

## **6. Estudo de Caso**

O estudo de caso foi realizado em uma empresa fornecedora de conjuntos de peças para a indústria automobilística. A empresa, em face ao aquecimento do mercado consumidor de automóveis, tem buscado uma reorganização a fim de atender, a um aumento da carteira de clientes e do mix de produtos.

Nesse contexto, sucintamente, apresenta-se uma demonstração estatística da atuação do setor automobilístico na economia do Brasil e, posteriormente, uma caracterização da cadeia produtiva da indústria automobilística, demonstrando a relação montadora-fornecedor, embasando o contexto atual da empresa estudada, posteriormente o estudo de caso foi detalhado.

### **6.1 Considerações Iniciais**

A Federação da Indústria do Estado de Minas Gerais (FIEMG) divulgou<sup>5</sup> que a produção industrial de Minas Gerais foi destaque durante todo o ano de 2007, apresentando taxas de crescimento superiores à média nacional. Os maiores destaques foram as taxas de crescimento dos setores de máquinas e equipamentos (21,8%) e veículos automotores (21,3%).

O crescimento nacional da Indústria Automobilística é demonstrado através do gráfico 5, onde a produção de veículos automotivos foi de 2,61 milhões, representando o maior resultado do setor em unidades produzidas da última década.

A importância estratégica conferida ao complexo automotriz deve-se a sua repercussão na economia do Brasil. Em 2007, o setor automotivo foi responsável por 18% do PIB (Produto Interno Bruto) industrial e por 5% do PIB nacional (FERNANDES E ROLLI, 2007).

---

<sup>5</sup> A divulgação foi através do documento denominado “Balanço da Economia Mineira e Brasileira em 2007 e Perspectivas para 2008”, disponível em <http://www.fiemg.org.br>.

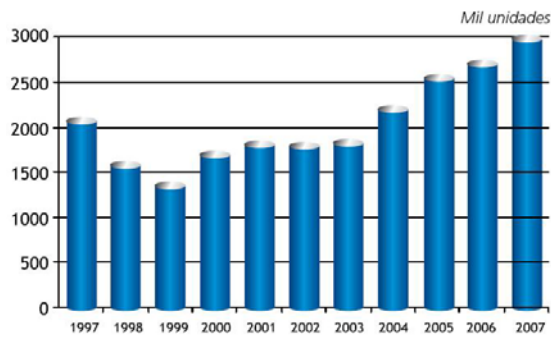


Gráfico 5 – Crescimento Nacional da Indústria Automobilística

Fonte: ANFAVEA (2008)

O êxito do setor automobilístico é consequência de um contexto de reestruturação produtiva e organizacional devido a reconfiguração da produção, da organização do trabalho, da gestão da cadeia produtiva e da relação montadora-fornecedor. O aspecto central dos novos arranjos produtivos adotados no Brasil é a descentralização das atividades menos estratégicas pelas montadoras (SEGRE, MARMOLEJO e DUMANS, 1998).

Atualmente, a relação entre as montadoras e as empresas fornecedoras é caracterizada pela redução do número de fornecedores diretos e pela promoção de uma maior interação dos membros da cadeia produtiva. A relação se estabelece no processo de gerenciamento de uma produção mais rápida, enxuta e flexível (*Just in time*), e até mesmo no desenvolvimento cooperativo, simultâneo e coordenado das atividades de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), intensificando o fluxo de informação entre eles (SEGRE, MARMOLEJO e DUMANS, 1998).

O novo padrão de relacionamento entre montadoras de veículos e fornecedores é caracterizado por alguns fatores (CANGUE, GODEFROID e SILVA, 2004):

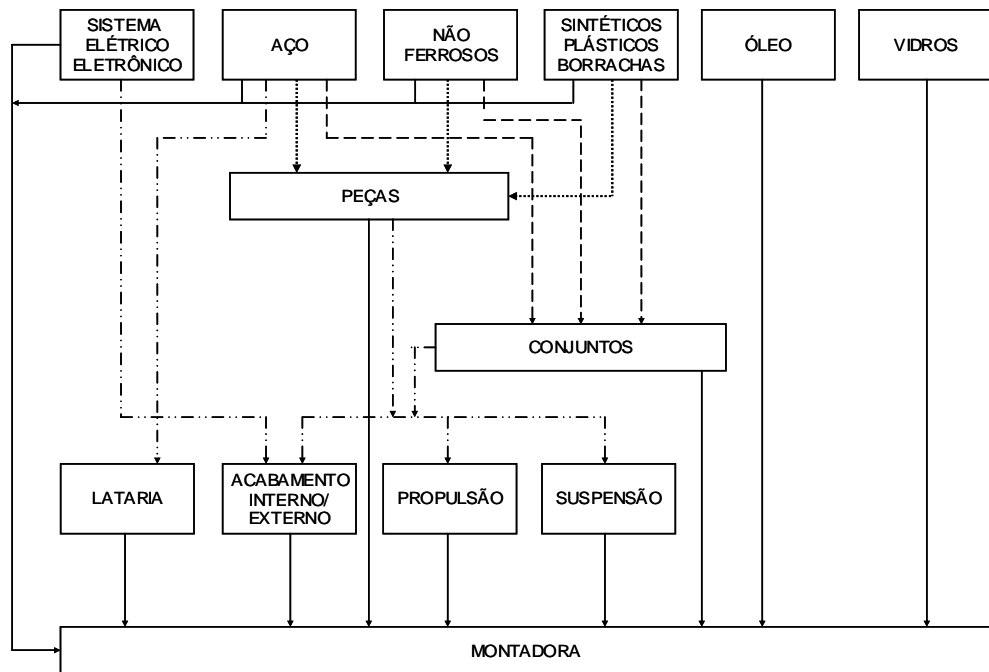
- ✓ Entrega de peças e partes montadas em sistemas ou conjuntos;
- ✓ Criação de uma elite de fornecedores, chamados de primeiro nível, com os quais as montadoras relacionam-se preferencialmente;
- ✓ Prática de preços internacionais e exigência de qualidade internacional;
- ✓ Realização de contratos de compra durante a vida útil do veículo, condicionados a uma série de compromissos/ metas a serem atingidos pelos fornecedores;

- ✓ Pressões para a obtenção de ganhos anuais de produtividade e seu repasse para os preços dos componentes automobilísticos fabricados;
- ✓ Transferência de investimentos, de atividades produtivas e de engenharia das montadoras para seus fornecedores;
- ✓ Realização de projetos de engenharia em parceria para novos produtos;
- ✓ Pressões para associações internacionais;
- ✓ Atuação de empresas em escala mundial.

As relações entre os fornecedores de vários níveis e as montadoras na cadeia produtiva da indústria automobilística são indicadas na figura 12. O fornecimento em subconjuntos significa repassar aos fornecedores os custos associados à montagem: os custos diretos, pois os salários das autopeças tendem a ser menor em comparação às montadoras, e os custos indiretos, que envolvem toda a estrutura de gestão relativa à montagem e compra dos componentes. Outra vantagem da divisão do veículo em subconjuntos é a possibilidade de reduzir os tempos de fabricação do produto final (DIAS, GALINA e SILVA, 1999).

A hierarquia apresentada expõe os diferentes níveis de fornecimento da cadeia automobilística, sendo que cada um deles é caracterizado pelo grau de complexidade e de valor agregado dos produtos fabricados. A figura 12 explicita as relações desta cadeia produtiva, relacionando para cada nível o tipo de produto fabricado, bem como indicando o fluxo dos produtos fornecidos.

As empresas de primeiro nível se caracterizam por desenvolver produtos e administrar sua própria rede de fornecedores, atendendo a montadora através do fornecimento de subsistemas completos, prontos para serem montados. Já as empresas de segundo nível, são os fornecedores de componentes, peças e materiais para as de primeiro nível, pois tem um maior desempenho em tecnologia de processo, enquanto que, as de terceiro nível e a base relacionam-se à aquelas, através do fornecimento de peças isoladas e materiais com pouco valor agregado.



Nível	Base	3º	2º	1º	Montadora
Produto	Matéria-prima	Componentes	Conjuntos	Sistemas	Veículos
Fluxo de Fornecimento		.....→	---→	-.-.-→	→

Figura 12– Cadeia Produtiva da Indústria Automobilística

Fonte: DIAS, GALINA e SILVA, 1999.

