,10	17	4116	1	0	0	1	0	0
S28	No Go	1	6	R\$ 2.397,00	24	20000	1	0	0	1	0	1
A26	Go If	1	5,7	R\$ 1.761,10	90	5000	1	0	0	1	0	1
G10	Go If	1	5	R\$ 686,30	16	4118	1	0	0	1	1	0
O39	No Go	1	5	R\$ 964,40	10	1929	1	0	0	1	1	0
C43	No Go	1	6	R\$ 940,00	80	5640	1	0	0	1	1	1
E49	Go If	1	4,5	R\$ 883,60	30	20323	1	0	0	1	1	1
J24	Go If	2	4	R\$ 34.706,30	6	277650	1	0	1	0	0	0
F9	No Go	9	3	R\$ 1.229,80	3	30000	1	0	1	0	0	0
I28	No Go	4	2	R\$ 2.950,90	76	2689	1	0	1	0	0	1

Apresentação no Sistema							Condição com AHP					
PN	Criticidade	Quantidade por produto	LDTM (mês)	Custo	Histórico	MTBUR	Criticidade	Quantidade por produto	LDTM (mês)	Custo	Histórico	MTBUR
R49	Go If	2	4	R\$ 1.088,90	28	32667	1	0	1	0	0	1
D49	No Go	2	2,5	R\$ 805,20	12	132360	1	0	1	0	1	0
B10	Go If	2	4	R\$ 856,30	8	87792	1	0	1	0	1	0
W17	Go If	2	4	R\$ 731,90	84	2836	1	0	1	0	1	1
L50	No Go	2	3,7	R\$ 697,30	40	2789	1	0	1	0	1	1
C58	Go If	4	6	R\$ 3.016,20	15	442378	1	0	1	1	0	0
L44	No Go	2	5,7	R\$ 11.267,60	6	40095	1	0	1	1	0	0
V18	No Go	2	6	R\$ 6.806,40	35	27198	1	0	1	1	0	1
Y32	Go If	2	5	R\$ 6.970,90	31	30894	1	0	1	1	0	1
P44	Go If	4	6	R\$ 516,60	17	7232	1	0	1	1	1	0
E46	No Go	2	5	R\$ 823,60	3	311397	1	0	1	1	1	0
F12	Go If	2	5	R\$ 771,00	22	2313	1	0	1	1	1	1
A16	No Go	2	5	R\$ 670,80	96	20000	1	0	1	1	1	1
J16	Go If	1	3,7	R\$ 1.496,90	10	1497	1	1	0	0	0	0
H62	No Go	1	3	R\$ 23.886,60	10	900	1	1	0	0	0	0
I5	No Go	1	4	R\$ 2.572,90	42	600	1	1	0	0	0	1
S5	No Go	1	3,7	R\$ 5.102,00	21	600	1	1	0	0	0	1
X4	Go If	1	3,7	R\$ 615,90	14	1232	1	1	0	0	1	0
T36	Go If	1	4	R\$ 770,00	60	1540	1	1	0	0	1	1
O34	No Go	1	3,7	R\$ 591,90	40	592	1	1	0	0	1	1
K49	Go If	1	6	R\$ 1.186,30	13	1186	1	1	0	1	0	0
I8	No Go	1	6	R\$ 16.790,10	18	1350	1	1	0	1	0	0
J27	No Go	1	6	R\$ 8.250,30	90	400	1	1	0	1	0	1
O56	Go If	1	6	R\$ 3.829,30	50	1200	1	1	0	1	0	1
K56	No Go	1	5	R\$ 635,30	14	635	1	1	0	1	1	0
E30	Go If	1	5	R\$ 928,90	10	929	1	1	0	1	1	0
L17	No Go	1	4,2	R\$ 619,90	21	1240	1	1	0	1	1	1
X39	Go If	1	4,3	R\$ 826,20	52	1652	1	1	0	1	1	1
L62	No Go	2	3	R\$ 23.886,60	14	600	1	1	1	0	0	0
A5	No Go	2	3	R\$ 657,70	16	665	1	1	1	0	1	0
M21	Go If	2	3,7	R\$ 631,50	23	1263	1	1	1	0	1	1
X44	Go If	2	3	R\$ 792,40	71	792	1	1	1	0	1	1
S4	Go If	2	5	R\$ 1.025,40	10	1025	1	1	1	1	0	0
X22	Go If	2	4,3	R\$ 1.283,30	12	1283	1	1	1	1	0	0
D5	No Go	4	4,7	R\$ 2.911,30	70	664	1	1	1	1	0	1
E56	Go If	2	6	R\$ 18.551,20	44	650	1	1	1	1	0	1
H46	Go If	2	5	R\$ 881,70	15	882	1	1	1	1	1	0
V43	No Go	2	6	R\$ 856,10	10	856	1	1	1	1	1	0
F23	Go If	2	5	R\$ 501,70	30	1505	1	1	1	1	1	1
U11	Go If	5	5,3	R\$ 512,30	22	512	1	1	1	1	1	1

