

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS

NÍVEL MESTRADO

ROGÉRIO CELEGHINI ALBINO

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO NA
ESCOLHA DE PROJETOS DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO UTILIZANDO
CRITÉRIOS DE DESEMPENHO SISTÊMICOS**

São Leopoldo

2008

Rogério Celeghini Albino

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO NA
ESCOLHA DE PROJETOS DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO UTILIZANDO
CRITÉRIOS DE DESEMPENHO SISTÊMICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Luis Henrique Rodrigues

São Leopoldo

2008

Ficha Catalográfica

A336d Albino, Rogério Celeghini
Desenvolvimento de um método de tomada de decisão na
escolha de projetos de processos de fabricação utilizando critérios
de desempenho sistêmicos / por Rogério Celeghini Albino. –
2008.
130 f. : il. ; 30cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos
Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e
Sistemas, 2008.

“Orientação: Prof. Dr. Luis Henrique Rodrigues, Ciências
Exatas”.

1. Administração – Empresa – Processo decisório. 2.
Pensamento sistêmico 3. Planejamento por cenários. I. Título.

CDU 658.012.4

Catálogo na Publicação:
Bibliotecária Camila Rodrigues Quaresma - CRB 10/1790

ROGÉRIO CELEGHINI ALBINO

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO NA
ESCOLHA DE PROJETOS DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO UTILIZANDO
CRITÉRIOS DE DESEMPENHO SISTÊMICOS**

Dissertação apresentada à Universidade
do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos,
como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Engenharia de
Produção e Sistemas.

Aprovado em 19 de setembro de 2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Giancarlo Medeiros Pereira - Unisinos

Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel - Unisinos

Prof. Dr. João Paulo Barros – UFES

Prof. Dr. Luís Henrique Rodrigues (Orientador)

Visto e permitida a impressão

São Leopoldo, ____/____/____

Prof. Dr. Guilherme Luis Roehe Vaccaro
Coordenador Executivo PPG em
Engenharia de Produção e Sistemas

À minha esposa Mirna, pelo apoio e compreensão.

Ao meu filho Enzo, agora com 4 anos, para o qual vou lecionar quando estiver cursando a universidade.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de manifestar aqui a minha gratidão àqueles que contribuíram para que este trabalho fosse realizado:

- Ao Luis Henrique, meu orientador, pelo profissionalismo e dedicação com que conduziu a orientação do meu trabalho.
- Ao Giancarlo Medeiros, pela confiança e apoio em um momento decisivo;
- Aos demais professores do PPGEPS da UNISINOS, Arthur, Cassel, Guilherme, Junico, Miriam e Sellitto, pelo conhecimento transmitido;
- À empresa Andreas Stihl Motosserras Ltda, onde trabalhei por mais de 10 anos e que subsidiou boa parte do meu mestrado;
- Aos funcionários do PPGEPS, em especial à Ana Zilles, a Antônia Almeida e a Cláudia Schuman, pelo apoio;
- À Maria Isabel, colega de mestrado, pelas colaborações decisivas;
- Aos demais colegas do mestrado: Brian, Cristiano, Darci, Felipe, Geison, Gilberto, Lucia, Marcelo Forneck, Pedro, Rafael, Ricardo, Rita, Rodrigo, Rogério Rodrigues, Valkiria e Zonin;
- À minha família, em especial aos meus pais, que sempre me apoiaram nas minhas decisões, exceto quando decidi ir ao Rock in Rio;
- À minha esposa Mirna e ao meu filho Enzo que me apoiaram e souberam entender a minha ausência para a conclusão deste trabalho.

“Deus nos deu o livre arbítrio para podermos ter a liberdade de tomar as nossas próprias decisões. Cabe a nós adquirir o conhecimento e a sabedoria para tomarmos as decisões acertadas.”

O autor.

RESUMO

Em um mercado competitivo e sujeito a mudanças cada vez mais freqüentes, as alternativas para a melhoria dos produtos e processos necessitam ser constantemente avaliadas. Neste aspecto, a tomada de decisão tem grande relevância, principalmente nas decisões estratégicas, pois elas podem determinar o sucesso ou a ruína da empresa, dependendo do grau de risco, incerteza e dos critérios adotados para a tomada de decisão. Freqüentemente decisões são tomadas nas organizações considerando-se experiências em processos similares ou utilizando-se de ferramentas tradicionais. Porém, estas decisões são muitas vezes pontuais, resolvendo um problema específico e esquecendo o restante do sistema. O resultado é a solução de alguns problemas e o agravamento de outros, ou até mesmo o surgimento de problemas inexistentes em tal sistema. Dentro deste contexto, o Pensamento Sistêmico tem grande importância. Nesta pesquisa procurou-se direcionar os critérios para a tomada de decisão dentro do conceito sistêmico, ou seja, visualizando todo o sistema e compartilhando esta visão para todos os decisores. Também dentro do Pensamento Sistêmico, o método de planejamento por cenários foi utilizado como referência para a visualização do comportamento deste sistema em vários futuros possíveis. Nesta pesquisa foi proposto o desenvolvimento um método para tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação, o qual foi estruturado em três processos: (i) identificação dos critérios de desempenho sistêmicos; (ii) construção dos possíveis cenários baseados nestes critérios de desempenho e; (iii) definição do método de tomada de decisão baseados nos dois processos anteriores.

Palavras chave: Tomada de Decisão, Critérios de Desempenho, Pensamento Sistêmico, Planejamento de Cenários.

ABSTRACT

In a competitive market, subject to frequent changes, the alternatives for improving products and processes need to be constantly evaluated. Here, the decision making has great significance, especially in strategic decisions, as they could determine the success or ruin the company, depending on the degree of risk, uncertainty and the criteria adopted for the decision. Frequently decisions are taken in organizations, considering experiences in similar processes or using traditional tools. However, these decisions are often isolated, by solving a specific problem and ignoring the rest of the system. The result is the solution of some problems and the worsening of others or even the growth of unknown problems in this system. Within this context, the Systems Thinking has great importance. This study sought to address the criteria for decision making within the Systems Thinking concept, by viewing the entire system and sharing this vision for all decision makers. Also within the Systems Thinking, the Scenario Planning was used as a reference to visualize the behavior of this system in several possible futures. In this research was proposed a decision making method on the choice of projects for manufacturing processes, which was structured in three steps: (i) identification of the systemic performance criteria; (ii) construction of possible scenarios based on these performance criteria, and; (iii) definition of the method of decision-making based on two previous processes.

Key-words: Decision Making, Performance Criteria, Systems Thinking, Scenario Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - ARA para Tomada de Decisão nos processos de fabricação do segmento abordado	17
Figura 2: As categorias de tomada de decisão.....	27
Figura 3: Fluxograma do processo de análise da decisão.	32
Figura 4: Priorização dos objetivos de desempenho.	37
Figura 7: Sintaxe da Linguagem Sistêmica	41
Figura 5: Os níveis da realidade ilustrados pela metáfora do iceberg	42
Figura 6: Etapas para o desenvolvimento do método para aplicação do Pensamento Sistêmico.....	45
Figura 8: Método de trabalho	58
Figura 9: Estrutura do Método Proposto	59
Figura 10: Fluxograma do Processo 1: Identificação dos Critérios de Desempenho Sistêmicos.....	60
Figura 11: Fluxograma do Processo 2: Construção dos Cenários para Tomada de Decisão.....	69
Figura 12: Fluxograma do Processo 3: Definição do Método para Tomada de Decisão.....	73
Figura 13: Gráfico das exigências sobre emissões de poluentes.....	77
Figura 14: Processo de sopragem dos machos de areia em caixas de macho.....	79
Figura 15: Processo de Impressão Tridimensional para machos de areia	80
Figura 16: Enlace reforçador para produtividade e melhoria nos processos.....	91
Figura 17: Fatores limitadores para o aumento da produtividade e melhoria nos processos.....	91
Figura 18: Ciclo balanceador de despesas para melhorias.....	92
Figura 19: Produtividade em função da manutenção	93
Figura 20: Produtividade em função da flexibilidade	94
Figura 21: Estrutura sistêmica em função da complexidade de produtos e processos	96
Figura 22: Estrutura sistêmica em função da qualidade dos produtos	98
Figura 23: Estrutura sistêmica final para processo de fabricação de machos de areia	101
Figura 24: Clusters da estrutura sistêmica e variável chave a ser priorizada.....	103
Figura 25: Clusters da estrutura sistêmica com respectivos pontos de alavancagem	105
Figura 26: Cenários para Complexidade dos produtos x Mix de produtos	111
Figura 27: Nomenclatura dos cenários.....	112
Fonte: Elaborado pelo autor	112
Figura 28: Estrutura sistêmica das principais causas e impactos da violência na sociedade.....	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características das decisões operacional e estratégica	28
Quadro 2: Decidindo como decidir.....	29
Quadro 3: Método PrOACT	31
Quadro 4: Critérios de desempenho sob a visão de vários autores.....	35
Quadro 5: Classificações da pesquisa	54
Quadro 6: Lista de variáveis para o processo de fabricação de machos de areia	87
Quadro 7: Matriz de variáveis de processo	88
Quadro 8: Matriz das variáveis de processo com respectivas correlações	89
Quadro 9: Lista de variáveis para o processo de fabricação de machos de areia revisada	99
Quadro 10: Forças motrizes do processo de fabricação de machos de areia	108
Quadro 11: Classificação das forças motrizes em Tendências Predeterminadas e Incertezas Críticas	109
Quadro 12: Projeção das incertezas críticas nos cenários	111
Quadro 13: Sinalizadores para os cenários.....	112
Quadro 14: Estratégias para as variáveis.....	113
Quadro 15: Análises qualitativas dos projetos de processo	116

ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD – Computer Aided Design

CARB – California Air Resources Board

EPA – Environmental Protection Agency

ARA – Árvore da Realidade Atual

TOC – Teory of Constrains

FNQ – Fundação Nacional da Qualidade

PROACT – Problem, Objectives, Alternatives and Consequences and Tradoffs

PDCA – Plan, Do, Check, Act

EUA – Estados Unidos da América

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVAS.....	16
1.2	QUESTÃO DE PESQUISA.....	21
1.3	OBJETIVOS	22
1.3.1	Objetivo Geral.....	22
1.3.2	Objetivos Específicos	22
1.4	DELIMITAÇÕES.....	23
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	24
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1	TOMADA DE DECISÃO	25
2.2	CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	34
2.3	PENSAMENTO SISTÊMICO.....	38
2.3.1	A Linguagem Sistêmica	39
2.3.2	Os Níveis de Pensamento Sistêmico	41
2.3.3	O Método Sistêmico	44
2.4	PLANEJAMENTO POR CENÁRIOS	49
2.4.1	Método de Planejamento por Cenários.....	50
3	MÉTODO.....	53
3.1	MÉTODO DE PESQUISA.....	53
3.2	MÉTODO DE TRABALHO	56
4	O MÉTODO PROPOSTO.....	59
4.1	PROCESSO 1: Identificação dos Critérios de Desempenho Sistêmicos para Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação.....	60
4.1.1	Passo 1 (Processo 1): Identificação das informações necessárias	61
4.1.2	Passo 2 (Processo 1): Elaboração da lista de variáveis relacionadas com o processo decisório de projetos de processo de fabricação	62
4.1.3	Passo 3 (Processo 1): Cruzamento das relações das variáveis e respectivas proporcionalidades:	63
4.1.4	Passo 4 (Processo 1): Montagem da primeira versão da estrutura sistêmica:.....	64
4.1.5	Passo 5 (Processo 1): Consolidação e ampliação da estrutura sistêmica	65
4.1.6	Passo 6 (Processo 1): Identificação das variáveis a serem otimizadas ..	66
4.1.7	Passo 7 (Processo 1): Identificação dos Pontos de Alavancagem:	66
4.1.8	Passo 8 (Processo 1): Definição dos critérios de desempenho sistêmicos	67
4.2	PROCESSO 2: Construção dos Cenários para tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação.....	68

4.2.1	Passo 1 (Processo 2): Identificação das Forças Motrizes	69
4.2.2	Passo 2 (Processo 2): Classificar as Forças Motrizes.....	70
4.2.3	Passo 3 (Processo 2): Hierarquizar as Incertezas Críticas.....	71
4.2.4	Passo 4 (Processo 2): Construção dos Cenários.....	72
4.2.5	Passo 5 (Processo 2): Descrição dos Cenários	72
4.3	PROCESSO 3 : Definição do Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação	73
4.3.1	Passo 1 (Processo 3): Identificação das alternativas de projetos de processos de fabricação estratégicos.....	74
4.3.2	Passo 2 (Processo 3): Avaliação dos Projetos de Processos através do posicionamento dos projetos nos cenários.....	74
5	APLICAÇÃO PILOTO.....	76
5.1	A EMPRESA.....	76
5.2	APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	81
5.2.1	Aplicação do Processo 1 – Identificação dos Critérios de Desempenho Sistêmicos para Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação	81
5.2.1.1	Aplicação do Passo 1 (Processo 1): Identificação das informações necessárias.....	81
5.2.1.2	Aplicação do Passo 2 (Processo 1): Elaboração da lista de variáveis relacionadas com o processo decisório de projetos de processo de fabricação.....	86
5.2.1.3	Aplicação do Passo 3 (Processo 1): Cruzamento das relações das variáveis e respectivas proporcionalidades:	88
5.2.1.4	Aplicação do Passo 4 (Processo 1): Montagem da primeira versão da estrutura sistêmica:	90
5.2.1.5	Aplicação do Passo 5 (Processo 1): Consolidação e ampliação da estrutura sistêmica	99
5.2.1.6	Aplicação do Passo 6 (Processo 1): Identificação das variáveis a serem otimizadas.....	102
5.2.1.7	Aplicação do Passo 7 (Processo 1): Identificação dos Pontos de Alavancagem:.....	102
5.2.1.8	Aplicação do Passo 8 (Processo 1): Definição dos critérios de desempenho sistêmicos	105
5.2.2	Aplicação do Processo 2: Construção dos Cenários para tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação	107
5.2.2.1	Aplicação do Passo 1 (Processo 2): Identificação das Forças Motrizes	107
5.2.2.2	Aplicação do Passo 2 (Processo 2): Classificar as Forças Motrizes	108
5.2.2.3	Aplicação do Passo 3 (Processo 2): Hierarquizar Incertezas Críticas	109
5.2.2.4	Aplicação do Passo 4 (Processo 2): Construção dos Cenários.....	110
5.2.2.5	Aplicação do Passo 5 (Processo 2): Descrição dos Cenários	112
5.2.3	Aplicação do Processo 3: Definição do Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação.....	114
5.2.3.1	Aplicação do Passo 1 (Processo 3): Identificação das alternativas de projetos de processos de fabricação estratégicos.....	114

5.2.3.2	Aplicação do Passo 2 (Processo 3): Avaliação dos Projetos de Processos através do posicionamento dos projetos nos cenários.....	115
5.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	117
5.3.1	Considerações sobre a aplicação do Processo 1	117
5.3.2	Considerações sobre a aplicação do Processo 2.....	118
5.3.3	Considerações sobre a aplicação do Processo 3.....	118
6	CONCLUSÕES e SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	119
6.1	Conclusões	119
6.2	Sugestões para trabalhos futuros	121
	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	122
	ANEXOS	127
	ANEXO I: Glossário de Indicadores de Desempenho e Variáveis de Processo 127	
	ANEXO II: Exemplo de Tabela para as variáveis de processo	129
	ANEXO III: Exemplo de uma estrutura sistêmica.....	130

1 INTRODUÇÃO

As organizações, impulsionadas pela inovação, pelo ciclo de vida cada vez mais curto dos produtos e por um consumidor cada vez mais exigente, estão em constante busca da melhoria dos seus processos, do fluxo de trabalho, qualidade, cadeia de fornecimento, estoque, fabricação e tudo o mais que interfira no sucesso da organização, visando sempre atingir a satisfação total de seus clientes.