A integração representada na cadeia produtiva entre montadoras e fornecedores é pautada em acordos e exigências. Apoiada no poder de barganha, a montadora exige dos fornecedores o cumprimento dos cinco objetivos de desempenho, que dão à função manufatura a vantagem competitiva (CANGUE, GODEFROID e SILVA, 2004):

- I. Qualidade – Adequação ao uso, atendimento às exigências da montadora, certificação do sistema de qualidade;
- II. Velocidade – fornecimento *just in time*;
- III. Confiabilidade – confiabilidade de entrega dentro das especificações exigidas;
- IV. Flexibilidade – capacidade da operação produtiva de variar e adaptar-se a uma nova demanda;
- V. Custo – é um critério competitivo universalmente atraente.

O quadro 20 demonstra detalhadamente o resultado de uma pesquisa realizada pelo Departamento de Engenharia de Produção da USP, em aproximadamente 200 empresas de autopeças, radicadas no Brasil, em que foram identificadas as principais exigências das montadoras em relação aos fornecedores (SALERMO *et al*, 2001):

Quadro 20 – Principais exigências aos fornecedores

	Está entre as 5 principais exigências	É exigência	Não é exigência
Certificação de qualidade, sistemas de auditoria	80	113	17
Flexibilidade de volume, prazos e mix de entregas	70	110	30
Serviço de pós-venda/ assistência técnica	64	84	62
Padrões internacionais de qualidade, quantidade e preço	59	115	36
Formação técnica e educacional de mão-de-obra	49	50	127
Capacidade financeira para investimentos	49	50	111
Interligação via meio-eletrônico	36	63	111
Desenvolvimento conjunto de novos produtos/ processos e/ou atividades de P&D	33	86	91
Fornecimento de subconjuntos	26	33	151
<i>Follow-sourcing</i>	23	24	163
Disponibilização de engenheiro ou técnico residente	21	22	167
Localização a poucos quilômetros	19	20	171
Parceria tecnológica com empresas e/ou instituição de tecnologia	18	37	155
Centro técnico instalado a poucos quilômetros	12	19	179

Fonte: SALERMO *et al* (2001)

Percebe-se que a flexibilidade de volume, mix e prazos de entrega, padrões internacionais de qualidade, quantidade e preço, certificação de qualidade e sistemas de auditoria, cooperação na P&D e interligação via meio-eletrônico representam os requisitos que tem forte incidência dentro da cadeia produtiva, representando fatores críticos de sucesso.

## 6.2 A empresa

A organização na qual foi realizado o estudo de caso foi denominada pelo autor como *Alfa*. É uma empresa fundada em 1974, possuindo aproximadamente 2.850 empregados distribuídos em três unidades de negócio (figura 13).

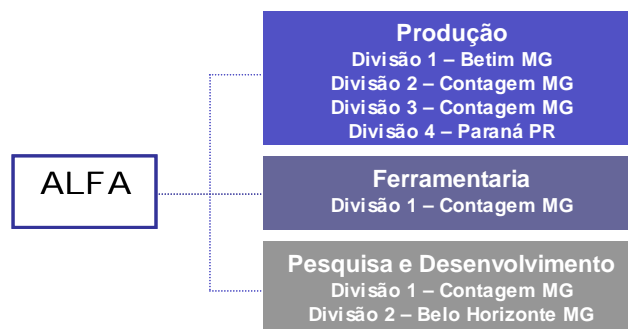


Figura 13 – Unidades de negócio da empresa *Alfa*

A produção é subdividida em quatro divisões: na divisão 1 está o centro de produção com linhas automatizadas (robôs) para produção de conjuntos/ sistemas montados como suspensão traseira, eixo traseiro e tanque de combustível. Na divisão 2, está o centro de produção de prensa e solda, produzindo conjuntos/ sistemas estampados e soldados. Já na divisão 3 está o centro de produção de conjuntos para atender ao mercado de reposição para veículos que saíram de linha e, na divisão 4, está o centro de produção de estamparia pesada e soldagem para conjuntos de caminhões.

A unidade de ferramentaria é o local onde se desenvolve e fabrica o ferramental das prensas. Consiste em blocos de aço usinados com o contorno das peças a serem estampadas, formando os moldes. O grau de complexidade da peça vai determinar o número de operações necessárias para que seja obtida a forma final, e, portanto, o número de ferramentas. O desenvolvimento das ferramentas é uma atividade importante, envolvendo capacidade de engenharia e conhecimento da tecnologia, além de mão-de-obra experiente. A *Alfa* é uma das poucas empresas que fabricam ferramental para as montadoras, devido aos custos elevados e o caráter confidencial do ferramental.

A última unidade de negócios é a de Pesquisa e Desenvolvimento. Em parceria com as montadoras, a *Alfa* possui, na divisão 1, o centro de engenharia, onde são desenvolvidos e simulados, via recursos computacionais, novos produtos e processos e, na divisão 2, está o centro de protótipo, a fim de testar e validar a inovação.

A figura 14 demonstra a relação entre a empresa *Alfa* e as montadoras:



Figura 14 – Relacionamento entre a empresa *Alfa* e as montadoras

Para o estudo proposto nesta dissertação, a aplicação da ferramenta de multicritério (AHP) para análise de investimentos em AMT foi testada na unidade de Produção, especificamente na divisão 2, de produção de conjuntos estampados e soldados.

### 6.3 Experimento Ilustrativo

Para operacionalizar a pesquisa, o levantamento de dados e respaldar a tomada de decisão, foi proposto pelo autor um *framework*, subdividido em cinco etapas (figura 15).

Esse procedimento racional resultou em um diagnóstico da situação atual do processo produtivo, relacionando os recursos e capacidades industriais existentes mais os requisitos do mercado. Ao construir a representação do cenário atual foi possível identificar os gargalos do sistema produtivo, e posteriormente, identificar os benefícios tangíveis e intangíveis requeridos na produção. A partir daí, os dados auxiliaram na análise de investimento em AMT, através de um modelo multicriterial,

a fim de verificar o grupo de tecnologia que favoreceria a minimização dos gargalos encontrados no sistema produtivo.

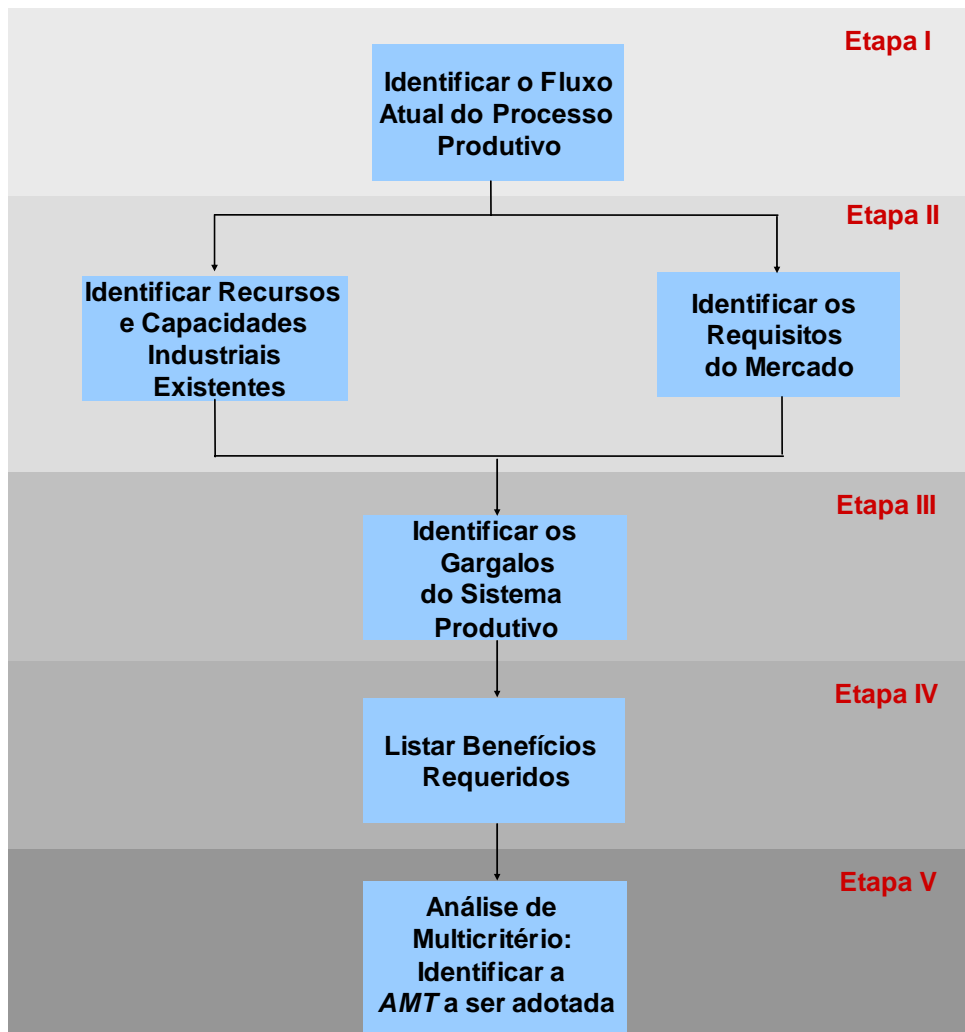


Figura 15 – *Framework* desenvolvido para experimento ilustrativo

### 6.3.1 Operacionalização do *framework* proposto

#### Etapa I – Identificar o Fluxo Atual do Processo Produtivo

A terceirização da estamparia foi a estratégia que as montadoras encontraram para descarregar sua linha de prensas e ampliar a capacidade instalada para estampar peças nobres.