APÊNDICE B - Quantidade de Peças de Reposição por Combinação

Criticidade (C)	Quantidade por produto (Q)	LDTM (L)	Custo (U)	Histórico (H)	MTBUR (M)	Número de Peças (AHP)
0	0	0	0	0	0	134
0	0	0	0	0	1	109
0	0	0	0	1	0	32
0	0	0	0	1	1	53
0	0	0	1	0	0	90
0	0	0	1	0	1	79
0	0	0	1	1	0	24
0	0	0	1	1	1	45
0	0	1	0	0	0	65
0	0	1	0	0	1	54
0	0	1	0	1	0	15
0	0	1	0	1	1	28
0	0	1	1	0	0	56
0	0	1	1	0	1	40
0	0	1	1	1	0	17
0	0	1	1	1	1	21
0	1	0	0	0	0	21
0	1	0	0	0	1	6
0	1	0	0	1	0	40
0	1	0	0	1	1	10
0	1	0	1	0	0	10
0	1	0	1	0	1	5
0	1	0	1	1	0	9
0	1	0	1	1	1	7
0	1	1	0	0	0	8
0	1	1	0	0	1	4
0	1	1	0	1	0	38
0	1	1	0	1	1	12
0	1	1	1	0	0	2
0	1	1	1	0	1	5
0	1	1	1	1	0	5
0	1	1	1	1	1	4
1	0	0	0	0	0	55
1	0	0	0	0	1	34
1	0	0	0	1	0	18
1	0	0	0	1	1	21
1	0	0	1	0	0	113
1	0	0	1	0	1	61
1	0	0	1	1	0	15
1	0	0	1	1	1	18
1	0	1	0	0	0	37
1	0	1	0	0	1	19

Criticidade (C)	Quantidade por produto (Q)	LDTM (L)	Custo (U)	Histórico (H)	MTBUR (M)	Número de Peças (AHP)
1	0	1	0	1	0	7
1	0	1	0	1	1	8
1	0	1	1	0	0	77
1	0	1	1	0	1	43
1	0	1	1	1	0	14
1	0	1	1	1	1	14
1	1	0	0	0	0	2
1	1	0	0	0	1	3
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	1	1	3
1	1	0	1	0	0	2
1	1	0	1	0	1	5
1	1	0	1	1	0	3
1	1	0	1	1	1	4
1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	1	3
1	1	1	1	0	0	2
1	1	1	1	0	1	3
1	1	1	1	1	0	4
1	1	1	1	1	1	3

APÊNDICE C - Classificação e Valores das Combinações dos Critérios

Combinação dos Critérios	Classif.	Prioridade Relativa	Combinação dos Critérios	Classif.	Prioridade Relativa
C-M-H-L-Q-U	1	100,00	C-M	33	47,66
C-M-H-L-U	2	94,67	H-L-U	34	47,02
C-M-H-L-Q	3	94,23	H-L-Q	35	46,57
C-M-H-Q-U	4	92,60	H-Q-U	36	44,94
C-M-H-L	5	88,90	C-L-Q-U	37	43,62
C-M-H-U	6	87,28	H-L	38	41,24
C-M-H-Q	7	86,83	M-L-Q-U	39	41,04
C-M-H	8	81,50	H-U	40	39,62
C-H-L-Q-U	9	77,46	H-Q	41	39,17
M-H-L-Q-U	10	74,88	C-L-U	42	38,29
C-H-L-U	11	72,13	C-L-Q	43	37,84
C-H-L-Q	12	71,69	C-Q-U	44	36,22
C-H-Q-U	13	70,06	M-L-U	45	35,71
M-H-L-U	14	69,56	M-L-Q	46	35,27
M-H-L-Q	15	69,11	H	47	33,84
M-H-Q-U	16	67,48	M-Q-U	48	33,64
C-H-L	17	66,36	C-L	49	32,52
C-M-L-Q-U	18	66,16	C-U	50	30,89
C-H-U	19	64,73	C-Q	51	30,44
C-H-Q	20	64,29	M-L	52	29,94
M-H-L	21	63,78	M-U	53	28,31
M-H-U	22	62,16	M-Q	54	27,87
M-H-Q	23	61,71	C	55	25,12
C-M-L-U	24	60,83	M	56	22,54
C-M-L-Q	25	60,38	L-Q-U	57	18,50
C-H	26	58,96	L-U	58	13,17
C-M-Q-U	27	58,76	L-Q	59	12,72
M-H	28	56,38	Q-U	60	11,10
C-M-L	29	55,06	L	61	7,40
C-M-U	30	53,43	U	62	5,77
C-M-Q	31	52,98	Q	63	5,33
H-L-Q-U	32	52,34			