Ao buscar a melhoria dos processos produtivos industriais torna-se necessário identificar e validar as alternativas para a melhoria destes processos. Para isso, a Tomada de Decisão é fundamental neste contexto, pois ela permite, segundo Simons & Thompson (1998), procurar informações, interpretá-las, e, baseado nestas percepções, chegar a uma conclusão em relação a uma questão estratégica.

Problemas rotineiros ou de menor importância podem ser resolvidos através de procedimentos. Problemas diferentes, mais complexos ou de grande importância requerem diferentes tipos de tomada de decisão, ou seja, uma decisão não-programada ou estratégica.

Segundo Eisenhardt & Zbarachi (1992), as decisões estratégicas tomadas por uma organização ao longo de sua existência determinam a posição ocupada por ela, em um determinado instante, no cenário competitivo do setor ao qual pertence.

Uma decisão estratégica mal tomada, ou seja, decidida erroneamente, pode significar uma desvantagem significativa perante os concorrentes, ou mesmo determinar o colapso da empresa.

Clemen (1996), verificou que a tomada de decisão, em qualquer área, e em especial na área da inovação, pode se tornar uma tarefa bastante difícil, dependendo de quatro aspectos envolvidos na decisão: a complexidade do problema, a incerteza inerente a uma tomada de decisão, a existência de múltiplos objetivos, algumas vezes conflitantes e a diferentes perspectivas dos problemas.

Segundo Souza (2006), ocasionalmente decisores se deparam com situações que demandam a tomada de decisões estratégicas, as quais não foram vivenciadas anteriormente. Nessas situações, surge um problema real para os decisores, que é como tomar as metadecisões de um processo decisório, ou seja, decidir como tomar uma decisão estratégica.

Para direcionar o processo de tomada de decisões há a necessidade de se eleger critérios para a avaliação das alternativas. Os principais critérios a serem utilizados neste trabalho serão os critérios de desempenho sistêmicos.

Autores como Slack et al (1996), Contador (1996), Davis, Aquilano & Chase (2001), Paiva, Carvalho & Fensterseifer (2004), entre outros, citam critérios de desempenho como fatores responsáveis por vantagens competitivas nas organizações.

Nota-se que os autores divergem sobre a importância ou denominação de alguns critérios de desempenho, porém há o consenso dos autores na maioria dos critérios, como qualidade, rapidez, flexibilidade e custo, o que reflete as exigências do mercado atual.

Recentemente, devido à introdução de severas leis de controle de poluentes, a preocupação com o meio ambiente também se tornou um aspecto importante a ser considerado nos projetos de novos produtos e processos. Por isso, um ou mais indicadores de desempenho ou variáveis relacionados a este tema também deverão ser abordados neste trabalho.

Avaliando a complexidade do tema e a dificuldade que as organizações enfrentam nas tomadas de decisões e definições de processo de fabricação, principalmente em relação aos critérios a serem adotados nestas decisões, o tema de interesse deste trabalho foi direcionado à tomada de decisões estratégicas dentro do processo de fabricação, levando em consideração critérios de desempenho sistêmicos.

1.1 JUSTIFICATIVAS

O processo de tomada de decisões dentro de uma empresa é fundamental para a definição das estratégias a serem adotadas e, conseqüentemente, para o futuro da empresa.

As condições para a tomada de decisão podem variar de certeza, com grande controle do administrador, até a turbulência, com pouco controle do administrador, passando pelas condições de risco ou incerteza.

Segundo Roberto (2003), na maioria das organizações, decisões estratégicas não são tomadas somente pela Alta Direção, mas contam com o envolvimento de membros originários de diferentes níveis hierárquicos e atributos, tais como expertise, responsabilidade pela implementação e relações pessoais.

Para ilustrar a problemática referente ao tema será apresentado a seguir uma Árvore da Realidade Atual (ARA), que é uma etapa do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições (TOC). A ARA utiliza relações de efeito-causa-efeito para explicar porque efeitos específicos estão ocorrendo, com o objetivo de localizar uma causa central.

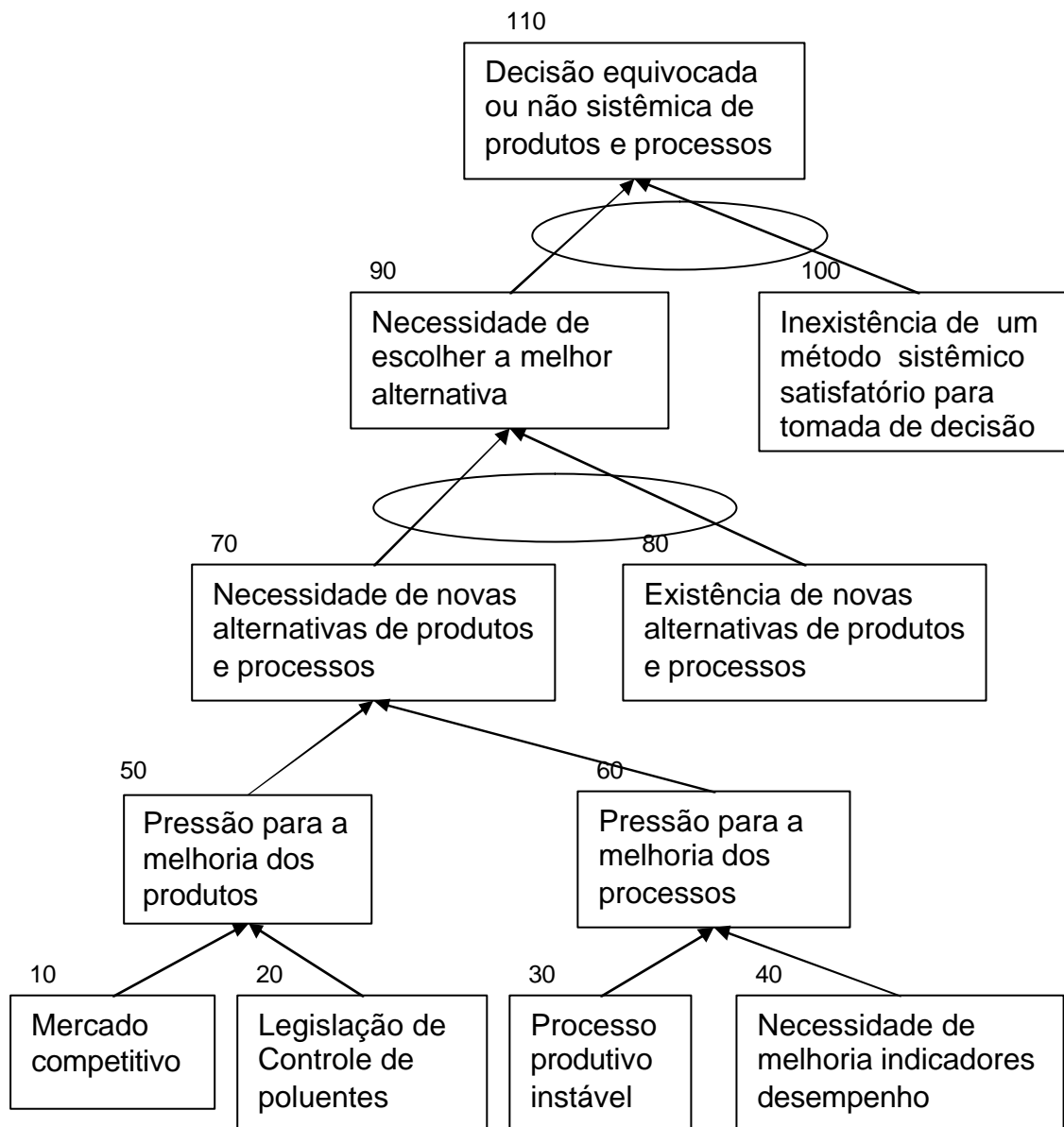


Figura 1 - ARA para Tomada de Decisão nos processos de fabricação do segmento abordado

Fonte: O autor

Na ARA apresentada são listados as causas e os efeitos indesejáveis (EI) identificados nesta pesquisa referentes à tomada de decisões nos processos de fabricação do segmento abordado.

Na base da árvore encontram-se as causas centrais que irão gerar Efeitos Indesejáveis (EI) na parte imediatamente superior da árvore, que, por sua vez, irão ser as causas de outros Efeitos Indesejáveis (EI).

As causas “Mercado competitivo” (10) e “Legislação de controle de poluentes” (20) são as causas dos Efeitos Indesejáveis (EI) “Pressão para a melhoria dos produtos”(50).

As causas “Processo produtivo instável”(30) e “Necessidade melhoria dos critérios de desempenho”(40) são as causas dos EI “Pressão para a melhoria dos processos”(60).

Os EI anteriores (“Pressão para a melhoria dos produtos”(50) e “Pressão para a melhoria dos processos”(60), serão as causas para o EI “Necessidade de novas alternativas de produtos e processos”(70) que, juntamente com a “Existência de novas alternativas de produtos e processos”(80) serão as causas para o EI “Necessidade de escolher a melhor alternativa”(90).

Finalmente, o EI “Necessidade de escolher a melhor alternativa”, juntamente com a “Inexistência de um método sistêmico satisfatório para tomada de decisão”(100), serão as causas para uma possível decisão equivocada ou não sistêmica sobre produtos e processos(110).

Portanto, o mercado competitivo, as leis mais severas de controle de poluentes, o processo produtivo instável, a necessidade de melhoria dos critérios de desempenho e a inexistência de um método sistêmico satisfatório para tomada de decisão são as causas centrais identificadas nesta pesquisa para uma decisão equivocada ou não sistêmica referente a produtos e processos.

Na determinação dos critérios para tomada de decisões estratégicas dentro do processo de fabricação serão considerados critérios de desempenho que possam influenciar positivamente o resultado da organização de maneira sistêmica.

Os critérios de desempenho necessitam ser sistêmicos, pois eles devem levar em consideração as relações de interdependência entre os diversos componentes de uma organização, bem como entre a organização e o ambiente externo. Assim, evita-se que um critério adotado possa ter uma influência positiva momentânea e local, porém negativa quando analisada no sistema.

O termo sistêmico vem da teoria do Pensamento Sistêmico, inicialmente desenvolvido por Peter M. Senge (1990) e seus colegas do MIT - *Massachusetts*

Institute of Technology, que faz contraponto ao pensamento mecanicista do século XVI e que tem, como um dos seus principais fundamentos, a análise das inter-relações das partes de um sistema para melhor compreender o sistema como um todo e, a partir daí, gerar soluções que não causem efeitos indesejados ao longo do tempo e no espaço.

Moreira, G. (2005) descreve o pensamento sistêmico da seguinte forma:

O pensamento sistêmico seria uma disciplina para ver o todo, e ofereceria uma linguagem que começa com a reestruturação do modo de pensar. Foca mais nas inter-relações que ligam as partes de um todo, do que nas próprias partes, e busca avaliar os padrões de comportamentos do sistema, visando o aprimoramento dos modelos mentais compartilhados das pessoas que têm o poder de tomar ações. Se um processo consiste num todo interconectado, um dos maiores desafios à gestão estratégica parece ser o do desenvolvimento de uma visão integrada. Ou seja, uma maneira de tornar explícito, como diferentes elementos, pessoas, tecnologia, informação, tempo, dinheiro, valores, políticas, entre outros, combinam-se para habilitar à realização de algum propósito. (Moreira, 2005)

De acordo com os critérios para avaliação do desempenho e diagnóstico organizacional da FNQ (2006), a visão sistêmica tem o seguinte significado:

“As organizações são constituídas por uma complexa combinação de recursos, interdependentes e inter-relacionados, que devem perseguir os mesmos objetivos e cujo desempenho pode afetar, positiva ou negativamente, a organização em seu conjunto. Um sistema organizacional pode ser dividido em subsistemas e componentes, com menor grau de complexidade, permitindo maior facilidade no gerenciamento das atividades e processos. Porém, a tomada de decisão, o gerenciamento dos processos e a análise do desempenho da organização devem considerar o conjunto dos subsistemas e suas inter-relações. A visão sistêmica pressupõe que as pessoas da organização entendam seu papel no todo, as inter-relações entre os elementos que compõem a organização e a importância da integração desta com o mundo externo. Inclui a focalização de toda a organização na estratégia, o que significa monitorar e gerenciar o desempenho com base nos resultados do negócio e no atendimento, harmônico e equilibrado, das necessidades de todas as partes interessadas.”

Battaglia (Lean Institute Brasil, 2008) comenta em artigo que deve-se tomar o cuidado ao eleger critérios de desempenho como custos e eficiência. Tais indicadores perdem o sentido quando se abandona a lógica da produção em massa, onde fazer mais significa custar menos.

Assim, o significado de uma elevação nos custos unitários decorrente de uma queda no volume de produção pode ser incorretamente interpretada e levar à decisões equivocadas e, muitas vezes, *anti-lean*.

O mesmo acontece com o critério eficiência, o qual não deve ser avaliado como quanto maior, melhor. Sistemas *lean*¹ devem buscar é a eficiência necessária, que significa suprir a demanda no ritmo do consumo real.

Nota-se que os critérios de desempenho tradicionais, em primeiro momento, podem ser considerados competitivos, porém, não são sistêmicos, pois não consideram os efeitos colaterais no sistema. Ser sistêmico implica em ter a competência de avaliar o impacto das decisões no espaço e no tempo.

Apesar de o tema Tomada de Decisão já ter sido amplamente discutido em vários artigos, livros e literaturas em geral, muito ainda há de se construir para que as organizações solucionem seus problemas de maneira assertiva e que possam planejar o seu futuro contornando as intempéries do mercado.

Com este trabalho espera-se criar, para um determinado segmento da indústria, um método capaz de facilitar e direcionar as tomadas de decisões dentro das organizações. Com isso, espera-se que haja a redução no tempo de desenvolvimento de novos produtos e processos, pois, através de tomadas de decisão mais assertivas, o tempo de aprendizado (tentativa e erro) será reduzido ou até mesmo eliminado.

¹ “*Lean Thinking*” (ou “Mentalidade Enxuta”) é um termo cunhado por James Womack e Daniel Jones para denominar uma filosofia de negócios baseada no Sistema Toyota de Produção que olha com detalhe para as atividades básicas envolvidas no negócio e identifica o que é o desperdício e o que é o valor a partir da ótica dos clientes e usuários”.
“As práticas envolvem a criação de fluxos contínuos e sistemas puxados baseados na demanda real dos clientes, a análise e melhoria do fluxo de valor das plantas e da cadeia completa, desde as matérias primas até os produtos acabados, e o desenvolvimento de produtos que efetivamente sejam soluções do ponto de vista do cliente”. (extraído do site do Lean Institute Brasil – www.lean.org.br)

Conseqüentemente, espera-se a redução de custos de tais desenvolvimentos e o atendimento às solicitações dos clientes.