A atividade de estamparia faz parte do setor metal-mecânico, tendo como principal equipamento produtivo a prensa. Na empresa *Alfa*, há uma grande diversidade de produtos estampados como dobradiças, caixa de roda, alavancas de câmbio,



suportes, travessas de suspensão, eixos dianteiros e traseiros, bem como conjuntos internos e externos da carroceria (laterais de porta, capôs, assoalhos, caçamba, etc).

A divisão de estamparia caracteriza-se por ser intensiva em capital e tecnologia, tanto na produção das peças, quanto no desenho e confecção das ferramentas, necessitando de uma forte capacidade logística. A figura 16 ilustra o fluxo atual do processo produtivo da empresa *Alfa*, na divisão de estamparia e solda.

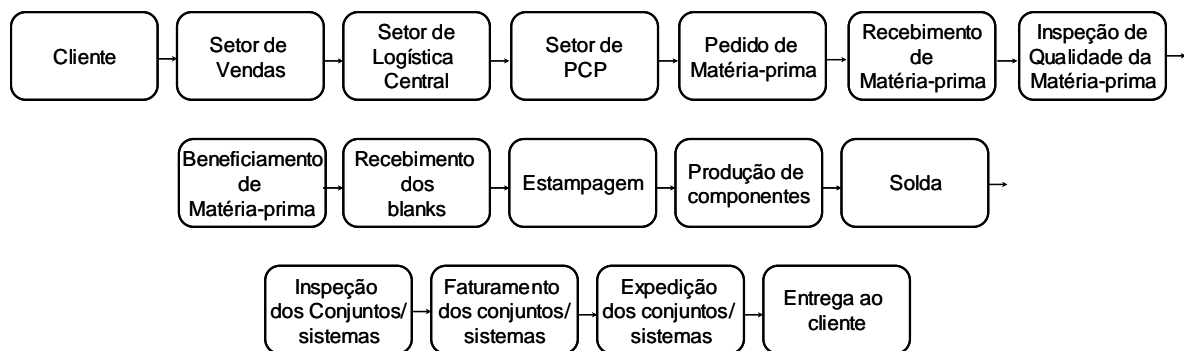


Figura 16 – Processo produtivo empresa *Alfa*

No início do ano, as montadoras repassam para os fornecedores uma previsão anual do volume de carros a produzir. A título de atualização, e mediante alterações ocorridas no percurso, mensalmente, as montadoras enviam para o setor de vendas via EDI (Troca Eletrônica de Dados, *do inglês*, Electronic Data Interchange), através do documento “*Release*”, a demanda do mês mais uma provisão de dois meses (o que é chamado de: M+2). Este documento é repassado automaticamente para a logística central.

A logística central, via AS400, executa as explosões e monta o Plano Mestre de Produção, que é enviado para o setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP). É responsabilidade do setor de PCP, após o recebimento do pedido, avaliar as capacidades produtivas, levantando as restrições das plantas de produção, informando para o setor de vendas, se não for possível atender à demanda.

Após avaliação do Plano Mestre de Produção (PMP), o PCP roda o MRP (Planejamento das Necessidades de Materiais, *do inglês*, Material Requirements Planning), a fim de minimizar o investimento em inventário.

Ao finalizar os cálculos das necessidades de materiais, são programadas as ordens de fabricação e, em paralelo, são despachados os pedidos de matéria-prima (MP), que quando recebidos passam pela inspeção de qualidade.

O meio eletrônico de informação é o sistema computacional AS400 plataforma MS-DOS (*do inglês*, MicroSoft Disk Operating System). As ordens de fabricação, acompanhada da solicitação do cliente (impostação diária), são repassadas via formulário (papel) para os supervisores das áreas produtivas.

Inicialmente, as chapas laminadas de aço plano (MP predominante), na forma de bobinas, são desbobinadas e cortadas (beneficiamento da MP) nos tamanhos pré-estabelecidos para cada peça (componente) a ser fabricada. Estas chapas cortadas são denominadas *blanks* e farão a alimentação das prensas.

Na operação de estampagem, os blanks passam por uma série de pesadas prensas, em geral de 4 a 7 toneladas, onde é feita a conformação da chapa, dando-lhe o formato de uma porta, teto, capô, lateral, assoalho, etc. Essas são as peças de maiores dimensões e irão compor a superfície externa do veículo. Associada a cada uma destas, são preparadas as peças internas, com função basicamente estrutural.

A tendência, no setor de estamparia da empresa *Alfa*, tem sido a instalação das chamadas prensas *transfer*, no lugar de uma linha de 4 ou mais prensas individuais. Estes equipamentos consistem em uma série de ferramentas (almofadas) alinhadas em uma só estrutura, com um sistema de carga e descarga automático para transferir os painéis entre as almofadas. São desenhadas para rápidas mudanças de ferramentas (5 a 20 minutos) e, pelo seu alto custo e alta produtividade, é econômico controlá-las por um sistema sofisticado de automação.

A remoção de todas as prensas convencionais por prensas *transfer* ainda é estudada, tendo em vista o custo do investimento, que pode ir de US\$ 8 milhões até US\$ 30 milhões cada.

Uma vez que todas as peças foram conformadas (estampadas), estas são reunidas formando, por exemplo, uma carroceria ou cabine, e levadas à linha de solda, para

fazer o fechamento, tornando o conjunto estável. Na *Alfa*, têm-se operações de solda automatizadas, realizadas por grupos de robôs e operações de solda realizadas manualmente, por funcionários.

Finalizada a produção dos conjuntos/ sistemas, estes são inspecionados para verificar o cumprimento dos padrões de qualidade exigidos pelas montadoras, sendo então faturados e expedidos para entrega aos clientes.

## **Etapa II – Identificação de recursos e capacidades industriais e identificação de requisitos do mercado**

### **Ila. Identificar recursos e capacidades industriais existentes:**

Os recursos e capacidades industriais que compõe o arsenal industrial da *Alfa*, na divisão 2, são:

#### ✓ **Tecnologia da Informação:**

Interno: Há um setor, ainda incipiente, responsável pela tecnologia de informação que apóia o setor produtivo, no que diz respeito ao uso do sistema computacional AS400. Não é um setor que desenvolve softwares e/ou inovações para melhoria do sistema de informação.

Com os fornecedores: Através de aviso eletrônico (e-mail), os fornecedores recebem planilhas com todas as informações referentes ao pedido, como quantidade, mix de produtos, data da entrega, etc.

Com as montadoras: Através do EDI, a montadora envia a demanda anual e mensal, e para toda e qualquer alteração nos pedidos, são enviados para a *Alfa* informações automáticas via e-mail. Além das alterações no pedido, a empresa recebe também informações de todos os débitos, caso existam, como por exemplo, produtos que foram entregues fora dos padrões de conformidade definidos.

#### ✓ **Tecnologia para Controle da Produção**

Controle das ordens de produção: Com base nas informações do AS400, o setor de PCP gera as ordens de produção, as quais são repassadas via papel para os supervisores das áreas produtivas. Ao final do turno, os supervisores devolvem as ordens preenchidas com as informações de peças/conjuntos produzidos, sendo que o setor de PCP alimenta os dados no sistema.

Controle de estoque: Todo mês é realizado o inventário da empresa manualmente. Mês a mês, através do sistema, o PCP controla as entradas, a produção e as saídas. Cada programador de PCP é responsável por uma carteira de clientes e fornecedores.

Controle de manutenção: É realizada a manutenção corretiva.

Controle de Qualidade: é utilizado o QSB (Sistema Básico de Qualidade, *do inglês*, Quality System Basic).

✓ **Mão de obra:**

Qualificação: Nível operacional, escolaridade segundo grau e Nível técnico, escolaridade curso técnico ou superior.

Treinamento: Treinamento para atacar problema detectado. Exemplos de treinamentos já ofertados: Qualidade, solda, segurança, pontes rolantes, gestão, liderança, Kaizen, *Lean Manufacturing*.

✓ **Diferencial competitivo:**

A empresa *Alfa* tem capacidade financeira para adequação às novas relações entre montadora e fornecedor, como por exemplo, serão abertas cinco novas unidades próximas às montadoras para atender a demanda vigente.

✓ **Relacionamento com fornecedores:**

Quantidade de fornecedores: Cinquenta e sete.

Política com fornecedores: a empresa não informou, sendo a informação de caráter estritamente confidencial.

✓ **Maquinário:**

Tipos de máquinas automatizadas: Prensas automáticas (*transfer*) e robótica.

✓ **Capacidade de produção:**

Volume de produção: Conjuntos/ sistemas soldados: 39.000 por dia e Prensa– 49.000 peças por dia.

Mix de produtos: 1.900 conjuntos diferentes

Horário de funcionamento: A produção funciona 24 (vinte quatro) horas/dia, com revezamento de turno.

## IIb. Identificar os requisitos do mercado:

A identificação dos recursos e capacidades industriais aliados a identificação dos requisitos de mercado são perspectivas que auxiliam na definição de ações futuras (decisões estruturais), rumo aos objetivos estratégicos para a manufatura.

Como sinalizado anteriormente, a cadeia produtiva no ramo automobilístico obedece a uma hierarquização dos fornecedores em diferentes níveis. A empresa *Alfa* é identificada como fornecedora de 1º nível e cumpre alguns critérios de qualificação, impostos pelos clientes (montadoras), que são traduzidos nos cinco objetivos de desempenho da função manufatura (quadro 21):

Quadro 21 - Requisitos do mercado

Requisitos do Mercado	Objetivo de desempenho	Ações da empresa <i>Alfa</i> aos requisitos do mercado
Cumprimento das especificações de qualidade	Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificação ISO 9001, ISO 14000.</li> <li>• Adoção da FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falhas, <i>do inglês</i>, Failure Mode and Effect Analysis): usado para sistematizar a avaliação da criticidade dos modos de falhas.</li> <li>• Adoção da ISO/TS é uma norma automotiva mundial a qual foi elaborada conjuntamente pelos membros da Força Tarefa Internacional Automotiva (IATF).</li> <li>• Adoção do MASP (Método para Análise e soluções de problemas): utilizado para análise de problemas, determinação de suas causas e elaboração de planos de ação para eliminação dessas causas.</li> <li>• QSB (Sistema Básico de Qualidade, <i>do inglês</i>, Quality System Basic)</li> </ul>
Entrega rápida	Rapidez	Entrega <i>Just in Sequence</i> (JIS): os conjuntos são entregues pela <i>Alfa</i> na seqüência adequada para entrar na linha de montagem final. Este esquema é viabilizado pelo sistema de troca de informações via EDI, permitindo que a programação de montagem seja entregue à <i>Alfa</i> com antecedência da montagem do carro. Para assegurar qualquer eventualidade e por exigência das montadoras, a <i>Alfa</i> mantém um estoque de segurança no pátio, sendo que a quantidade e o tempo do estoque varia de montadora para montadora.
Entrega confiável	Confiabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilância por parte do setor de inspeção para que o produto chegue ao cliente de acordo com os requisitos pré-estabelecidos de qualidade.</li> <li>• Assistência técnica: há assistentes técnicos residentes nas montadoras para acompanhar os processos e necessidades que venham surgir.</li> <li>• Resultado financeiro positivo: demonstra capacidade financeira e disponibilidade de recursos               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumprimento dos prazos de entrega</li> <li>• Trabalha com estoques de segurança.</li> </ul> </li> </ul>
Habilidade para mudar quantidade, mix dos produtos	Flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atendimento e resposta às oscilações de volume e mix de produtos.</li> </ul>
Preço baixo	Custo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É estabelecida como cláusula de contrato que a empresa <i>Alfa</i> deve “manter a competitividade no preço”, e o não cumprimento pode incorrer em troca de fornecedores com condições mais vantajosas.</li> <li>• “Qualidade, flexibilidade, confiabilidade e rapidez são requisitos necessários para a homologação de um fornecedor, mas o menor preço é o fator ganhador de pedidos” (Palavras do diretor de produção <i>Alfa</i>)</li> </ul>

### **Etapa III. Identificar os gargalos do sistema produtivo**

A empresa *Alfa* trabalha junto às montadoras com o fornecimento *Just in Time*. Diariamente, são fornecidos aproximadamente 39.000 mil conjuntos, o que requer uma administração efetiva do fluxo de materiais e informações entre fornecedores e montadoras e, internamente, entre os setores que dão suporte à produção, garantindo o fluxo contínuo da produção.

A seguir serão discutidos, baseados nos diagnósticos da etapa II, Recursos e capacidades industriais e requisitos do mercado e os gargalos recorrentes na divisão 2.

Conforme relatado pelo diretor de produção, o gargalo central da divisão de produção 2 está na confiabilidade das informações. O recurso computacional que a empresa possui é o AS400. Enquanto a empresa atendia somente a montadora FIAT, o sistema suportava o volume de dados, mas com o aumento da carteira de clientes e conseqüente aumento do volume e mix de produção, a plataforma ficou sobrecarregada, o que dificulta o armazenamento, o gerenciamento e o controle dos dados da produção.

Quando o setor de PCP, via AS400, gera as ordens de produção, essas são repassadas para os supervisores de produção, via formulários. Os formulários retornam ao final do turno com as informações do tipo: mix de produto produzido, volume produzido, tempo de *setup*, tempo de manutenção das máquinas, etc. Essas informações são alimentadas no sistema, sendo recorrentes os erros na digitação, por dois motivos: o primeiro, devido aos apontamentos incorretos dos supervisores (às vezes esquecem de anotar determinada informação ou anotam os dados baseados em aproximações não em dados reais) e, em segundo, pela falha dos programadores ao digitar os dados.

Durante o dia, devido a dificuldade de se carregar o sistema hora a hora, a informação sobre a produção não é on-line, o que gera ineficiência no gerenciamento do processo produtivo. Somente no dia seguinte, consegue-se visualizar os apontamentos sobre estoque, quantidade produzida, produção

programada e não realizada, necessidade de materiais, perdas, manutenção realizada e que não estava programada, o planejamento da mão-de-obra, etc.

Como conseqüência dessa ineficiência, foi relatado que quando a empresa não consegue produzir dentro dos prazos e freqüências acordados, o atraso na entrega gera muitas junto aos clientes, pois provoca parada no fluxo de produção da montadora. Ressalta-se que, algumas montadoras exigem o estoque de segurança de dois dias, mas outras o estoque de segurança é de quatro horas, o que exige um controle ainda maior dos fornecedores. Nesse ponto, ocorria quebra do requisito do mercado: rapidez e confiabilidade.

Outro agravante, era a parada da linha de produção para manutenção. A empresa trabalha com a manutenção corretiva e não preventiva, mesmo porque o sistema utilizado não possibilitava o lançamento de dados sobre as máquinas para estabelecer uma análise estatística da disponibilidade de máquinas aliada à programação da produção. A ocorrência da manutenção era programada dedutivamente pelos técnicos responsáveis. Portanto, era imprevisível a data, o horário e o tempo de manutenção. Quando ocorria, dependia do *expertise* do supervisor de produção para remanejar o fluxo produtivo, e nem sempre o problema era transtornado com impacto mínimo.

A falta de confiabilidade dos dados gerava falta e/ou atraso de matéria-prima, faltando mão-de-obra, e, às vezes, para recuperar as perdas e cumprir com o pedido, tinha-se um gasto financeiro alto com horas extras.

Como forma de assegurar a entrega do pedido dentro dos prazos delimitados, a solução imediata era gerar estoques de peças e conjuntos. Para tal, as linhas de produção estavam frequentemente sobrecarregadas com estoques em processo, e, quando o cliente solicitava alguma alteração de mix de produto ou quantidade, a flexibilidade era dificultada. Isto gerava problemas de refugo e qualidade, pois tinha-se que parar uma produção em processo, para iniciar outra, sendo que, as vezes perdia-se o que estava sendo produzido. Em relação à qualidade, como a informação era repassada via formulário, as pequenas alterações de peças não eram observadas, chegando ao cliente peças erradas.

O impacto direto dos gargalos da produção está no aumento do custo de produção. Apesar do resultado final de rentabilidade comprovada pela lucratividade anual, a receita da empresa sofria redução, pelos problemas ora apresentados.