O tema proposto é de importância para a indústria e para a academia, pois, os resultados deste trabalho poderão ser aplicados de forma genérica para a tomada de decisões dentro das empresas, levando em consideração critérios de desempenho sistêmicos.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

Pidd (1998) cita que o processo de desenvolvimento de definições de problemas, freqüentemente conhecido como estruturação de problemas, carrega consigo a idéia de que os problemas são maleáveis e podem ser moldados em uma variedade de configurações e formas.

Ainda segundo Pidd (1998), problemas não são coisas que aparecem como vindas do nada e com as quais o analista deve debater-se até encontrar uma solução cabível. Problemas são construtos, que emergem dos fluxos de questões correntes e para os quais se presta atenção.

Segundo Matheson & Matheson (1998), as decisões sobre pesquisa e desenvolvimento em geral são complicadas pois, devido às muitas incertezas que as cercam, são particularmente difíceis e afetam todo o ambiente do negócio.

Souza (2006) questiona quais as metadecisões (decisão de como decidir) que um decisor precisa tomar para que uma decisão estratégica seja tomada e quais são as condições que estabelecem como elas precisam ser tomadas.

Segundo Rosenhead (1989), em vez de preocupar-se em resolver os problemas, deve-se preocupar em gerenciar as confusões. Se insiste-se no modo “solução”, se está relegado a problemas independentes, enquanto as confusões são inadequadamente gerenciadas.

Estas confusões poderiam ser melhor gerenciadas se os decisores tivessem uma melhor visão do todo, isto é, uma visão sistêmica.

Analisando a literatura existente verifica-se que o tema Tomada de Decisão tem diferentes abordagens e propostas, além de poder envolver processos de persuasão, consulta e argumentação que podem consumir muito tempo para a solução de problemas dentro das organizações.

Tratando o tema de modo subjetivo ou genérico a avaliação das alternativas pode se tornar um processo complexo e ineficaz. Por isso cria-se a necessidade de delimitar o tema e restringir as alternativas para que este processo seja direcionado e, portanto, de mais fácil solução.

Tendo como base os construtos citados anteriormente, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa a ser tratada neste trabalho:

Como tomar decisões no desenvolvimento de processos de fabricação, que leve em consideração critérios de desempenho competitivos sistêmicos?

1.3 OBJETIVOS

A seguir, são apresentados os objetivos geral e específicos deste trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho consiste no desenvolvimento de um método para tomada de decisões estratégicas em processos de fabricação, considerando critérios de desempenho competitivos sistêmicos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Com base no objetivo geral foram traçados os objetivos específicos, os quais estão descritos a seguir:

- 1) Definição dos critérios de desempenho competitivos sistêmicos em processos de fabricação para um estudo piloto ilustrativo;
- 2) Definição dos cenários para tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação
- 3) Aplicação teórica do método proposto em um estudo piloto ilustrativo;

1.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho tem o objetivo de desenvolver um processo de tomada de decisões estratégicas para a definição do processo de fabricação considerando-se critérios de desempenho competitivos sistêmicos.

Uma delimitação importante nesta avaliação é a de tratar somente de processos de fabricação. Também importante é a determinação dos critérios para as tomadas de decisão. Neste caso, serão considerados critérios de desempenho que sejam competitivos e que tenham uma abordagem sistêmica.

O método será avaliado através de uma aplicação teórica no desenvolvimento de processo de fabricação de machos de areia para cilindros fundidos pelo processo de gravidade na empresa estudada. Como esta é uma aplicação teórica para ilustrar o método proposto, os resultados podem não corresponder à aplicação do método em um caso real.

Como aplicação teórica do método será avaliada uma das várias tecnologias de confecção de protótipos disponíveis no mercado - a Impressão Tridimensional – que será confrontada com o processo tradicional de confecção de machos de areia.

Embora este trabalho seja uma pesquisa teórico-bibliográfica baseada em um processo de uma determinada empresa e com o consentimento da mesma, os resultados e as conclusões terão caráter acadêmico, não tendo a empresa o compromisso ou a obrigação de aplicá-lo. A empresa poderá, a seu critério, optar

pela utilização parcial ou total dos dados e resultados para a melhoria ou modificação dos seus processos.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi estruturado em 6 capítulos:

O capítulo 1 apresenta uma visão geral do trabalho, com a introdução aos principais assuntos abordados, justificativas, questão de pesquisa, objetivos e delimitações.

O capítulo 2 se refere à fundamentação teórica do trabalho, com ênfase no assunto Tomada de Decisão. Serão abordados alguns métodos utilizados para estruturar decisões e problemas e também serão citadas as abordagens existentes para o problema de pesquisa. Serão também abordados os assuntos Critérios de Desempenho, Pensamento Sistêmico e Planejamento por Cenários.

No capítulo 3, é apresentado o método de pesquisa empregado, citando a natureza, a abordagem, os objetivos e os procedimentos técnicos. Neste capítulo, também será detalhado o método de trabalho, citando os passos a serem seguidos para atingir os objetivos propostos.

No capítulo 4 será descrito o método proposto para a tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação, utilizando critérios de desempenho sistêmicos.

O capítulo 5 é referente à aplicação piloto do método, onde é apresentada a empresa, a descrição dos casos, coleta de dados e análise comparativa destes casos em uma aplicação piloto teórica.

As conclusões e recomendações para continuidade deste trabalho estão no capítulo 6.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será descrita a revisão teórica, com ênfase no tema Tomada de Decisão. Serão abordados também neste capítulo os temas Critérios de Desempenho, Pensamento Sistêmico e Planejamento por Cenários, nos quais o método proposto foi baseado.

2.1 TOMADA DE DECISÃO

Segundo Lima (2003), atualmente, grande parte das tomadas de decisão – sejam elas técnicas, econômicas, financeiras, administrativas, ambientais – não são baseadas simplesmente em intuição, imposição ou mesmo experiência de um dado especialista ou grupo de especialistas.

Lima (2003) cita a Pesquisa Operacional como ferramenta de apoio nos processos de tomada de decisão:

“Pesquisas e estudos, principalmente no campo da Pesquisa Operacional, foram e são desenvolvidos com o intuito de servir como ferramenta de apoio nos processos de tomada de decisão. Por conseguinte, o tomador de decisão, ao se deparar com várias alternativas para um determinado projeto, tem a possibilidade de realizar uma análise racional e sistematizada do processo decisório por meio de modelos matemáticos”. (Lima, 2003)

Segundo Newman (1979) a tomada de decisão implica em quatro fases básicas: diagnosticar o problema, conceber uma ou mais soluções boas, projetar e comparar as conseqüências de tais alternativas e pesar as conseqüências, escolhendo um curso de ação.

Mintzberg et al (1976) entendem que a decisão pode ser um comprometimento para a ação, ou, como sugerem Simons & Thompson (1998), o

ato de procurar informações, interpretar estas informações, e, baseado nestas percepções, chegar a uma conclusão em relação a uma questão estratégica.

Langley et al (1995) citam que muitas decisões não conseguem ser facilmente traçadas de volta, quer no tempo, quer no espaço. Segundo os autores, o conceito de decisão pode identificar uma escolha distinta e identificável. Além disto, a emoção, imaginação e memória dos tomadores de decisão podem influenciar os processos decisórios, que são pontuados pela cristalização súbita de pensamentos.

Freqüentemente nas organizações, devido ao despreparo dos tomadores de decisão ou pela falta de importância dada ao assunto, decisões importantes são tomadas, tendo como critérios as experiências anteriores dos tomadores de decisão ou o empirismo. O fator sorte, muitas vezes pode ser atribuído ao sucesso de decisões nestes ambientes.

Mintzberg et al (1976), definem a tomada de decisão como “o conjunto de ações e fatores dinâmicos que começa com a identificação de um estímulo para a ação e termina com um comprometimento específico para a ação”.

Segundo Yates & Stone (1994), diz-se que uma decisão foi um sucesso quando os resultados obtidos com a alternativa de ação selecionada são pelo menos tão satisfatórios quanto aqueles que teriam com qualquer outra opção disponível.

Para Turban & Meredith (1994) apud Dacorso (2000), as situações de decisão podem ser classificadas em três categorias, de acordo com o grau de conhecimento que o decisor tem sobre a situação:

Decisão tomada sob certeza: neste tipo de decisão, que é também chamada de determinística, é assumido que o decisor possui informações completas sobre a situação. Assim, é esperado que ele conheça exatamente o resultado de cada alternativa de ação que seja adotada.

Decisão tomada sob risco: é conhecida também como decisão probabilística ou estocástica. Devido à impossibilidade de controle dos estados da natureza por parte do decisor, pode haver dois ou mais resultados possíveis para cada alternativa de ação.

Decisão tomada sob incerteza: assim como na decisão sob risco, o decisor se defronta com mais de um resultado possível para cada alternativa de ação. Além disso, não conhece, nem pode estimar a probabilidade de ocorrência dos estados da natureza, embora conheça os possíveis estados da natureza.

A Figura 2 ilustra estas categorias de tomada de decisão de acordo com o conhecimento do decisor.

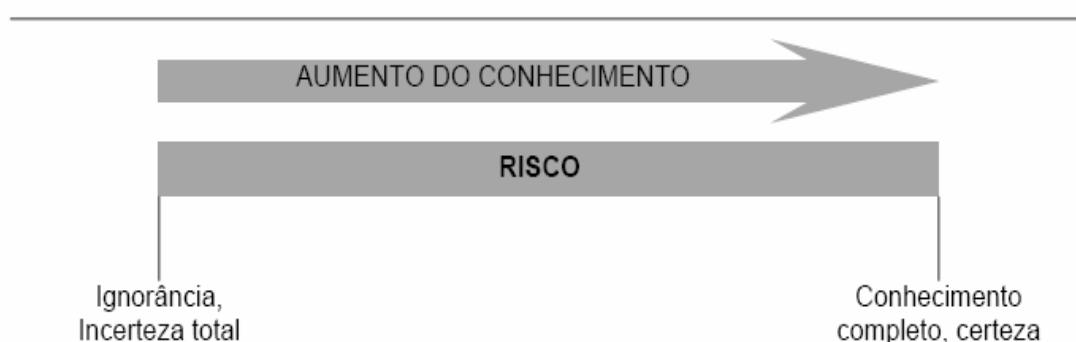


Figura 2: As categorias de tomada de decisão.

Fonte: Turban & Meredith (1994)

De acordo com Matheson & Matheson (1998), as decisões podem ser divididas em dois grupos, levando em consideração a análise de sua qualidade: decisões operacionais e decisões estratégicas. O principal fator que distingue os dois grupos é que os ciclos das decisões operacionais são relativamente mais curtos que os das decisões estratégicas, que podem durar vários anos.

No quadro 1, é mostrado uma comparação entre as principais características das decisões operacionais e estratégicas.

DECISÃO OPERACIONAL	DECISÃO ESTRATÉGICA
<ul style="list-style-type: none"> • Os erros não são tão caros. • Envolve relativamente poucos recursos. • Resposta do resultado em pouco tempo. • É possível e recomendável aprender com os resultados. • Como o ciclo é curto, o desempenho ótimo pode ser conseguido através de melhorias incrementais. • A fonte de conhecimento é o próprio pessoal envolvido na atividade. <p style="text-align: center;">Hábitos importantes</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Atentar aos detalhes e acompanhar o processo. ◆ Monitorar o desempenho de curto prazo. ◆ Ignorar as incertezas. ◆ Evitar alternativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os erros são custosos. • Envolve muitos recursos. • Resposta do resultado extremamente longa. • Esperar os resultados para aprender é impraticável. • Quando os resultados começam a surgir já é muito tarde para mudar a estratégia. (ciclo longo) • As fontes de conhecimento, em geral, são especializadas e externas: especialistas e pesquisas. <p style="text-align: center;">Competências</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Foco nas questões importantes. ◆ Considerar horizontes de longo prazo. ◆ Representar a incerteza ◆ Gerar várias alternativas e realizar uma escolha cuidadosa.

Quadro 1: Características das decisões operacional e estratégica

Fonte: Matheson & Matheson (1998)

Segundo Russo e Schoemaker (2002) apud Souza (2006), antes que se inicie o processo de tomada de decisão propriamente, o decisor precisa tomar decisões sobre o processo em si. Estas decisões sobre como decidir, também chamadas de metadecisões, podem envolver até doze questões, sendo duas delas consideradas cruciais. No quadro 2, são apresentadas estas questões.

Questões cruciais	
1.	Qual é a dificuldade primária nessa questão? Qual dos quatro estágios é o mais importante?
2.	Em geral, como decisões como essa devem ser feitas (em grupo, sozinhas, intuitivamente, analiticamente)? Onde se encontram meus pontos fortes e fracos? Onde vou precisar de ajuda?
Outras questões	
3.	Essa decisão precisa ser mesmo tomada? Precisa ser agora? Precisa ser feita por mim? Que partes posso delegar?
4.	Quanto tempo decisões como esta demoraram no passado? Quanto tempo a decisão deve demorar? Quando deve ser tomada? Se as datas-limites forem arbitrárias, posso negociar uma prorrogação?
5.	Posso prosseguir sequencialmente os estágios ou há necessidade de se avançar e recuar ao longo do processo?
6.	Onde o esforço deve ser concentrado? Quanto tempo eu espero dedicar em cada estágio?
7.	É possível fazer paralelos com decisões e experiências relacionadas para melhorar essa decisão?
8.	Quais são minhas habilidades, meus vieses e limitações? Há necessidade de trazer outros pontos de vista?
9.	Como um decisor mais experiente, o qual admiro, lidaria com essa situação?
10.	Caso essa decisão afetará significativamente outras decisões, quais são os impactos cruzados?
11.	Se a decisão for em grupo, como devo usar esse grupo?
12.	Se a decisão for em grupo, em qual estágio o grupo deverá participar e qual deve ser o papel do grupo em cada um desses estágios?

Quadro 2: Decidindo como decidir

Fonte: adaptado de Russo e Schoemaker (2002)

Para os autores, uma das questões cruciais é como as decisões serão tomadas (em grupo, sozinhas, intuitivamente, analiticamente). Esta é também a dúvida de grande parte dos decisores, mesmo que não tenham consciência disso. Neste aspecto o pensamento sistêmico vem auxiliar estes decisores, através da estruturação de problemas complexos e da visão sistêmica e compartilhada, para que estes mesmos decisores tenham subsídios para levar adiante o processo de tomada de decisão.

No Quadro 3, pode-se observar ainda que, no item 10, os autores questionam como a decisão afetará outras decisões, demonstrando, ainda que superficialmente, a visão sistêmica dos autores. Porém, ainda falta uma abordagem mais aprofundada do pensamento sistêmico nas tomadas de decisão.

Diversos autores têm apresentado modelos que, em geral, definem etapas a serem adotadas para que se consiga um bom resultado no processo decisório, propondo um processo lógico que pode ser aprendido e executado por qualquer pessoa.

Segundo Rendler & Stair (1994), todo processo de análise da decisão deve ser executado, levando em consideração as seguintes etapas:

- 1) Definição clara do problema;
- 2) Levantamento das possíveis alternativas;
- 3) Identificação dos possíveis resultados;
- 4) Cálculo do ganho de cada combinação de alternativas e resultados;
- 5) Seleção de um modelo quantitativo de análise;
- 6) Aplicação do modelo e tomada de decisão.