#### **Etapa IV. Listar Benefícios Requeridos**

A quarta etapa consta do levantamento dos benefícios requeridos pela função manufatura após a identificação dos gargalos nas capacidades industriais e na identificação dos requisitos de mercado. Para suportar tal definição, foi repassada ao diretor de produção a tabela de benefícios tangíveis e intangíveis listada no capítulo 3, onde se definiu os principais benefícios requeridos atualmente pela empresa. O quadro 22 apresenta o resultado desta análise:

Quadro 22 – Benefícios tangíveis e intangíveis requeridos pela empresa *Alfa*

<b>Intangíveis</b>	Aumento da flexibilidade do produto e processo
	Aumento da facilidade de operação
	Aumento do potencial para inovação dos produtos e processos
	Aumento da habilidade de integração das operações
	Melhoria no gerenciamento das operações
	Agilidade na resolução dos problemas
<b>Tangíveis</b>	Melhoria no gerenciamento da informação
	Redução setup
	Redução de espaço recinto
	Redução do estoque
	Redução de defeitos
	Redução de retrabalho
	Redução no tempo de entrega
Aumento da qualidade no produto e processo	

#### **Etapa V. Análise de multicritério: Identificar a AMT a ser adotada**

Tendo identificado os gargalos e os benefícios requeridos pela empresa, aplicar-se-á o método AHP para várias alternativas de AMTs, a fim de selecionar a melhor alternativa de investimento, a qual atenda a empresa no cumprimento dos requisitos do mercado. Seguindo os três princípios do pensamento analítico, demonstrados no capítulo 4, seguem as etapas de construção e resolução de um problema de decisão com o uso de um modelo multicriterial:



### i) Construção de Hierarquia

A árvore hierarquizada foi formulada pela pesquisadora, considerando-se as variáveis escolhidas para análise do problema como principais e concernentes com o discurso apresentado até aqui, baseado no referencial teórico e no diagnóstico da empresa.

A hierarquia é apresentada em quatro níveis (figura 17):

Nível 1: é o objetivo global, aqui representado pela “Escolha do grupo de AMT”.

Nível 2: Refere-se aos critérios definidos para avaliação dos grupos de AMT. Será julgada a importância de cada critério em face aos requisitos do mercado.

Nível 3: Trata-se dos sub-critérios representados pelos benefícios tangíveis e intangíveis requeridos pela empresa. Será julgada a importância de cada um para o alcance dos requisitos do mercado.

Nível 4: Representa as alternativas de decisão, ou seja, os grupos de AMTs.

A seguir, tem-se uma descrição de todos os atributos apresentados na hierarquia. Dois aspectos são destacados nesta descrição: a definição do atributo e como ele poderá ser medido.

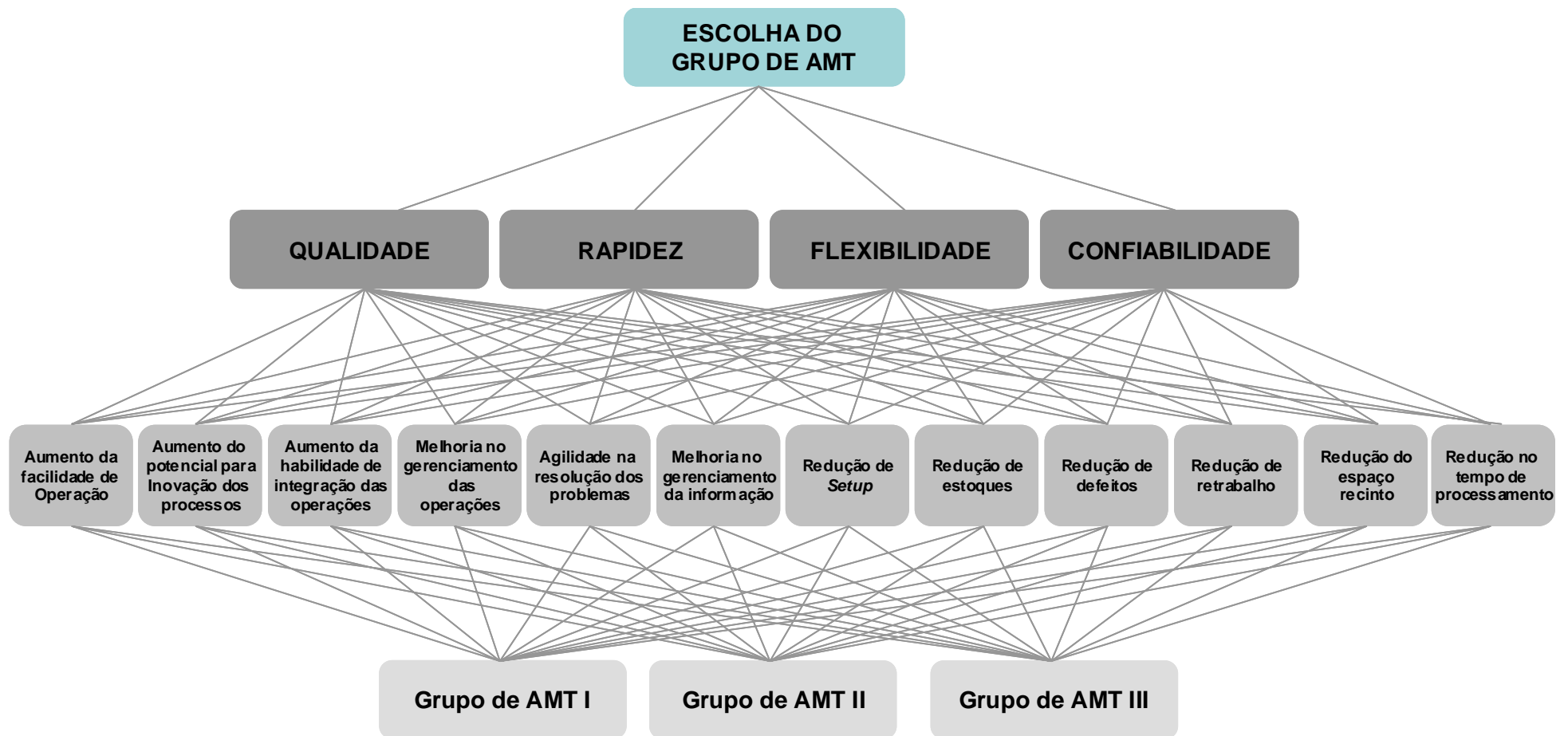


Figura 17 – Árvore Hierárquica de decisão

*Qualidade:* Esse critério está relacionado com a capacidade das AMTs auxiliarem no processo interno, evitando erros durante a produção e oferecendo o produto ao cliente final dentro das especificações/ conformidades exigidas.

*Rapidez:* Diz respeito à capacidade das AMTs reduzirem o *Lead time* de produção (tempo entre a chegada de matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente).

*Flexibilidade:* Diz respeito à capacidade das AMTs em proporcionar à empresa habilidade para mudar o mix de produto e o volume de produção.

*Confiabilidade:* Critério relacionado ao cumprimento do prazo de entrega e das especificações previamente definidas.

*Custo:* O custo como requisito do mercado não foi incluído nos critérios por escolha da mestranda, apoiada em Slack (1993), onde o autor diz que qualidade livre de erros, um fluxo rápido, entregas internas confiáveis e uma operação flexível contribuem para os custos baixos da manufatura, tanto direta ou indiretamente. Se o critério fosse inserido, refletiria redundância no momento das comparações paritárias, devido à dificuldade em estabelecer independência em relação aos outros.

Os sub-critérios do nível 3 representam os benefícios requeridos pela empresa. As AMTs serão avaliadas no que diz respeito a capacidade para proporcionar ao setor produtivo os benefícios atualmente determinados como prioritários.

*Aumento da facilidade de operação:* Avaliar os grupos de AMTs no quesito redução de erros no processo produtivo e aumento da produtividade pela facilidade de manuseio pelo trabalhador.

*Aumento do potencial para inovação dos processos:* Diz respeito a capacidade das AMTs proporcionarem aos trabalhadores tarefas cognitivas, relacionadas ao conhecimento, que resultarão em inovação de processos.

*Aumento da habilidade de integração das operações:* Capacidade das AMTs de integrar todas ou partes das operações produtivas, incluindo maquinário e informação desde o pedido até a entrega do produto.

*Melhoria no gerenciamento das operações:* Capacidade das AMTs de proporcionar aos gerentes/supervisores de produção, habilidades de visualizar e atuar em todo o sistema operacional agindo com coerência e respaldados em dados confiáveis.

*Agilidade na resolução dos problemas:* Capacidade das AMTs de gerar dados e informações confiáveis para resolver os problemas de forma mais ágil.

*Melhoria no gerenciamento da informação:* Capacidade das AMTs de gerar dados e torná-los acessíveis e prontos para serem manipulados, a fim de beneficiar o gerenciamento adequado das informações.

*Redução do setup:* Capacidade das AMTs para reduzir o tempo de parada das máquinas para manutenção e tempo de parada para troca de ferramentas.

*Redução de estoque:* Capacidade das AMTs para redução de estoque de segurança em processo e estoque de segurança acabado.

*Redução de defeitos:* Capacidade das AMTs para reduzir erros nas especificações requeridas dos produtos.

*Redução de retrabalho:* Capacidade das AMTs para proporcionar confiabilidade durante as etapas do processo produtivo.

*Redução do espaço recinto:* Capacidade das AMTs para reduzir o espaço utilizado por maquinário diversos e estoques, a fim de otimizar a produção.

*Redução no tempo de processamento:* Capacidade das AMTs para reduzir o tempo em que a “tarefa” entra na máquina até o momento em que ela deixa a máquina.

As alternativas avaliadas de AMTs são representadas no nível 4, como segue:

### Grupo AMT I

Tecnologias: MRP (Planejamento das Necessidades de Materias, *do inglês*, Material Requirements Planning) e CPM (Manutenção Preventiva Computadorizada, *do inglês*, Computerized Preventive Maintenance)

### Grupo AMT II

Tecnologias: CAM (Manufatura Auxiliada por Computador, *do inglês*, Computer Aided Manufacturing) e CAPP (Planejamento de Processo Auxiliado por Computador, *do inglês*, Computer Aided Process Planning)

### Grupo AMT III

Tecnologias: FMS (Sistema Flexível de Manufatura, *do inglês*, Flexible Manufacturing Systems) e robôs.

#### ii) Definição de Prioridades e Julgamentos e iii) Consistência Lógica

A pesquisadora atuou como facilitadora do experimento, auxiliando o decisor (diretor de produção) na condução do processo de votação dos critérios aos pares. Isto foi feito com o apoio de uma imagem da hierarquia permanentemente disponível ao decisor. A votação foi realizada através da escala verbal (por opção do decisor). Destaca-se aqui o parecer favorável do decisor no que diz respeito à verificação de inconsistência realizada pelo *software*<sup>6</sup> ao final de cada votação. Quando o índice de inconsistência excedia 0.1, uma análise dos pesos associados a cada critério era feita. Alguns pesos, mesmo com inconsistência superior a 0.1, foram mantidos, sob a argumentação de que estavam representando o ponto de vista do decisor adequadamente, mas o resultado final de inconsistência foi inferior a 0.1.

Define-se, a título de facilitar o entendimento e a visualização, as seguintes nomenclaturas (quadro 23):

---

<sup>6</sup> O software utilizado foi o *Decision Analyst* que foi desenvolvido baseado no JavaAHP e criado por uma Comunidade Científica juntamente com uma Organização de Pesquisa Industrial. O software é livre e está disponível em: [www.coastal.crc.org.au](http://www.coastal.crc.org.au)

Quadro 23 – Nomenclaturas dos elementos da hierarquia

Objetivo Global	Subcritérios	Alternativas
EGAMT = Escolhas do Grupo de AMT	SC1 = Aumento da facilidade de operações SC2 = Aumento do potencial para inovação dos processos SC3 = Aumento da habilidade de integração das operações SC4 = Melhoria no gerenciamento das operações SC5 = Agilidade na resolução dos problemas SC6 = Melhoria no gerenciamento da informação SC7 = Redução de <i>setup</i> SC8 = Redução de estoque SC9 = Redução de defeitos SC10 = Redução de retrabalho SC11 = Redução do espaço recinto SC12 = Redução no tempo de processamento	A1 = Grupo de AMT I A2 = Grupo de AMT II A3 = Grupo de AMT III
<b>Critérios</b>		
CQ = Qualidade CR = Rapidez CF = Flexibilidade CC = Confiabilidade		

A seguir, os quadros de 24 a 41, apresentam os julgamentos, as PMLs das matrizes normalizadas e o RC representando a consistência dos julgamentos de cada atributo que compõe a hierarquia, e, ao final, o resultado da PG, demonstrando o comportamento de cada alternativa, na avaliação realizada.

Quadro 24 – Matriz de comparação dos critérios à luz do Objetivo Global

EGAMT	CQ	CR	CF	CC	PML
CQ	1.0	1/2	1/2	1.0	0,175
CR	2.0	1.0	1.0	1.0	0,289
CF	2.0	1.0	1.0	1.0	0,289
CC	1.0	1.0	1.0	1.0	0,246

RC = 0.022

Quadro 25 – Matriz de comparação dos subcritérios à luz do critério: Qualidade

CQ	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	PML
SC1	1.0	5.0	5.0	1.0	3.0	3.0	4.0	4.0	1/5	3.0	4.0	3.0	0,155
SC2	1/5	1.0	1/2	1/2	1/3	1/4	3.0	1.0	1/5	1/3	1.0	1.0	0,036
SC3	1/5	2.0	1.0	1.0	1/2	1.0	3.0	3.0	1/5	1/3	2.0	3.0	0,063
SC4	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1/5	2.0	2.0	2.0	0,096
SC5	1/3	3.0	2.0	1/3	1.0	1.0	3.0	3.0	1/3	2.0	2.0	2.0	0,081
SC6	1/3	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1/3	2.0	2.0	3.0	0,087
SC7	1/4	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1.0	3.0	1/5	1/3	2.0	1.0	0,035
SC8	1/4	1.0	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1.0	1/5	1/3	1.0	2.0	0,031
SC9	5.0	5.0	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0	5.0	1.0	5.0	5.0	3.0	0,267
SC10	1/3	3.0	3.0	1/2	1/2	1/2	3.0	3.0	1/5	1.0	5.0	3.0	0,082
SC11	1/4	1.0	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1.0	1/5	1/5	1.0	1.0	0,032
SC12	1/3	1.0	1/3	1/2	1/2	1/3	1.0	1/2	1/3	1/3	1.0	1.0	0,035

RC = 0,075

Quadro 26 – Matriz de comparação dos subcritérios à luz do critério: Rapidez

CR	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	PML
SC1	1.0	1.0	1.0	1/2	1/2	1/4	1/5	1/5	2.0	1.0	3.0	1/3	0,049
SC2	1.0	1.0	2.0	1.0	1/3	2.0	1/3	1/3	1/2	1.0	3.0	1/3	0,060
SC3	1.0	1/2	1.0	1.0	1/3	1.0	1/5	1/3	1/3	1/3	3.0	1/3	0,040
SC4	2.0	1.0	1.0	1.0	1/3	1.0	1.0	1.0	1/3	1/3	4.0	1.0	0,067
SC5	2.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1/3	1/3	1/3	1/3	4.0	2.0	0,089
SC6	4.0	1/2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	4.0	1.0	0,111
SC7	5.0	3.0	5.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	2.0	4.0	7.0	1.0	0,154
SC8	5.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1/3	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	0,137
SC9	1/2	2.0	3.0	3.0	3.0	1/2	1/2	1/3	1.0	1.0	3.0	1.0	0,090
SC10	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1/4	1/3	1.0	1.0	3.0	1.0	0,089
SC11	1/3	1/3	1/3	1/4	1/4	1/4	1/7	1/3	1/3	1/3	1.0	1/3	0,021
SC12	3.0	3.0	3.0	1.0	1/2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	0,093

RC = 0,115

Quadro 27 – Matriz de comparação dos subcritérios à luz do critério: Flexibilidade

CF	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	PML
SC1	1.0	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/2	1/5	2.0	2.0	1/4	2.0	0,042
SC2	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	0,128
SC3	5.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0,132
SC4	5.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	0,125
SC5	3.0	1.0	1/3	1/3	1.0	1/2	2.0	1/3	2.0	2.0	2.0	1/2	0,068
SC6	3.0	1.0	1/3	1.0	2.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	0,107
SC7	2.0	1/3	1/3	1/3	1/2	1/3	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	0,068
SC8	5.0	1/2	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	5.0	5.0	3.0	2.0	0,126
SC9	1/2	1/2	1/2	1/3	1/2	1/3	1/3	1/5	1.0	1/2	1/2	1/3	0,031
SC10	1/2	1/2	1/2	1/3	1/2	1/3	1/3	1/5	2.0	1.0	1/2	1/3	0,034
SC11	4.0	1/2	1/2	1/3	1/2	1/3	1/3	1/3	2.0	2.0	1.0	1/4	0,050
SC12	1/2	1/3	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1/2	3.0	3.0	4.0	1.0	0,088