Hammond & Keeney & Raiffa (1999) sugerem seis critérios para que um processo de decisão seja eficaz, aumentando a possibilidade de um bom resultado:

- 1) Concentração naquilo que é importante;
- 2) Ser lógico e consistente;
- 3) Reconhecer a existência de fatores objetivos e subjetivos, combinando o pensamento analítico com o intuitivo;
- 4) Requerer apenas as informações e análises necessárias para solucionar determinado dilema;
- 5) Encorajar e orientar a coleta de dados relevantes e opiniões bem informadas;
- 6) Ser direto, confiável, de fácil uso e flexível.

Com base nestes seis critérios os autores propõem um método denominado PrOACT, que é o acrônimo de *Problem, Objectives, Alternatives, Consequences and Tradeoffs*. O propósito deste acrônimo é lembrar o decisor dos cinco elementos que

compõem o núcleo central do método e também reforçar a idéia da pro atividade na tomada de decisão. Outros três elementos – incerteza, tolerância ao risco e decisões interligadas – aparecem como elementos complementares do método e ajudam a elucidar as decisões em situações difíceis e instáveis.

Método ProOACT	
Problema	Núcleo Central
Objetivos	
Alternativas	
Consequências	
<i>Tradeoffs</i>	
Incerteza	Complemento
Tolerância ao risco	
Decisões Interligadas	

Quadro 3: Método ProOACT.

Fonte: Hammond & Keeney & Raiffa (1999)

Neste método os autores, além de enfatizar a necessidade da pro-atividade para a eficácia das tomadas de decisão, também enfatizam a necessidade de objetividade dos métodos e o comprometimento dos participantes na tomada de decisão, que precisam estar envolvidos no processo, ter as informações necessárias e dispor de um método que consiga visualizar as alternativas, definir os critérios e indicar o caminho para alcançar os objetivos, que precisam estar previamente definidos.

Clemen (1996) propõe um modelo para o processo de análise da decisão, descrito em etapas na forma de um fluxograma, para o qual o autor ressalta a importância da interação entre as etapas. Este modelo é mostrado na figura 3.

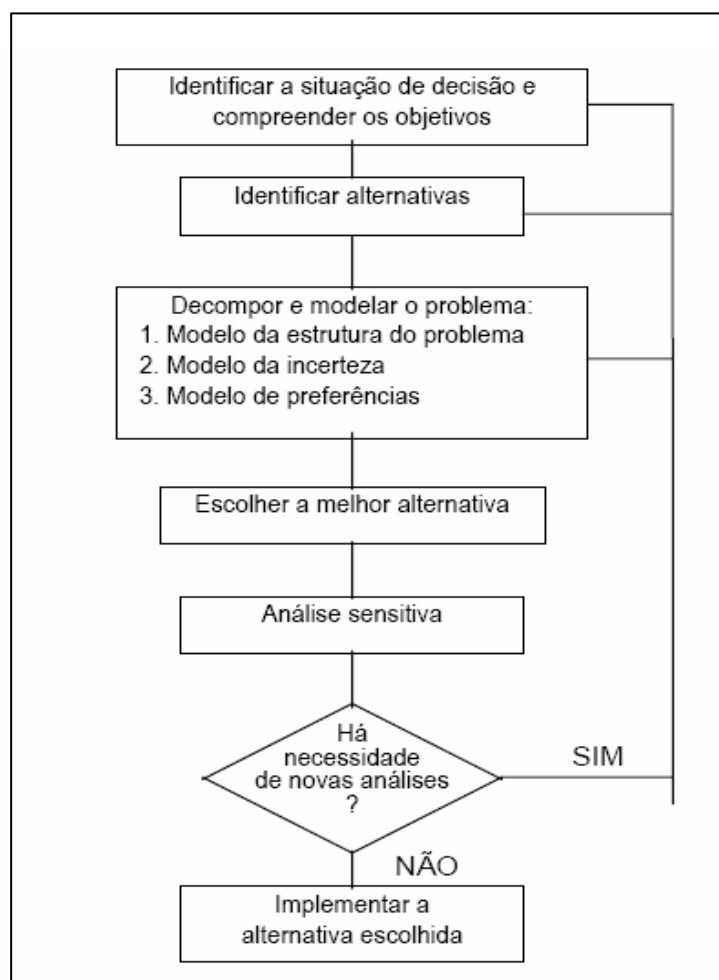


Figura 3: Fluxograma do processo de análise da decisão.

Fonte: Clemen (1996)

Este modelo proposto possui similaridade com outros modelos em vários aspectos como na identificação da situação, na identificação e escolha da melhor alternativa e implementação da alternativa escolhida. O diferencial deste modelo está na etapa de análise sensitiva após a escolha da melhor alternativa. Havendo necessidade de novas análises, todo o processo é repetido, indicando a preocupação do autor com a validade da escolha da melhor alternativa.

Matheson & Matheson (1998) desenvolveram um modelo de análise através de pesquisa realizada com administradores de P&D, onde foi identificado que a qualidade das decisões estratégicas depende diretamente de um conjunto de

práticas, as quais são fundamentadas em princípios adotados pela empresa. Estes princípios são listados a seguir:

- 1) Cultura de criação de valor;
- 2) Geração de alternativas;
- 3) Aprendizagem contínua;
- 4) Compreender e adotar incertezas;
- 5) Estratégia vista de fora para dentro;
- 6) Visão sistêmica;
- 7) Fluxo aberto de informações;
- 8) Alinhamento e iniciativa;
- 9) Tomada de decisão disciplinada.

Os mesmos autores expõem o conceito de qualidade da decisão utilizando a analogia de uma corrente, onde as dimensões da qualidade são os elos da corrente, sendo cada dimensão uma parte imprescindível do conjunto. Como na corrente o elo mais fraco determina sua capacidade, a dimensão mais fraca determina o resultado. As características das dimensões da qualidade da decisão, segundo os autores, são as seguintes:

- 1) Estrutura da decisão
- 2) Alternativas criativas e factíveis
- 3) Informações significativas e confiáveis
- 4) Valores e trade-offs claros
- 5) Raciocínio logicamente correto
- 6) Compromisso com a ação

Nestas análises, os autores demonstram a importância da visão sistêmica e da aprendizagem contínua na qualidade das decisões estratégicas. Também ressaltam que o processo de tomada de decisão possui dimensões, para as quais se precisa estar atento para que nenhuma delas se torne o elo fraco na tomada de decisão, prejudicando a qualidade da mesma.

2.2 CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

Segundo Falconi (1992), “o que não se mede, não se gerencia”.

Prass (2005) faz a seguinte comentário sobre o uso de indicadores baseado nas propostas de Falconi:

“o uso de indicadores está relacionado à necessidade de se tomar decisões sobre fatos, garantindo-se um processo de gestão sobre as variáveis internas e externas da organização (...) o indivíduo ou os grupos somente poderão tomar decisões sobre alguma variável se a mesma puder ser medida e comparada com algum referencial, possibilitando, assim, a identificação dos desvios, e a necessidade de interferência no processo, interferência esta conhecida por ação corretiva.”

Segundo SLACK et al (1996), as organizações, buscando constantemente vantagens competitivas baseadas em produção, são direcionadas a cinco critérios de desempenho: (a) qualidade; (b) velocidade; (c) confiabilidade; (d) flexibilidade; e (e) custo.

Contador (1996) também aponta cinco critérios de desempenho, chamando-os de campos de competição: (a) preço; (b) produto; (c) prazo até o uso; (d) assistência e serviços; e (e) imagem associada ao produto.

Davis, Aquilano e Chase (2001) citam prioridades competitivas que também podem ser considerados critérios de desempenho competitivos: (a) baixo custo; (b) alta qualidade; (c) rapidez; (d) ampla variedade; e (e) serviços associados ao produto.

Finalmente, Paiva, Carvalho e Fensterseifer (2004) também elegem cinco critérios de desempenho: (a) custo; (b) qualidade; (c) flexibilidade; (d) desempenho de entrega; e (e) inovatividade.

No Quadro 4 estão listados os critérios de desempenho, na visão dos autores citados.

AUTOR	Slack et al	Contador	Davis et al	Paiva et al
Critérios de Desempenho	Qualidade	Produto	Alta qualidade	Qualidade
	Velocidade	Imagem associada ao produto	Rapidez	Desempenho de entrega
	Confiabilidade	Assistência e serviços	Serviços associados ao produto	Inovatividade
	Flexibilidade	Prazo até o uso	Ampla variedade	Flexibilidade
	Custo	Preço	Baixo custo	Custo

Quadro 4: Critérios de desempenho sob a visão de vários autores

Fonte: O autor

De acordo com Miranda e Silva (2002) apud Sellitto e Walter (2006), a medição de desempenho, além de fornecer elementos para a tomada de decisão, tem a função de verificar se a missão da organização está sendo cumprida e em que grau ela está sendo cumprida.

Para Bourne et al. (2000), a medição de desempenho tem as funções de medir o sucesso de uma estratégia e de verificar a validade dos pressupostos assumidos ao se formular a estratégia.

Para Slack et al (1996), o processo de quantificar a ação é caracterizado pela medição de desempenho, sendo que a medição é o processo de quantificação, e o desempenho é o resultado das ações tomadas pelos gerentes. Nas organizações, e em todas as áreas, incluindo a qualidade em produtos e serviços, um sistema pode ser utilizado para medi-lo.

Segundo Moreira (1996), as medidas de desempenho devem apresentar as seguintes características: confiabilidade, validade, relevância e consistência. Devem

ser consistentes, para que apresentem um certo grau de equilíbrio em relação aos objetivos do sistema de medidas e coerência com as demais medidas utilizadas.

Nota-se que, apesar de a necessidade de consistência nos critérios de desempenho ser citada, ainda falta uma abordagem mais sistêmica, o que significa que as decisões baseadas nestes critérios devem levar em consideração o impacto das mudanças no espaço e no tempo.

Tadachi e Flores (1997) consideram que a gestão de indicadores pode ser descrita em seis fases, as quais estão detalhadas em procedimentos recomendados pelo autor:

Fase 1 – Preparação: (a) criar o clima para as medições, desafios e melhoria; (b) formar a equipe com conhecimento de indicadores, sistemas e do processo; (c) estabelecer propósitos com relação ao sistema de indicadores; e (d) planejar o contato com clientes baseado em ações passadas.

Fase 2 - Definição das características, dos indicadores e das metas: (a) realizar pesquisa orientada para conhecer o mercado e os clientes; (b) traduzir as necessidades e expectativas dos clientes; (c) desdobrar indicadores e as metas na estrutura organizacional; e (d) selecionar aqueles mais importantes para o uso no dia-a-dia.

Fase 3 - Desenvolvimento do sistema de informação: (a) escolher a técnica de medição; (b) identificar as fontes de dados; (c) eliminar os indicadores inviáveis; (d) desenvolver as metodologias para coleta e processamento, análise e uso dos dados e resultados; e (e) verificar a consistência do sistema.

Fase 4 - Medição e análise dos dados e resultados: (a) coletar e processar os dados; (b) analisar os dados e os resultados, envolvendo a gerência e sua equipe; e (c) procurar reduzir o ciclo de acesso e análise dos indicadores.

Fase 5 - Uso dos dados e resultados: (a) disponibilizar tabelas, gráficos, relatórios, mapas, etc.; (b) analisar criticamente os dados e resultados; (c) vincular os dados e resultados às decisões e ações; (d) utilizar os resultados na revisão do planejamento; e (e) medir o uso dos dados e resultados.

Fase 6 – Ciclo de avaliação e melhoria: (a) avaliar a abrangência dos indicadores com relação aos propósitos da organização; (b) aprimorar o sistema de indicadores, com enfoque na melhoria e depois na medição; e (c) reconhecer o mérito das pessoas que contribuíram para a melhoria.

Estas fases propostas possuem aspectos semelhantes como as fases propostas no ciclo PDCA, utilizado por Falconi (1996) que são o planejamento apropriado, o desenvolvimento com critérios, a execução com envolvimento do grupo e o controle para um novo ciclo de melhoria.

Para a definição dos critérios de desempenho a serem utilizados no método proposto estas fases servirão de referência, juntamente com o pensamento sistêmico, para que os critérios de desempenho, além de confiáveis e consistentes, sejam também sistêmicos.

Segundo SLACK et al (1996) apud Reis (2003) três parâmetros são especialmente importantes na determinação de quais objetivos de desempenho devem ser enfatizados:

- 1) As necessidades específicas dos grupos de consumidores da empresa;
- 2) As atividades dos concorrentes da empresa;
- 3) Estágio do ciclo de vida do produto no qual encontra-se o produto.

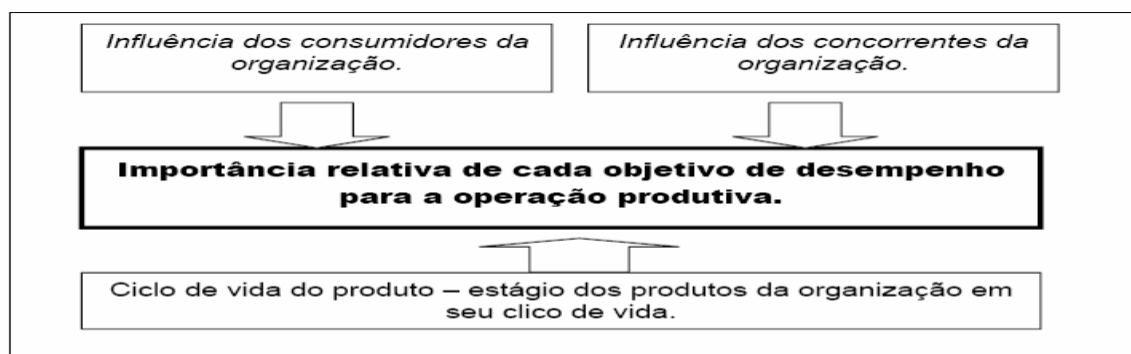


Figura 4: Priorização dos objetivos de desempenho.

Fonte: Slack et al (1996)

Através da interpretação de como o consumidor transfere as suas necessidades e desejos para a organização é que se desenvolvem os objetivos de desempenho da organização, tendo como finalidade o planejamento e controle da mesma, sendo que as tomadas de decisão terão que acontecer durante todo o ciclo de vida do produto.

Slack et al (1996) ressaltam que as expectativas de qualidade podem variar entre diferentes consumidores e se torna um problema basear a definição de qualidade em expectativas. E, além disso, as percepções, ou seja, a forma que os clientes “percebem” um produto, também podem variar entre diferentes clientes.

Conforme citado no capítulo 1 deste trabalho, alguns autores divergem sobre a importância ou denominação de alguns critérios de desempenho, porém, há o consenso dos autores na maioria dos critérios, como qualidade, rapidez, flexibilidade e custo, o que reflete as exigências do mercado atual.

Também foi citado que, devido à introdução de severas leis de controle de poluentes, a preocupação com o meio ambiente também se tornou um aspecto importante a ser considerado nos projetos de novos produtos e processos. Por isso, um ou mais critérios de desempenho ou variáveis relacionados a este tema também deverão ser abordados nesta pesquisa.