RC = 0,085

Quadro 28 – Matriz de comparação dos subcritérios à luz do critério: Confiabilidade

CC	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	PML
SC1	1.0	3.0	1.0	1/3	1/5	1.0	3.0	3.0	1/5	1/3	5.0	5.0	0,067
SC2	1/3	1.0	3.0	1.0	1/2	1/3	3.0	3.0	1/5	1/2	3.0	2.0	0,060
SC3	1.0	1/3	1.0	1.0	1/5	1.0	3.0	2.0	1/5	1/3	4.0	3.0	0,052
SC4	3.0	1.0	1.0	1.0	1/3	5.0	4.0	3.0	1/5	1/4	4.0	3.0	0,091
SC5	5.0	2.0	5.0	3.0	1.0	5.0	5.0	5.0	1.0	1.0	5.0	5.0	0,176
SC6	1.0	3.0	1.0	1/5	1/5	1.0	5.0	5.0	1/5	1/4	5.0	5.0	0,071
SC7	1/3	1/3	1/3	1/4	1/5	1/5	1.0	2.0	1/7	1/7	1.0	1.0	0,022
SC8	1/3	1/3	1/2	1/3	1/5	1/5	1/2	1.0	1/9	1/9	1.0	1.0	0,020
SC9	5.0	5.0	5.0	5.0	1.0	5.0	7.0	9.0	1.0	1.0	9.0	9.0	0,226
SC10	3.0	2.0	3.0	4.0	1.0	4.0	7.0	9.0	1.0	1.0	9.0	2.0	0,168
SC11	1/5	1/3	1/4	1/4	1/5	1/5	1.0	1.0	1/9	1/9	1.0	1/3	0,017
SC12	1/5	1/2	1/3	1/3	1/5	1/5	1.0	1.0	1/9	1/2	3.0	1.0	0,028

RC = 0,082

Quadro 29 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Aumento da facilidade de operações

SC1	A1	A2	A3	PML
A1	1.0	1.0	1.0	0,333
A2	1.0	1.0	1.0	0,333
A3	1.0	1.0	1.0	0,333

RC = 0,00

Quadro 30 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Aumento do potencial para inovação dos processos

<b>SC2</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	1/4	1/6	0,089
A2	4.0	1.0	1/2	0,323
A3	6.0	2.0	1.0	0,588

**RC = 0,008**

Quadro 31 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Aumento da habilidade de integração das operações

<b>SC3</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	5.0	2.0	0,559
A2	1/5	1.0	1/5	0,089
A3	1/2	5.0	1.0	0,352

**RC = 0,046**

Quadro 32 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Melhoria no gerenciamento das operações

<b>SC4</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	9.0	7.0	0,785
A2	1/9	1.0	1/3	0,066
A3	1/7	3.0	1.0	0,149

**RC = 0,069**

Quadro 33 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Agilidade na resolução dos problemas

<b>SC5</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	5.0	1.0	0,498
A2	1/5	1.0	1/2	0,135
A3	1.0	2.0	1.0	0,367

**RC = 0,081**

Quadro 34 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Melhoria no gerenciamento da informação

<b>SC6</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	1.0	5.0	0,498
A2	1.0	1.0	2.0	0,367
A3	1/5	1/2	1.0	0,135

**RC = 0,081**



Quadro 35 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Redução de *setup*

<b>SC7</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	1/4	1/7	0,086
A2	4.0	1.0	1.0	0,415
A3	7.0	1.0	1.0	0,500

**RC = 0,003**

Quadro 36 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Redução de *estoque*

<b>SC8</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	9.0	1.0	0,474
A2	1/9	1.0	1/9	0,053
A3	1.0	9.0	1.0	0,474

**RC = 0,000**

Quadro 37 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Redução de *defeitos*

<b>SC9</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	1.0	3.0	0,443
A2	1.0	1.0	2.0	0,387
A3	1/3	1/2	1.0	0,169

**RC = 0,016**

Quadro 38 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Redução de *retrabalho*

<b>SC10</b>	A1	A2	A3	<b>PML</b>
A1	1.0	1.0	3.0	0,443
A2	1.0	1.0	2.0	0,387
A3	1/3	1/2	1.0	0,169

**RC = 0,016**

Quadro 39 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Redução do espaço recinto

SC11	A1	A2	A3	PML
A1	1.0	1/4	1/7	0,073
A2	4.0	1.0	1/5	0,205
A3	7.0	5.0	1.0	0,722

**RC = 0,107**

Quadro 40 – Matriz de comparação das alternativas à luz do subcritério: Redução no tempo de processamento

SC12	A1	A2	A3	PML
A1	1.0	1/5	1/5	0,089
A2	5.0	1.0	1/2	0,352
A3	5.0	2.0	1.0	0,559

**RC = 0,046**

Quadro 41 - Prioridades Médias Globais das alternativas em relação ao objetivo global

	PG
A1	0,402
A2	0,264
A3	0,335

**RC = 0,0601**

## 6.4 Análise dos Resultados

O resultado dos julgamentos em relação aos critérios, representado pelas PMLs dos subcritérios são demonstrados no gráfico 6.

Para o requisito do mercado “Qualidade”, foi diagnosticado que eventualmente a empresa incorria em entregar ao cliente peças com defeitos e/ou trocadas. Se observa pelos julgamentos, que os benefícios fortemente requeridos para minimizar os gargalos com a qualidade foram: aumento da facilidade de operação, o que reduziria os erros por parte dos trabalhadores, e a própria redução de defeitos. Outro benefício apresentou PML significativa: melhoria no gerenciamento das operações, o

que permitiria aos supervisores de produção visualizar e atuar em todo sistema produtivo com mais coerência.

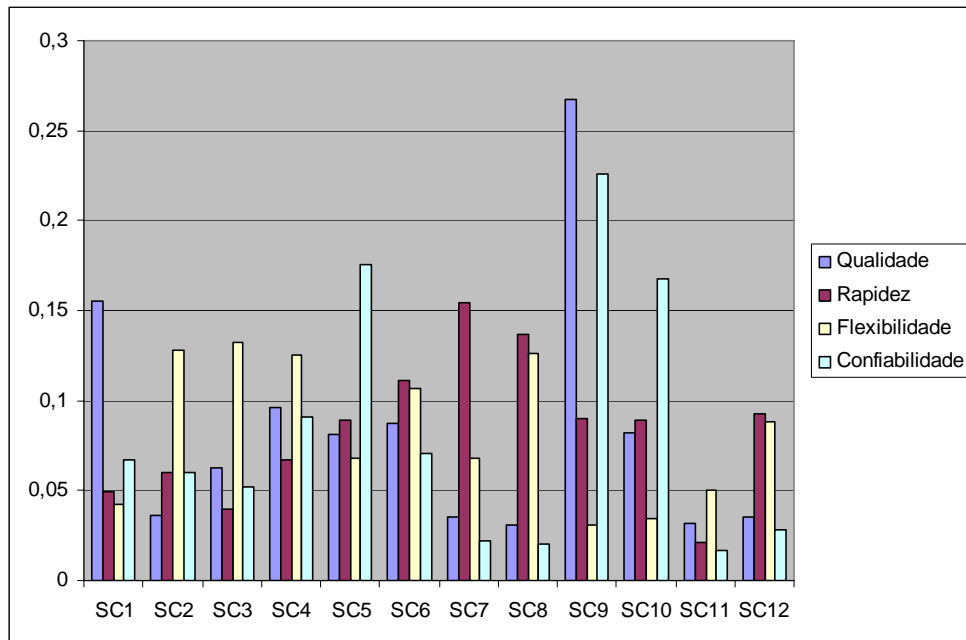


Gráfico 6 – PMLs dos subcritérios

Já para o requisito do mercado “Rapidez”, a empresa apresentava em seus processos gargalos que geravam atraso em relação a data de entrega pré-estabelecida, necessitando de redução de *lead time*. Como benefícios fortemente requeridos pelo gerente de produção, as maiores PMLs foram para: Melhoria no gerenciamento de informação, o que remete ao gerenciamento de dados e análise confiável das informações, garantindo agilidade no fluxo produtivo, desde a solicitação de matéria-prima até a entrega do produto final. Redução de *setup*, Redução de estoque (principalmente, estoque em processo) e Redução no tempo de processamento, são outros benefícios que promovem resposta imediata na redução do *lead time*.