2.3 PENSAMENTO SISTÊMICO

Segundo Capra (1996), as idéias sistêmicas aparecem como tema recorrente na ciência, através de concepções holísticas em oposição às concepções mecanicistas do século XVI. Desde as décadas de 50 e 60, concepções sistêmicas vêm sendo aplicadas na resolução de problemas práticos nas áreas da engenharia e administração

De acordo com Senge et al (1996), o centro da aprendizagem das organizações estão baseados em cinco disciplinas: (i) domínio pessoal: disciplina que permite aprender a expandir a capacidade pessoal para criar resultados em um

ambiente organizacional que estimule todos os integrantes a partir de metas e objetivos determinados; (ii) modelos mentais: permite refletir e trabalhar de forma contínua os cenários internos das pessoas em relação a sua concepção de mundo; (iii) visão compartilhada: a visão de censo de um grupo de pessoas sobre imagens compartilhadas de um futuro que se deseja criar, orientadas pela meta da conquista; (iv) aprendizagem em grupo: transformação das habilidades coletivas de raciocínio sobre a visão de que a soma das partes é maior do que o todo; (v) pensamento sistêmico: permite um modo de análise do todo como um sistema complexo e as relações que modelam o comportamento.

Segundo Senge (1990), o pensamento sistêmico é destacado como a Quinta Disciplina, por realizar a integração das outras quatro, as quais se fundem em um conjunto de teoria e prática, evitando que elas sejam vistas de forma isolada. Ao reforço de cada uma das disciplinas, o Pensamento Sistêmico mostra que o todo pode ser maior que a soma das partes.

Segundo Andrade e Kasper (1997) o Pensamento Sistêmico tem uma relevância especial, por, pelo menos dois motivos:

“(i) é a disciplina que dá sustentação estrutural das demais disciplinas de aprendizagem; (ii) é oriunda de cerca de 40 anos de estudo no campo de conhecimento da dinâmica de sistemas, e sugere que para haver uma compreensão mais ampla das estruturas da realidade é necessário um novo tipo de pensamento, derivado de uma nova linguagem.”

2.3.1 A Linguagem Sistêmica

Segundo observou Senge (1990), uma nova forma de linguagem para comunicar o funcionamento dos sistemas e da realidade é possível através da dinâmica dos sistemas. Esta nova linguagem traria novas formas de pensamento que permitiriam compreender sistemas complexos e gerariam processos mentais mais efetivos para tratar a realidade, o que deveria elevar o potencial das pessoas, rompendo assim com o “pensamento linear”, que pressupõe relações de causa e

efeito que impedem a percepção de situações envolvendo eventos de complexidade dinâmica.

Como instrumento de linguagem Senge et al (1996) indica o uso de diagramas de enlace casual, justificando com os seguintes argumentos:

- a linguagem natural não oferece uma estrutura adequada para entender e comunicar uma situação em que estão envolvidas influências mútuas dos elementos da realidade, com enlaces de retro alimentação;
- como a linguagem molda o pensamento, uma linguagem que trate mais adequadamente as complexidades dinâmicas da realidade trariam uma forma de pensamento mais efetiva.

Segundo Andrade et al (2006), a linguagem sistêmica é utilizada como um instrumento para colocar em prática as idéias sistêmicas. Ela é simples, pois se utiliza de símbolos suficientes para representar as variáveis de um sistema e o relacionamento entre estas variáveis.

Estas variáveis podem ter relacionamento entre si e quando este relacionamento existe, eles podem se influenciar direta ou indiretamente. Setas são utilizadas para fazer a ligação entre estes inter-relacionamentos, ligando a variável independente à variável dependente. Se a influência for direta, é utilizada uma seta contínua na ligação destas variáveis ou a utilização do sinal "+". Se a influência for indireta, é utilizada uma seta tracejada na ligação destas variáveis ou a utilização do sinal "-". Estas convenções podem variar de acordo com a bibliografia. Na Figura 7, estão representados exemplos de aplicação desta linguagem.

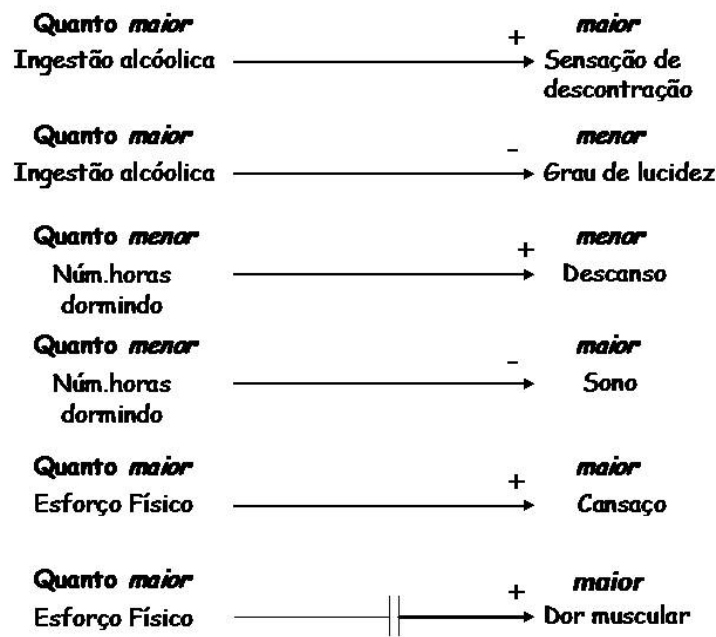


Figura 7: Sintaxe da Linguagem Sistêmica

Fonte: Andrade et al (2006)

2.3.2 Os Níveis de Pensamento Sistêmico

De acordo com Andrade & Kasper (1997) uma das formas adotadas para a compreensão do modelo sistêmico é o entendimento dos níveis da realidade. Este modelo serve como uma base para a conceituação de um método que possibilita, a compreensão de elementos de ordem sistêmica, pelo aprofundamento da percepção.

Para Senge et al (1997), um pensador sistêmico, particularmente num ambiente organizacional, é o indivíduo que vê os quatro níveis atuando simultaneamente: eventos, padrões de comportamento, sistemas e modelos mentais. Os níveis da realidade fazem analogia a um iceberg, conforme a Figura 5.



Figura 5: Os níveis da realidade ilustrados pela metáfora do iceberg

Fonte: Andrade (1997)

Nível dos Eventos

Observar no primeiro nível, eventos ocorrendo e sendo percebidos pelas pessoas envolvidas. Em geral, é com base nestes eventos que as pessoas explicam situações - “quem faz o que a quem”, razão pela qual, ações baseadas nesta percepção tendem a tomar aspectos reativos - o que, segundo Senge (1990), é o tipo de ação mais comum.

Nível dos Padrões de Comportamento

As pessoas, baseadas na percepção de eventos, reagiriam de uma maneira automática e isto guiaria grande parte das suas ações. No entanto, tais eventos são evidências de padrões de comportamento dos elementos da realidade descrita. Para que uma percepção extrapole o nível dos eventos, seria preciso analisar as tendências de longo prazo e avaliar suas implicações. Neste nível são utilizados gráficos, avaliando o comportamento passado das variáveis e buscando evidências que possam indicar seu comportamento futuro ou desejado. Neste caso, as ações tomariam uma forma responsiva, pois surgem indicativos de como a longo prazo os atores podem responder às tendências de mudança.

Estrutura Sistêmica

O terceiro nível invoca a compreensão estrutural da situação em questão. Ele indica o que causa os padrões de comportamento, buscando explicar como os elementos influenciam-se. Este nível de ilustração é o mais rico e o que permite as melhores intervenções em termos de alavancagem da mudança, já que a estrutura gera comportamento, e mudando-se a estrutura, podem-se gerar diferentes padrões de comportamento.

Nível dos Modelos Mentais

Modelos mentais são idéias profundamente arraigadas, generalizações, ou mesmo imagens que influenciam o modo de encarar o mundo, bem como as atitudes das pessoas (Senge, 1990). Partindo do pressuposto de que estrutura gera comportamento, pode-se inferir que este nível influencia os demais na medida em que os modelos mentais dos atores influenciam o seu comportamento de forma a gerar estruturas sistêmicas da realidade. Assim, é preciso identificar como eles geram ou influenciam as estruturas em jogo, para que seja possível compreendê-las.

A partir deste esquema básico, Senge et al (1997) introduzem um método para aplicação do Pensamento Sistêmico. Identificado como 'Narração de Histórias', estabelece que através do diálogo entre os principais atores organizacionais se aprofunde o entendimento de uma situação, mergulhando nos níveis descritos. Ao final é possível uma compreensão mais clara da dinâmica da situação, para então se estabelecer cursos de ação nos pontos de alavancagem do sistema (Andrade, 1998). O método está resumidamente descrito a seguir.

2.3.3 O Método Sistêmico

O método sistêmico é um conjunto de passos que permitem, através do diálogo entre os principais atores organizacionais o entendimento dos níveis da realidade de uma situação proposta, permitindo pensar essa realidade através do inter-relacionamento entre seus elementos ao invés de pensar de forma mecanicista através de suas partes. Kim (1995) acredita que os problemas existem dependendo de quem os esteja vendo. As pessoas os constroem em suas mentes a partir de suas experiências de vida e pelas suas maneiras de enxergar a realidade. Para que haja a exposição dos pontos de vistas individuais a respeito da problemática em estudo, todo o método é desenvolvido utilizando o diálogo em grupo como principal estratégia. De acordo com Isaacs (1996) a prática do diálogo traz à tona e explora os principais mecanismos pelos quais as pessoas tentam controlar e lidar com o significado de suas interações. Como o objetivo não é tentar, de modo deliberado, resolver os problemas na forma habitual, o diálogo abre uma nova possibilidade para a reflexão em conjunto.

É um método que incentiva o aprendizado coletivo e proporciona alto grau de motivação das pessoas envolvidas, pois todo o trabalho é de autoria do grupo, tendo o consultor apenas um papel de facilitador do método.

Segundo Andrade et al (2006) os passos do método sistêmico permitem um aprofundamento nos níveis da realidade e também promovem o processo de aprendizagem. A linguagem sistêmica é aplicada sistematicamente, tornando-a uma ferramenta que opera no nível do subconsciente.

Cada passo gera aprendizagem mais profunda e gera produtos que são utilizados como entrada dos próximos passos. Segundo Andrade et al (2006) os passos do método sistêmico são nove e estão representados na Figura 6:

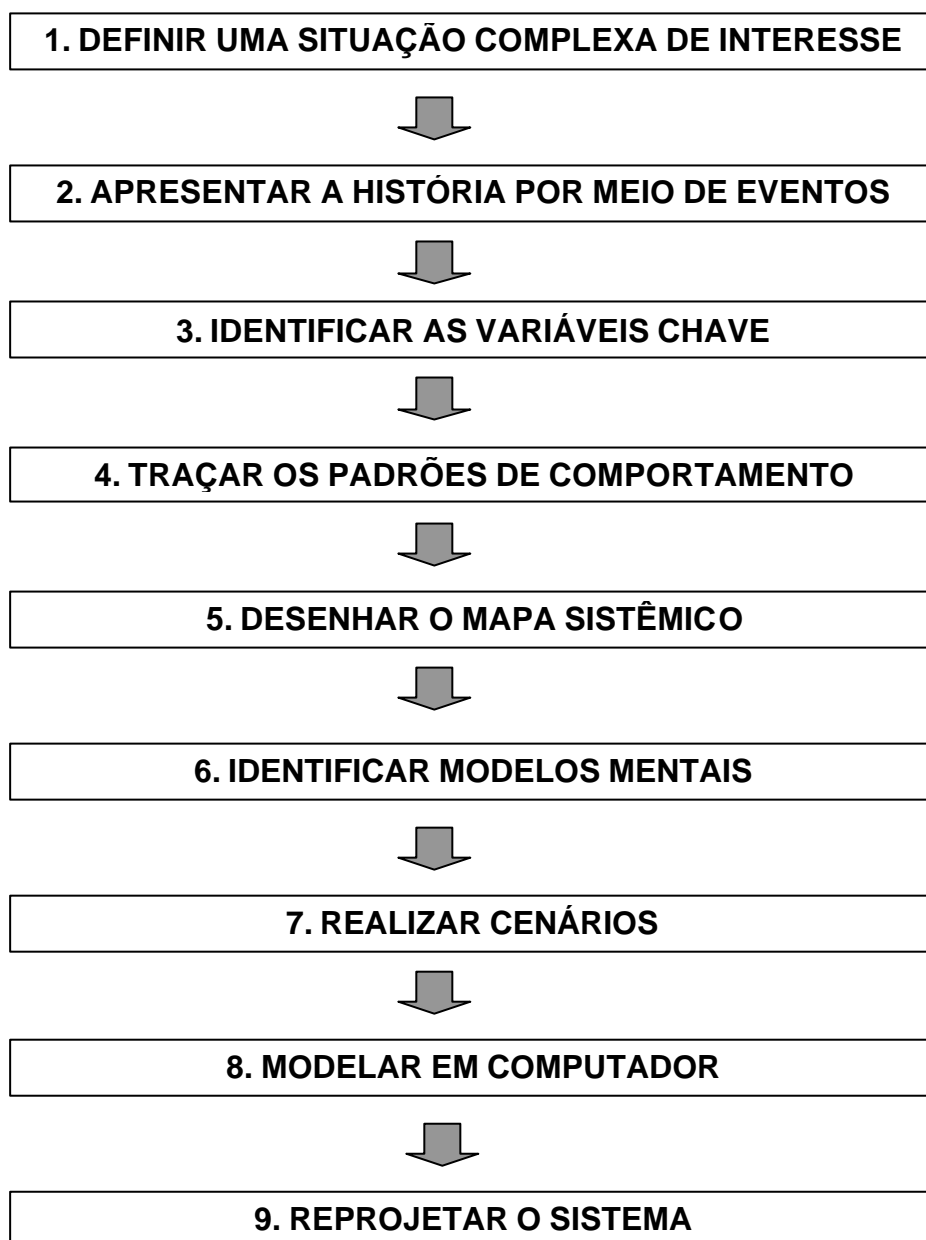


Figura 6: Etapas para o desenvolvimento do método para aplicação do Pensamento Sistêmico
Fonte: Andrade et al (2006)

Aplicação do Passo 1: Definir uma situação complexa de interesse:

O objetivo dessa etapa é definir claramente uma situação complexa de interesse. Para isso, é necessário identificar uma situação importante para a organização ou para o conjunto de indivíduos interessados. Do ponto de vista prático, é melhor considerar uma limitada abrangência, pois é mais fácil ampliar o

assunto mais tarde. Durante todo o desenvolvimento do método o problema central poderá ser reformulado, caso, em função das discussões haja consenso do grupo.

Aplicação do Passo 2: Apresentar a história através de eventos:

Aqui o objetivo é penetrar o primeiro nível da realidade (Figura 5 – Metáfora do Iceberg), visando assimilar eventos relevantes relacionados com a situação ao longo do período considerado. Um evento é um acontecimento perceptível no comportamento de um elemento, situado em um momento ou intervalo de tempo definido. O importante desta etapa é trazer à tona a história ou as histórias subjacentes ao problema definido.

Aplicação do Passo 3: Identificar as variáveis chave:

A partir da lista de eventos relatados, é necessário identificar que fatores podem ser elencados como chave para a compreensão da situação. Tudo o que contribui para um resultado ligado à situação e que esteja sujeito a variações, podendo apresentar valores distintos, deve ser assinalado.

Aplicação do Passo 4: Traçar os padrões de comportamento:

Nessa etapa, traça-se o comportamento passado e as tendências futuras dos fatores chave, buscando penetrar no nível dos padrões de comportamento. Não é necessário traçar curvas baseadas em dados acurados. O que importa são os padrões da curva ao longo de um eixo temporal, com o propósito de apoiar o raciocínio e o aprendizado da equipe, reconhecendo como os fatores se inter-relacionam (comportamentos coincidentes), para poder montar a estrutura sistêmica (próximo passo).