O requisito “Confiabilidade” é fortemente observado e exigido pelas montadoras, principalmente pela adoção quase que geral da filosofia *Just in Time*, lembrando-se que o não cumprimento da data de entrega e das especificações dos produtos, gera desajustes na cadeia de suprimentos das montadoras e multas para o fornecedor. Portanto, os benefícios requeridos com maior PML para manter a confiabilidade

foram: Agilidade na resolução de problemas e redução de retrabalho, favorecendo as operações internas e, conseqüentemente, a garantia da confiabilidade. Outros benefícios demonstraram PMLs expressivas: Redução de defeitos, o que garante a confiabilidade no cumprimento das especificações e melhoria no gerenciamento das operações.

Quanto ao requisito “Flexibilidade”, o gargalo estava concentrado na sobrecarga dos equipamentos com a produção de estoque em processo, o que dificultava a mudança no mix e volume de produtos. Os benefícios requeridos para operacionalizar a flexibilidade exigida pelo mercado foram: Aumento do potencial para inovação dos processos, favorecendo o aumento da capacidade cognitiva decorrente da introdução de determinada AMT, contribuindo assim com a introdução de novos processos mais ágeis e flexíveis. Outro benefício com PML significativa foi o aumento da habilidade de integração das operações, o que proporcionando a junção entre maquinário e informação. Melhoria no gerenciamento das operações representa outro benefício destacado na análise, pois a flexibilidade só é eficaz quando a gestão das operações é clara e definida, para assegurar que uma mudança no fluxo normal da produção, não impacte negativamente em outras partes. Por fim, o destaque da PML do benefício redução do espaço recinto, que está fortemente relacionado com a flexibilidade. Geralmente processos flexíveis são mais enxutos, tanto nas operações quanto no maquinário. Outros benefícios relacionados à flexibilidade são: melhoria de gerenciamento da informação, redução do estoque (principalmente estoque em processo) e redução no tempo de processamento, sendo benefícios requeridos pela empresa, os quais afetarão o alcance eficiente da flexibilidade produtiva.

A análise do resultado das PMLs das alternativas em relação a cada subcritério (gráfico 7), se apresenta a seguir:

Para o alcance do benefício “Aumento da facilidade de operações”, todos os grupos de AMTs contribuem igualmente. A introdução de tecnologias de gestão, controle e manuseio, facilitarão a operação e manuseio por parte do trabalhador.

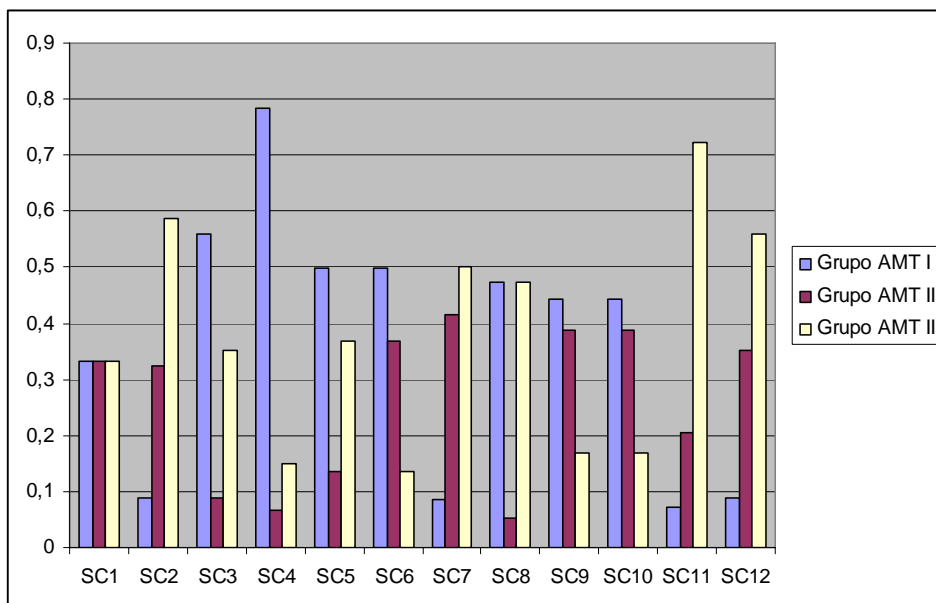


Gráfico 7 – PMLs das alternativas

O grupo de AMT I apresentou maior PML para os benefícios “Aumento da habilidade de integração das operações”, “Melhoria no gerenciamento das operações”, “Agilidade na resolução dos problemas”, “Melhoria no gerenciamento da informação”, “Redução de estoque”, “Redução de defeitos” e “Redução de retrabalho”. O MRP é capaz de integrar e fornecer informações precisas de previsão de vendas, lista de materiais, registros de estoques, ordens de compra, ordens de produção, e o CPM oferece o planejamento da manutenção, integrando assim as principais operações do setor produtivo.

Já o grupo de AMT II apresentou PMLs significativos para o alcance dos benefícios: “Melhoria no gerenciamento de informações”, “Redução de *Setup*”, “Redução de defeitos” e “Redução de retrabalho”. A manufatura auxiliada por computador (CAM) e o planejamento de processo (CAPP), proporcionam maior clareza e dados mais confiáveis, garantindo redução de erros, além de possibilitarem a análise de processos, visando mais agilidade nos tempos de manufatura.

Para os benefícios “Aumento do potencial para inovação dos processos”, “Redução de *setup*”, “Redução de estoque”, “Redução do espaço recinto” e “Redução no tempo de processamento”, de acordo com as comparações paritárias do decisor, o grupo de AMT III é o que oferece maior contribuição, tendo em vista

que o FMS e robôs são as inovações de processos, que na empresa em estudo oferecem mais flexibilidade e agilidade para alteração do mix do produto e tempo de processamento, exemplificado pelas prensas *transfer* e robôs.

As prioridades médias globais das alternativas de AMTs (gráfico 8) após análise foram: 0,402 para o grupo de AMT I, 0,264 para o grupo de AMT II e 0,335 para o grupo de AMT III.

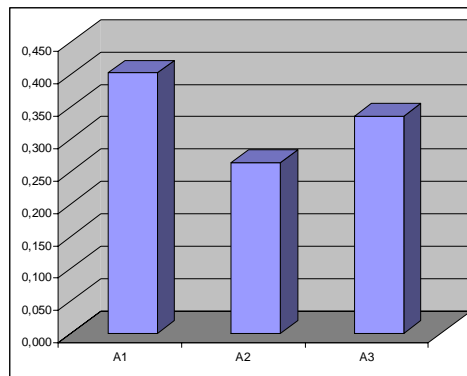


Gráfico 8 – PG das alternativas

O resultado demonstrado evidencia que o investimento prioritário que atenderia melhor a empresa no cumprimento dos requisitos do mercado, no alcance dos benefícios requeridos e na minimização dos gargalos apresentados na etapa III do *framework* proposto é a aquisição do grupo de AMT I, representado pelas tecnologias: MRP e CPM.

Conforme Corrêa e Giansi (1993) as tecnologias que representam o grupo de AMT I, tem como objetivo básico o planejamento e controle do processo de manufatura em todos os níveis, incluindo materiais, equipamentos, pessoas, fornecedores e distribuidores. São tecnologias que auxiliam na quebra das barreiras organizacionais e na gestão da rede de suprimentos.

O valor significativo das PMLs do grupo de AMT I para os benefícios “Aumento da habilidade de integração das operações”, “Melhoria no gerenciamento das operações”, “Agilidade na resolução dos problemas”, “Melhoria no gerenciamento da informação”, “Redução de estoque”, “Redução de defeitos” e “Redução de retrabalho”, sinalizam a importância dessas tecnologias como ferramentas para a

quebra das barreiras organizacionais e a efetiva gestão de suprimentos, corroborando para que a empresa *Alfa* atinja níveis desejáveis de desempenho em relação aos cinco principais critérios competitivos: custo, qualidade, rapidez, flexibilidade e confiabilidade.

Como último ponto de análise, ressalta-se a Prioridade Global (PG) do grupo de AMT II, representada por 0,335. A opção de investimento prioritária no grupo de AMT I não aborta o investimento *a posteriori* no grupo de AMT II. A busca por flexibilidade é também ressaltada pelo diretor da produção, mas os julgamentos durante a avaliação, por congregarem os vários critérios e sub-critérios identificados como fundamentais à avaliação global do setor de produção, levou ao resultado final apresentado.