Aplicação do Passo 5: Desenhar o mapa sistêmico:

Neste passo, o objetivo é identificar as relações causais entre os fatores, a partir da comparação das curvas, hipóteses preliminares e intuições a respeito das influências recíprocas. O objetivo é desvendar as estruturas sistêmicas que determinam os padrões de comportamento dos elementos da realidade. É utilizado nesta etapa o diagrama de enlace causal, dando um caráter formal de sistema ao estudo.

As conexões formadas no diagrama não existem isoladamente. Elas sempre compreendem um círculo de causalidade, um “enlace” de realimentação, em que todo o elemento é tanto, ‘causa’ quanto ‘efeito’ - influenciado por alguns, e influenciando outros, de modo que cada um dos seus efeitos, mais cedo ou mais tarde, volta à origem. Um exemplo de um mapa sistêmico é mostrado no Anexo III.

Aplicação do Passo 6: Identificar modelos mentais:

O objetivo dessa fase consiste em identificar os modelos mentais presentes, ou seja, levantar as crenças ou pressupostos que os atores envolvidos na situação mantêm em suas mentes e que influenciam seus comportamentos, gerando estruturas do mundo real. Para enriquecer o quadro é necessário transformar os modelos mentais presentes em elementos da estrutura sistêmica.

Na análise de uma situação em estudo, é possível testar um dos princípios do Pensamento Sistêmico que indica que, do ponto de vista da dinâmica de sistemas, não existe os indivíduos e suas estruturas mentais internas dissociados do mundo externo. Ambos fazem parte da mesma dinâmica (Senge, 1990).

Aplicação do Passo 7: Realizar cenários:

Cenários servem especialmente para desafiar modelos mentais instituídos a respeito do futuro, por meio da visualização de seus possíveis desdobramentos (Andrade et al, 2006). Eles se destinam ao propósito de prospectar caminhos

alternativos para o futuro, de acordo com as forças que regem estes caminhos. Estas forças são as tendências pré-determinadas, forças sobre as quais tem-se uma visão clara de como elas se desdobrarão no futuro e as incertezas críticas, forças sobre as quais não temos idéia muito clara de seus desdobramentos no futuro. Ensaiam-se enredos para cada um dos cenários e preparam-se estratégias para cada um desses futuros alternativos.

Aplicação do Passo 8: Modelar em computador:

Obtendo uma representação de certo consenso, pode-se transformar o diagrama de enlace causal da situação em diagrama de fluxo, que possibilita modelar o sistema em computador. A vantagem do uso do computador relaciona-se à possibilidade de alterar parâmetros ou simular a passagem do tempo, além de avaliar as influências mútuas de uma maneira dinâmica. Esta etapa não é considerada essencial para o desenvolvimento do estudo, mas quando feita, enriquece o trabalho, possibilitando uma reavaliação nos modelos mentais dos participantes do processo, já que o computador oferece um local seguro para 'experimentações'.

Aplicação do Passo 9: Reprojeter o sistema:

Reprojeter o sistema significa planejar alterações na estrutura visando alcançar os resultados desejados, considerando as conseqüências sistêmicas destas alterações. Nesse caso, podem ser adicionados novos elementos ou novos enlaces ou mesmo quebrar ligações que produzem impactos indesejáveis. O fundamental do Pensamento Sistêmico é o 'Princípio da Alavancagem', isto é, descobrir onde as ações e mudanças na estrutura podem trazer resultados significativos e duradouros.

2.4 PLANEJAMENTO POR CENÁRIOS

A possibilidade de conhecer o futuro sempre foi um desejo do ser humano, devido à necessidade de se ter argumentos para tomar decisões, eliminando os riscos e as incertezas inerentes de um processo decisório.

Sabe-se que o futuro é incerto e desconhecido, porém, não totalmente desconhecido. Segundo Andrade et al (2006), pode-se considerar certos futuros improváveis e outros plausíveis com base no conhecimento que se tem da realidade e de certas tendências, para, com isso se tomar decisões e programar ações.

Conforme definição de Schwartz (2000), cenário é “uma ferramenta para ordenar as percepções de uma pessoa sobre ambientes futuros alternativos, nos quais as conseqüências de sua decisão vão acontecer”.

Para Andrade et al (2006), o planejamento por cenários utiliza a capacidade humana não só de imaginar o futuro, mas de aprender a partir do imaginar o futuro. Pretende criar imagens a partir de uma série de diferentes possíveis futuros, todos plausíveis.

De acordo Heijden et al.(2002), apud Moreira (2005), o planejamento por cenários propiciam os seguintes benefícios organizacionais:

- Realçam a percepção individual e corporativa, uma vez que oferecem uma estrutura para que os gestores possam entender e avaliar padrões e eventos enquanto eles ocorrem.
- Possibilita a integração do planejamento corporativo, pois a organização pode participar amplamente de sua construção, e uma grande variedade de informações pode ser incorporada provindas de processos de previsões e planejamento.
- Fazem as pessoas pensarem, pois provêem um ambiente politicamente seguro de aprendizado em equipe, e um processo de aprendizado que estimula à criatividade.

- Uma estrutura para lidar com a complexidade, permitindo aos gestores lidarem de forma mais aberta e explícita com incertezas conhecidas, para chegarem a uma compreensão profunda do que é significativo e do que é efêmero, dentro de diversos futuros possíveis, de uma forma disciplinada e sistemática.
- Uma ferramenta de comunicação que, segundo Heijden et al.(2002), fornecem uma estrutura para discussão racional tendo como base visões alternativas intrínsecas e validadas, emergindo dentro ou fora da organização, colocando os participantes num estado mental totalmente diferente e bem mais aberto.
- Uma ferramenta de gestão, através da qual os principais executivos podem influenciar a tomada de decisão através de todos os níveis da organização.

O objetivo da construção dos cenários é fornecer aos tomadores de decisão uma visualização de vários futuros, para que possam agir nas estruturas atuais e tomar decisões estratégicas plausíveis, antecipando mudanças para estar preparado para o futuro, seja ele qual for. As mudanças podem ser, inclusive, o de novos modelos mentais mais eficazes ou apropriados

2.4.1 Método de Planejamento por Cenários

Schwartz (2000), apud Andrade et al (2006), propõe um método para o planejamento por cenários, o qual é descrito resumidamente a seguir.

- 1) **Identificar a Questão Central ou a Decisão Central:** para iniciar o trabalho, estabelece-se a decisão ou o foco interno de interesse. O processo é realizado de “dentro para fora”, a partir de uma demanda da própria organização. Considerações sobre o ambiente são realizadas posteriormente.

- 2) **Identificar os Fatores-Chave no Ambiente Local:** a seguir, lista-se os fatores-chave ou os indicadores que indiquem o sucesso ou o fracasso da decisão.
- 3) **Identificar as Forças Motrizes:** listam-se as forças motrizes capazes de influenciar os fatores-chave indicados anteriormente. Algumas terão uma tendência pré-determinada – forças sobre as quais se tem uma visão clara de como elas se desdobrarão no futuro; outras serão incertezas críticas – forças para as quais, ao contrário, não há uma visão clara do desdobramento futuro.
- 4) **Hierarquizar por Importância e Incerteza:** o objetivo neste passo é hierarquizar as forças motrizes a fim de identificar os dois ou três fatores mais importantes e incertos.
- 5) **Selecionar a Lógica dos Cenários:** a definição das forças motrizes principais as transformam em eixos com valores-limite que, quando cruzados, geram um pequeno número de possíveis cenários. Esses cenários são representados por um espectro (um eixo), uma matriz (dois eixos) ou um cubo (três eixos) dependendo do número de forças motrizes selecionadas. Em cada célula, um enredo é então desenvolvido, caracterizando “de que mundo trata um cenário como este”.
- 6) **Encorpar os Cenários:** identificar o que ocorre com os fatores-chave e com as forças motrizes em cada um dos cenários.
- 7) **Determinar as Implicações:** neste passo são respondidas as questões: “Quais decisões devem ser tomadas à luz dos cenários?”; “Que estratégias melhor preparam a organização para os cenários?”. Neste passo, determina-se o conjunto de ações estratégicas decorrentes da avaliação dos cenários.
- 8) **Selecionar Indicadores e Sinalizadores de Cenários:** estabelecer graus de probabilidade para a ocorrência dos diferentes cenários e definir quais indicadores ou sinalizadores mostrarão de maneira mais eficaz o curso da história, para que decisões rápidas e efetivas sejam tomadas.

Andrade et al (2006), observa a utilidade do uso sinérgico do Planejamento por Cenários aliado ao Pensamento Sistêmico nos processos estratégicos das

organizações. O Pensamento Sistêmico é uma ferramenta que possibilita a compreensão das forças estruturais que moldam a realidade, enquanto o Planejamento por Cenários promove a aprendizagem e o desafio aos modelos mentais por meio da visualização de possíveis futuros.

3 MÉTODO

Nesta seção será descrito primeiramente o método de pesquisa com as respectivas justificativas para a escolha deste método. Na seqüência, será detalhado o método de trabalho a ser utilizado na elaboração desta pesquisa.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

Segundo Mattar (1996), dependendo da variável considerada, a pesquisa pode ser classificada em: a) qualitativa ou quantitativa; b) descritiva ou causal; c) exploratória ou conclusiva; d) por comunicação ou por observação; e) estudo de caso, estudo de campo ou levantamento amostral; f) ocasional ou evolutiva; g) experimental ou ex-post facto e h) realizada em campo, em laboratório, ou por simulação.

Segundo Silva e Menezes (2001) a pesquisa pode ser classificada segundo sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos, conforme apresentados no Quadro 4.

Classificação	Tipo de Pesquisa	Descrição
Natureza	Básica	Pesquisa que objetiva gerar conhecimentos novos e úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista.
	Aplicada	Objetiva gerar conhecimento para a aplicação prática dirigida a solução de problemas específicos.
Abordagem	Quantitativa	Pesquisa aplicada através de estudos estatísticos voltados a quantificação do objeto de estudo.
	Qualitativa	Pesquisa onde o processo de interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo de pesquisa. Os dados são analisados indutivamente.
Objetivos	Exploratória	Visa proporcionar maior familiaridade como o objeto de estudo, tentando torna-lo explícito ou a construir hipóteses.
	Descritiva	Visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou ainda o estabelecimento de relação entre variáveis.
	Explicativa	Visa identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Aprofunda o conhecimento porque explica o "porquê" das coisas.
Procedimentos Técnicos	Bibliográfica	Quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente de material disponibilizado na internet.
	Documental	Quando elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico.
	Experimental	Quando se determina um objeto de estudo. Selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influencia-lo. Definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.
	Levantamento	Quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer.
	Estudo de caso	Quando envolve o estudo profundo de um ou de poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.
	Pesquisa-Ação	Quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. O pesquisador e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo.
	Pesquisa-Participante	Quando a pesquisa se desenvolve a partir de interação entre pesquisadores e os membros da situação investigada.
	Expost-Facto	Quando o "experimento" se realiza após o acontecimento dos fatos.

Quadro 5: Classificações da pesquisa

Fonte: Silva e Menezes (2001)

Analisando o quadro de qualificações de pesquisa, conclui-se que, quanto à natureza, a pesquisa é aplicada, pois objetiva a geração de conhecimento dirigida a solução de um problema específico: o desenvolvimento de um método para tomada de decisões em processos produtivos industriais, considerando critérios de desempenho competitivos sistêmicos.

Segundo Thiollent (1997) os objetivos da pesquisa aplicada são a elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções para o mesmo, enquanto que na pesquisa básica os objetivos são a produção de conhecimento através de verificação de hipóteses e elaboração de teorias.

Quanto à abordagem, a pesquisa é qualitativa, pois há a necessidade de interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados para que haja o entendimento do problema e a definição de alternativas de solução do mesmo, sendo os dados interpretados indutivamente.

Segundo Bryman (1989) a pesquisa qualitativa tem sua ênfase na perspectiva do indivíduo a ser estudado, enquanto que a pesquisa quantitativa baseia-se em modelo derivado de publicações teóricas ou de leitura sobre determinado assunto. Pelo fato de a pesquisa qualitativa usar entrevistas e exame de documentos, podem-se colher os benefícios da coleta de dados sobre assuntos que não podem ser diretamente observados e os da checagem das informações levantadas.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo, tentando torná-lo explícito ou a construir hipóteses.

No caso da pesquisa referente a este trabalho não há intenção de construir hipóteses específicas, mas sim proporcionar o melhor entendimento do objeto de estudo, através do desenvolvimento de objetivos e da busca de informações sobre este. Assim, o pesquisador está orientado para a descoberta de novos elementos, percepções, idéias e as relações entre estes (Hair, Jr. et al, 2005).

De acordo com Gil (2002), apesar de a maioria das pesquisas exigir uma pesquisa bibliográfica, existem pesquisas - uma boa parte das pesquisas exploratórias – desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas.

Andrade (2001) e Cervo & Bervian (2002) relatam que a pesquisa bibliográfica pode tanto constituir um trabalho independente como compor um passo inicial para desenvolver outra pesquisa ou compor parte integrante de uma pesquisa descritiva ou experimental.

Finalmente, de acordo com Ruiz (1996), a pesquisa teórica visa ampliar generalizações, definir leis mais amplas, reunir hipóteses, estruturar sistemas, modelos teóricos e relações, definir novas visões sobre o problema de pesquisa e gerar novas hipóteses, fundamentados na dedução, síntese e reflexão. Combinada

com a pesquisa bibliográfica oferece possibilidades para explorar novas áreas onde os temas e problemas ainda não se cristalizaram de maneira suficiente.

Considerando as definições anteriores, para estudar o desenvolvimento do método para tomada de decisões em processos produtivos industriais, considerando critérios de desempenho competitivos sistêmicos, o método de pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, do tipo exploratório e teórico-bibliográfico.

3.2 MÉTODO DE TRABALHO

Os passos que foram seguidos para atingir os objetivos propostos, são os seguintes:

- 1) Definição do tema e questão de pesquisa. Para estas definições, torna-se importante um foco bem definido, para que as informações coletadas na empresa e o referencial teórico estejam alinhados com os objetivos do trabalho. Segundo Mintzberg (1979), independentemente do tamanho de sua amostra ou qual o seu interesse, temos sempre que ir às organizações com um foco bem definido, com o objetivo de coletar dados específicos, sistematicamente. Sem um foco na pesquisa, torna-se difícil a tarefa de seleção do grande volume de dados coletados. De acordo com Eisenhardt (1989) uma especificação prévia dos construtos pode ajudar no desenho inicial da construção da teoria da pesquisa.
- 2) A partir de uma revisão bibliográfica sobre Tomada de Decisão, Indicadores de Desempenho e Pensamento Sistêmico será construído o Referencial Teórico para embasar o desenvolvimento da pesquisa dentro do escopo proposto;
- 3) Paralelamente, foram feitas observações empíricas na empresa que foi objeto da pesquisa, que servirão, juntamente com o Referencial Teórico, para a definição do método de tomada de decisão na escolha de projetos de

processos de fabricação utilizando critérios de desempenho sistêmicos. Foram também utilizados como referencial, o conhecimento do autor nos processos estudados, pois o mesmo tem ampla experiência nestes processos e conhecimento da empresa por ter trabalhado na mesma durante mais de dez anos;

- 4) Desenvolvimento do método de tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação utilizando critérios de desempenho sistêmicos: Utilizando o método sistêmico como base para o método proposto, foram identificados os critérios de desempenho sistêmicos que, juntamente com os possíveis cenários construídos, darão subsídios para os decisores escolherem o melhor processo para cada cenário;
- 5) Avaliação do método proposto por experts e pelos responsáveis da empresa na qual foi baseado o trabalho e posterior revisão do trabalho;
- 6) Aplicação piloto ilustrativa na empresa e conclusões a respeito do método;
- 7) Formalização do documento da pesquisa e submissão à aprovação da banca examinadora.

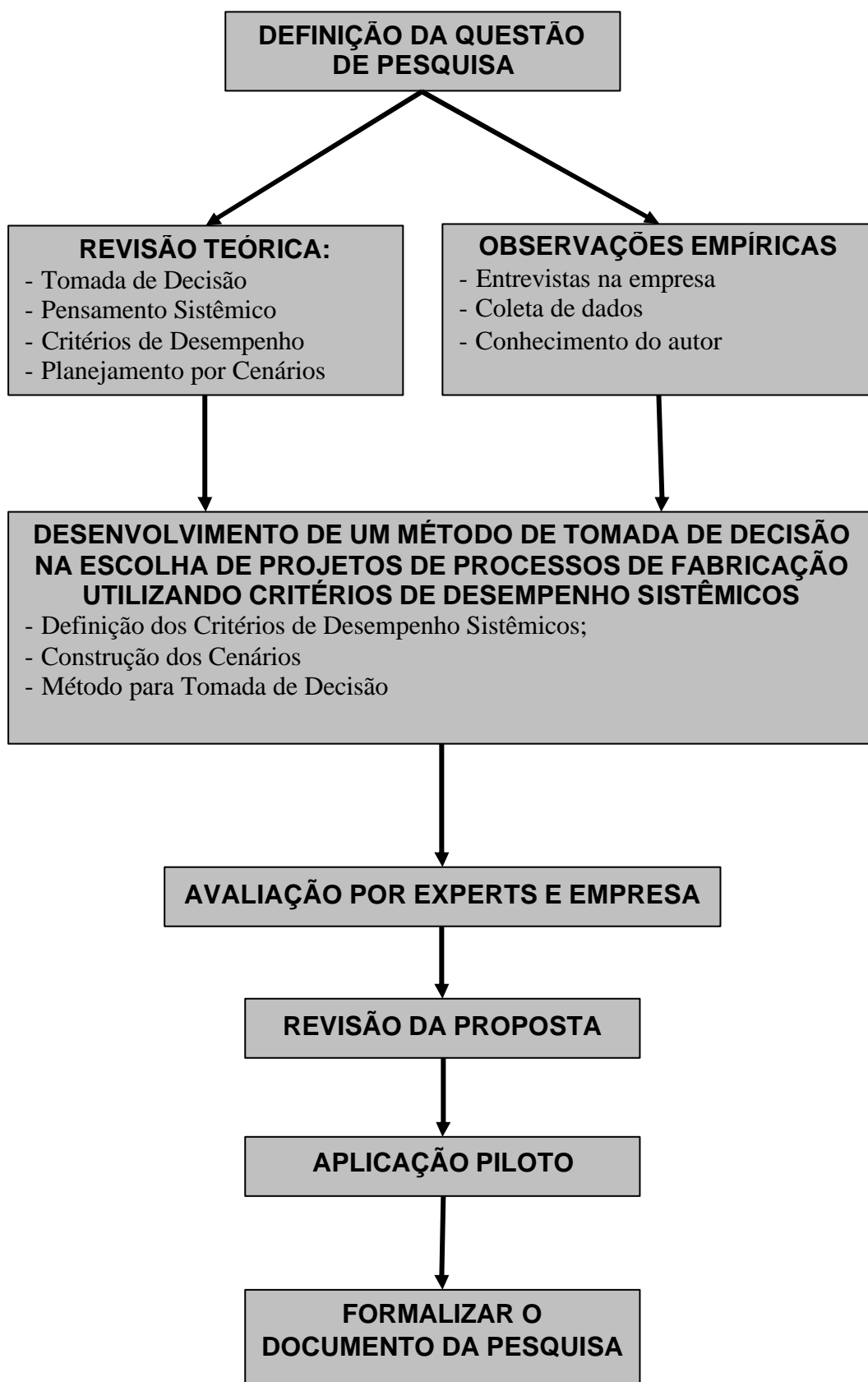


Figura 8: Método de trabalho

Fonte: elaborado pelo autor

4 O MÉTODO PROPOSTO

Neste capítulo será apresentada e desenvolvida uma proposta para o método de tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação, conforme proposto nos objetivos deste trabalho. O método foi estruturado através da execução de três processos o qual é representado na Figura 9:

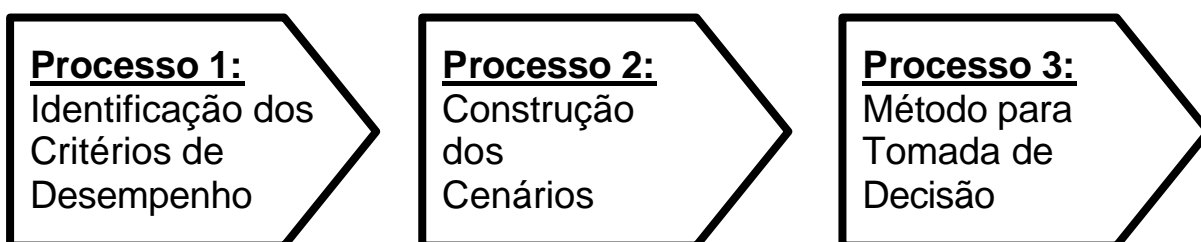


Figura 9: Estrutura do Método Proposto

Fonte: Elaborado pelo Autor

Processo 1 - Identificação dos Critérios de Desempenho Sistêmicos para Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação;

Processo 2 - Construção de Cenários para Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação;

Processo 3 - Definição do Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação

Estes processos serão descritos nas seções posteriores e serão detalhados através de uma seqüência lógica de passos, dentro dos quais há a explanação do significado de cada um, seguida dos procedimentos e atividades necessárias para a realização de cada passo.

4.1 PROCESSO 1: Identificação dos Critérios de Desempenho Sistêmicos para Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação

Neste processo serão identificados os critérios de desempenho sistêmicos que serão utilizados no método de tomada de decisão proposto neste trabalho.

A seqüência desses passos está mostrada na Figura 10, em forma de fluxograma:

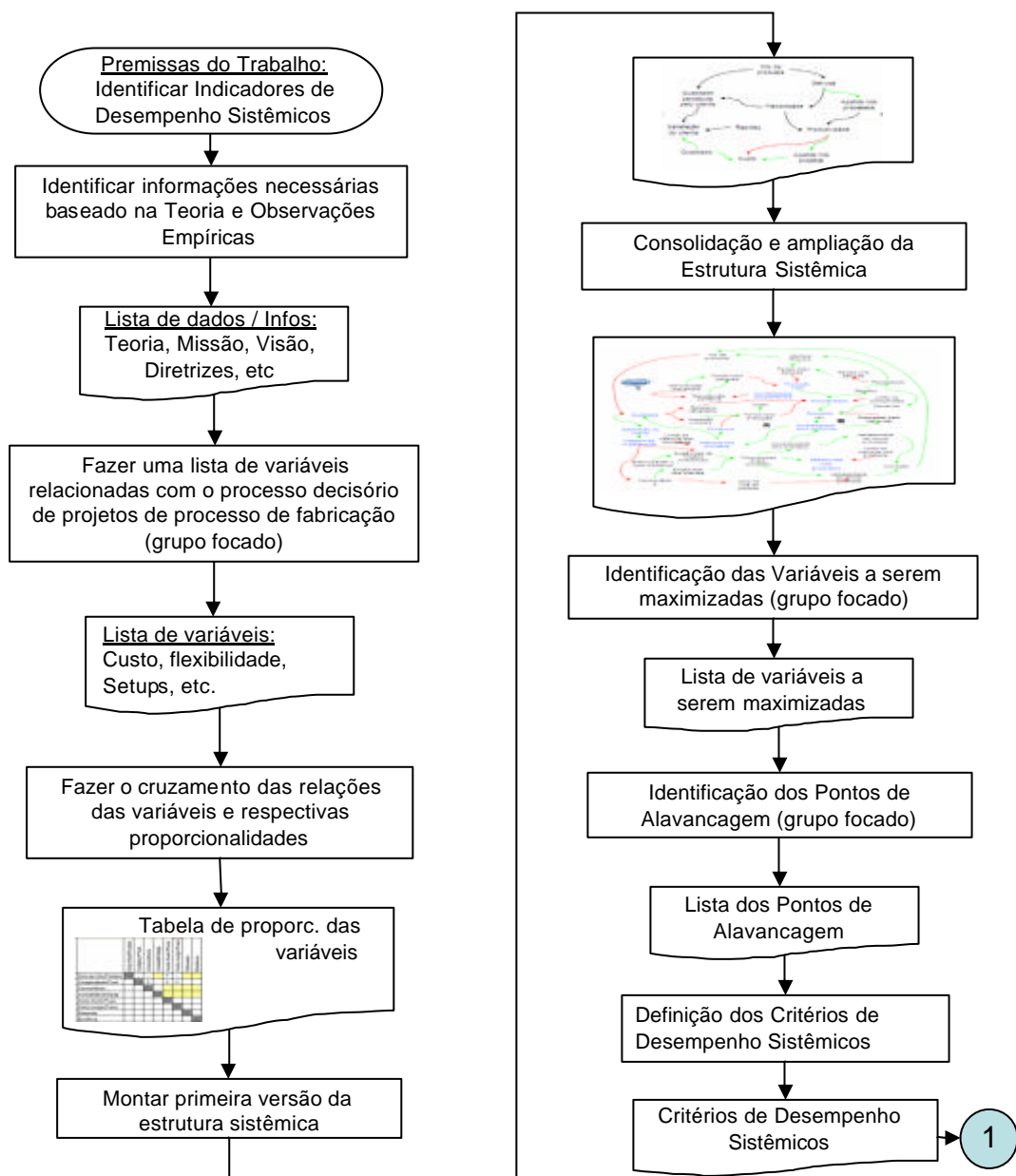


Figura 10: Fluxograma do Processo 1: Identificação dos Critérios de Desempenho Sistêmicos

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.1 Passo 1 (Processo 1): Identificação das informações necessárias

O objetivo principal deste passo é obter informações na teoria e na empresa estudada que servirão de base para identificar quais as premissas, diretrizes e estratégias da empresa deverão ser consideradas nas tomadas de decisões referentes ao projeto de processo de fabricação em questão.

Estas informações serão utilizadas posteriormente na construção do mapa sistêmico (passos 4 e 5), onde servirão de orientação na determinação dos critérios de desempenho a serem considerados. Também serão úteis no direcionamento ou delimitação de onde e como intervir no sistema, sem prejuízo às diretrizes da empresa.

Para a efetivação deste passo, alguns procedimentos são necessários, os quais estão identificados a seguir pelas seguintes atividades:

- 1) No referencial bibliográfico, pesquisar e listar as informações relevantes que possam auxiliar na construção de uma estrutura sistêmica, como indicadores ou variáveis utilizados em processos similares ou estruturas sistêmicas de outros processos. A construção desta estrutura sistêmica servirá de base para tomadas de decisão na escolha de projetos de projetos de fabricação.
- 2) Na empresa estudada, identificar e estabelecer junto à diretoria industrial os responsáveis pelo fornecimento das informações técnicas sobre os processos industriais abordados e das informações administrativas sobre a empresa. Elaborar uma tabela com os nomes dos responsáveis, responsabilidade, idade, formação, cargo ocupado e tempo de trabalho na empresa.
- 3) Verificar junto à direção da empresa ou com os responsáveis indicados pela direção, quais dados e informações estarão disponíveis para serem coletados e, dentre estes, quais são os disponíveis para serem inseridos neste trabalho;
- 4) Obter a missão, visão, valores e diretrizes estratégicas da empresa, respeitando a permissão de publicação sugerida pela empresa;

- 5) Verificar e listar junto com o responsável indicado pela empresa as premissas e delimitações referentes aos processos de fabricação;
- 6) Obter junto com o responsável indicado pela empresa os indicadores de desempenho utilizados nos processos de fabricação;

4.1.2 Passo 2 (Processo 1): Elaboração da lista de variáveis relacionadas com o processo decisório de projetos de processo de fabricação

Neste passo serão identificados, através de um grupo focado, os indicadores de desempenho e as variáveis referentes ao processo avaliado. Serão identificados não somente os obtidos no Passo 1, porém todos os indicadores e variáveis possíveis de constar ou desejáveis no sistema.

O grupo focado foi indicado como fonte de dados em substituição às entrevistas na empresa previstas no método de trabalho do Capítulo 3, pelo motivo de o grupo focado estar reunido em um ambiente único, onde se tem uma visão compartilhada sobre as informações e sobre o entendimento da pesquisa.

Segundo o Método Sistêmico, para se trabalhar uma situação complexa de interesse, precisa-se formar um grupo de trabalho. Este grupo se justifica, por tratar-se de um método que busca um entendimento compartilhado da situação proposta, através do diálogo, onde as pessoas envolvidas devem expor seus pontos de vista e experiências a respeito do problema.

Os procedimentos propostos para este passo estão listados, através das seguintes atividades:

- 1) Dentre os responsáveis identificados no passo 1, convocar entre três e dez tomadores de decisão para a participação de um grupo focado. Este grupo poderá ser multidisciplinar, porém é premissa básica que os participantes tenham conhecimento dos indicadores e variáveis do processo em questão;

- 2) Convocar um *expert* em Pensamento Sistêmico com o objetivo de explicar ao grupo focado sobre o Método Sistêmico.
- 3) Através deste grupo focado, identificar e listar as variáveis de processo que sejam significativas para se configurar o sistema em questão.
- 4) Elaborar um glossário, com a definição de todos os indicadores de desempenho, variáveis de processo e demais variáveis, para que se tenha um entendimento único do sentido destes termos utilizados.

4.1.3 Passo 3 (Processo 1): Cruzamento das relações das variáveis e respectivas proporcionalidades:

Após a identificação e listagem das variáveis relacionadas com o sistema analisado, as mesmas deverão ser organizadas de modo que se possa visualizar as correlações entre elas.

Estas correlações podem ser feitas através da análise da influência de uma variável independente em uma variável dependente. Um exemplo de aplicação seria o esforço, que é uma variável independente, influenciando o cansaço, que é uma variável dependente.

As proporcionalidades destas correlações, ou seja, se as correlações são direta ou inversamente proporcionais, serão obtidas através da análise das naturezas destes relacionamentos e serão utilizadas no passo seguinte para a construção do mapa sistêmico.

Alguns procedimentos para a realização deste passo são sugeridos através das seguintes atividades:

- 1) Elaborar uma tabela em forma de matriz listando as variáveis obtidas no Passo 2 em ambos os eixos. Um exemplo desta tabela é mostrado no Anexo II;
- 2) Anular os cruzamentos das variáveis coincidentes;

- 3) Junto com o grupo focado verificar a existência de correlação entre as variáveis através da relação de causa e efeito, levando em consideração os processos de fabricação da empresa e as definições das variáveis listadas no Passo 2;
- 4) Havendo correlação entre as variáveis, indicar na célula do cruzamento das variáveis se a mesma é direta (ex: quanto maior a qualidade, maior a satisfação do cliente) com um sinal positivo (+), ou inversa (ex: quanto maior a concorrência, menor o ciclo de vida do produto) com um sinal negativo (-).
- 5) Não havendo correlação entre as variáveis, não preencher a célula de cruzamento das variáveis.

4.1.4 Passo 4 (Processo 1): Montagem da primeira versão da estrutura sistêmica:

Os critérios de desempenho a serem utilizados na avaliação das alternativas devem ser testados quanto à serem sistêmicos, isto é, devem levar em consideração as relações de interdependência entre eles e as variáveis do sistema em questão, Assim, evita-se que um critério adotado possa ter uma influência positiva momentânea e local, porém negativa quando analisada no sistema.

Dentro deste raciocínio, a estrutura sistêmica tem o objetivo de representar estas relações e de mostrar como as partes de um sistema se inter-relacionam.

A seguir são enumerados os procedimentos, através de atividades sugeridas para a execução deste passo:

- 1) Através da matriz de correlação executada no Passo 3, desenhar um mapa sistêmico com os indicadores de desempenho e as variáveis de processo. Um exemplo de um mapa sistêmico está mostrado no Anexo III;

- 2) Interligar estes indicadores de desempenho e as variáveis de processo através das correlações encontradas no Passo 3 com setas direcionais, verificando o sentido destas setas de acordo com a correlação feita;
- 3) Identificar se a correlação é direta ou inversa através do tipo de linha e cor das setas: para relações diretas, identificar as setas com linha contínua na cor verde ; para relações inversas, identificar as setas com linha tracejada na cor vermelha.

4.1.5 Passo 5 (Processo 1): Consolidação e ampliação da estrutura sistêmica

Após a montagem da primeira versão da estrutura sistêmica, torna-se necessário a revisão da mesma junto com o grupo focado, considerando variáveis não inclusas ou relações não consideradas.

O conjunto de procedimentos para executar este passo vem identificado pelas seguintes atividades:

- 1) Convocar o grupo focado e fazer uma análise crítica da estrutura sistêmica construída, onde devem ser revistas todas as variáveis e suas ligações. Nesta revisão as ligações devem ser testadas quanto às relações entre variáveis e à continuidade do enlace. Quando detectadas incompatibilidades, novas variáveis e ligações devem ser propostas e testadas;
- 2) Listar variáveis a serem incluídas, excluídas ou reposicionadas;
- 3) No mapa sistêmico, eliminar as variáveis que pouco agregam em termos de aprendizagem da situação e quebrar ligações que produzam resultados indesejados, propondo novas ligações que visam a otimização da estrutura sistêmica;
- 4) Revisar a matriz de correlação do passo 3, adicionando ou excluindo variáveis, de acordo com as alterações propostas nos itens anteriores;

- 5) Revisar a estrutura sistêmica de acordo com a matriz de correlação revisada e com as alterações propostas nos itens anteriores.

4.1.6 Passo 6 (Processo 1): Identificação das variáveis a serem otimizadas

Neste passo serão identificadas na estrutura sistêmica as variáveis a serem otimizadas com o objetivo de torná-la viável em relação ao objetivos da organização e visando alcançar os resultados desejados.

Para a execução deste passo, alguns procedimentos se tornam necessários e estão listados a seguir em forma de atividades:

- 1) Com o grupo focado reunido, fazer novamente a análise da estrutura sistêmica, desta vez com o objetivo de localizar as variáveis chave que, ao serem modificadas, provocariam mudanças significativas no sistema;
- 2) Listar estas variáveis chave, identificando-as na estrutura sistêmica, a fim de se ter uma visualização dos pontos chave no sistema.

4.1.7 Passo 7 (Processo 1): Identificação dos Pontos de Alavancagem:

No mapa sistêmico, identificar os pontos de alavancagem, ou seja, descobrir onde as ações e mudanças na estrutura podem trazer resultados significativos e duradouros, principalmente nas variáveis listadas no passo anterior.

Na maioria das vezes, ações de mudança efetivas são aquelas tomadas simultaneamente em diversas partes do sistema.

Para identificar os pontos de alavancagem, são sugeridos os procedimentos, através das atividades a seguir:

- 1) Identificar “*clusters*” na estrutura sistêmica, ou seja, mini sistemas com comportamentos específicos e independentes através da análise da estrutura

sistêmica e dos comportamentos das variáveis chave identificadas do passo anterior.

- 2) Definir estratégias de alavancagem para cada *cluster*, levando em consideração quais as ações são as mais indicadas para o atingir os objetivos das variáveis chave a serem priorizadas, sem prejuízo para o restante do sistema;
- 3) Tendo como diretrizes as estratégias do procedimento anterior, definir pontos de alavancagem para cada cluster, ou seja, identificar através da análise das relações de causa e efeito de cada cluster, onde as ações e mudanças na estrutura poderiam influenciar o sistema, trazendo resultados significativos e duradouros, com o objetivo de maximizar as variáveis chave.

4.1.8 Passo 8 (Processo 1): Definição dos critérios de desempenho sistêmicos

Com a estrutura sistêmica e os pontos de alavancagem definidos, pode-se definir os critérios de desempenho sistêmicos que servirão de parâmetro para a tomada de decisão em relação aos projetos de processo analisados.

Para a execução deste passo, alguns procedimentos são sugeridos, representados pelas atividades a seguir:

- 1) Com o grupo focado reunido, identificar indicadores de desempenho que melhor expressem as ações necessárias para os pontos de alavancagem propostos no passo anterior a fim de otimizar o sistema em questão. Estes indicadores serão utilizados como **Crítérios de Desempenho Sistêmicos** na avaliação de processos de projetos, conforme método proposto.
- 2) Agrupar os Critérios de Desempenho que possam ser agrupados em um único critério e hierarquizá-los de acordo com a importância dos mesmos no sistema.

4.2 PROCESSO 2: Construção dos Cenários para tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação

O objetivo da construção dos cenários é fornecer aos tomadores de decisão uma visualização compartilhada de vários futuros, para que possam agir nas estruturas atuais e tomar decisões estratégicas plausíveis, antecipando mudanças e estar preparado para o futuro, seja ele qual for. As mudanças podem ser, inclusive, o de novos modelos mentais mais eficazes ou apropriados.

Após a configuração dos cenários, é necessário que se tome decisões do que fazer em cada cenário, identificando indicadores e sinalizadores, independente da escolha de um deles.

Neste processo serão construídos os possíveis cenários, tendo como referência as Forças Motrizes.

A seqüência dos passos necessários para a execução deste processo está representada em forma de fluxograma na Figura 11:

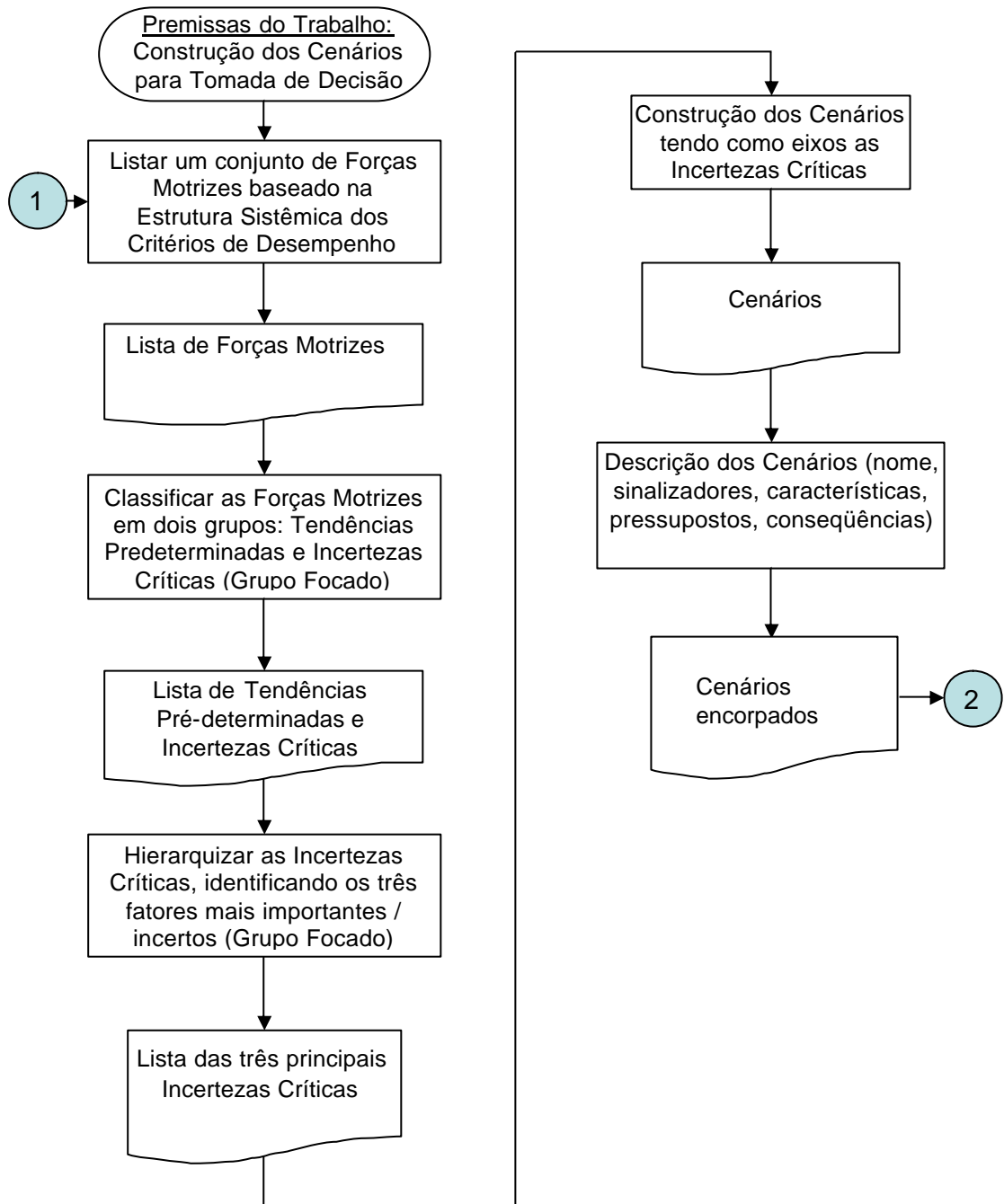


Figura 11: Fluxograma do Processo 2: Construção dos Cenários para Tomada de Decisão

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.1 Passo 1 (Processo 2): Identificação das Forças Motrizes

Neste passo serão identificadas as forças motrizes capazes de influenciar as variáveis chave presentes na estrutura sistêmica.

Forças motrizes são forças que atuam estruturalmente na realidade e que são importantes para as nossas decisões e impactam sobre elas.

O processo de identificação das forças motrizes tem como base a identificação e interpretação dos enlaces de reforço e balanceadores de uma estrutura sistêmica e as variáveis a serem maximizadas nesta mesma estrutura sistêmica.

Os procedimentos para a determinação das forças motrizes são indicados através das atividades a seguir:

- 1) Convocar um *expert* em Pensamento Sistêmico com o objetivo de explicar ao grupo focado o conceito de Forças Motrizes.
- 2) Com o grupo focado reunido, analisar a estrutura sistêmica elaborada no Processo 1, com o objetivo de visualizar as Forças Motrizes deste sistema.
- 3) Identificar e listar as forças motrizes capazes de influenciar os fatores-chave ou pontos de alavancagem listados no Processo 1.

4.2.2 Passo 2 (Processo 2): Classificar as Forças Motrizes

Em geral, as Forças Motrizes são forças externas e podem ser:

Tendências predeterminadas: forças sobre as quais tem-se uma visão clara de como elas se desdobrarão no futuro; aquilo que podemos prever com razoável certeza porque já vimos seus primeiros estágios na atualidade, ou por que estão determinadas estruturalmente.

Incertezas críticas: forças sobre as quais não temos idéia muito clara de seus desdobramentos no futuro.

Para a execução deste passo, os seguintes procedimentos, em forma de atividades são sugeridos:

- 1) Com o grupo focado reunido revisar os conceitos de forças motrizes, ressaltando a diferença entre tendências predeterminadas e incertezas críticas,
- 2) Identificar dentre as forças motrizes listadas no passo anterior, quais serão Tendência Predeterminada (TP) e quais serão Incertezas Críticas (IC).

4.2.3 Passo 3 (Processo 2): Hierarquizar as Incertezas Críticas

O objetivo deste passo é identificar as forças motrizes mais relevantes para a estruturação dos cenários.

Dentre as forças motrizes, as incertezas críticas serão as utilizadas para a construção dos cenários, pois, sendo estas forças incertas, elas definem uma gama de futuros possíveis.

Estipulando limites máximos e mínimos para as incertezas críticas podemos traçar cenários distintos, independente da probabilidade de ocorrência. Estes limites não são necessariamente numéricos, podendo ser qualitativos. O importante nestes limites é o significado e não o valor numérico.

Para a execução deste passo, os procedimentos a seguir, em forma de atividades são sugeridos:

- 1) Com o grupo focado reunido, rever a estrutura sistêmica e as forças motrizes listadas no passo anterior;
- 2) Hierarquizar as incertezas críticas listadas no passo anterior, de modo a identificar os dois ou três fatores mais importantes e incertos;
- 3) Verificar se as incertezas críticas escolhidas são distintas, ou seja, sem sobreposição de conceitos;
- 4) Havendo a sobreposição de conceitos nas incertezas críticas escolhidas, agrupá-las em uma única incerteza crítica.

4.2.4 Passo 4 (Processo 2): Construção dos Cenários

Neste passo serão elaborados os possíveis cenários para o sistema em questão, que terão como base as principais Incertezas Críticas do passo anterior.

Os procedimentos propostos para a realização desse passo são listados a seguir:

- 1) Montar uma matriz (dois eixos) ou um cubo (três eixos), onde esses eixos representarão as incertezas críticas elencadas no passo 3. As células resultantes do cruzamento desses eixos irão gerar um determinado número de cenários: 4 cenários para uma matriz de 2 eixos e 8 cenários para uma matriz de 3 eixos;
- 2) Com o objetivo de visualizar o comportamento das forças motrizes nestes cenários, identificar o que ocorreria com as incertezas críticas que não foram escolhidas como mais importantes ou incertas em cada um destes cenários.

4.2.5 Passo 5 (Processo 2): Descrição dos Cenários

Neste passo será feita a caracterização dos cenários com o objetivo de entender cada um deles para que se possa buscar estratégias adequadas para enfrentá-lo ou até mesmo evitá-lo.

Para a execução deste passo são sugeridos os procedimentos, representados pelas seguintes atividades, as quais devem ser executadas com o grupo focado reunido:

- 1) Indicar os nomes que melhor identificam cada um dos cenários. Utilizar a lógica de ficção científica para nomear os cenários, ou seja, indicar nomes que não precisam ser técnicos e que caracterizem os cenários de maneira bem marcante;
- 2) Indicar e listar quais eventos sinalizam a tendência para este cenário, como ele surge;

- 3) Analisar e listar quais as estratégias deveriam ser adotadas em relação às variáveis de processo ligadas aos pontos de alavancagem, antes de o cenário se configurar.

4.3 PROCESSO 3 : Definição do Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação

Neste processo será definido o método de tomada de decisão na escolha de projetos de processo de fabricação, baseado nos dois processos anteriores.

A representação deste processo, o qual é estruturado através de uma seqüência de passos está mostrada na Figura 12:

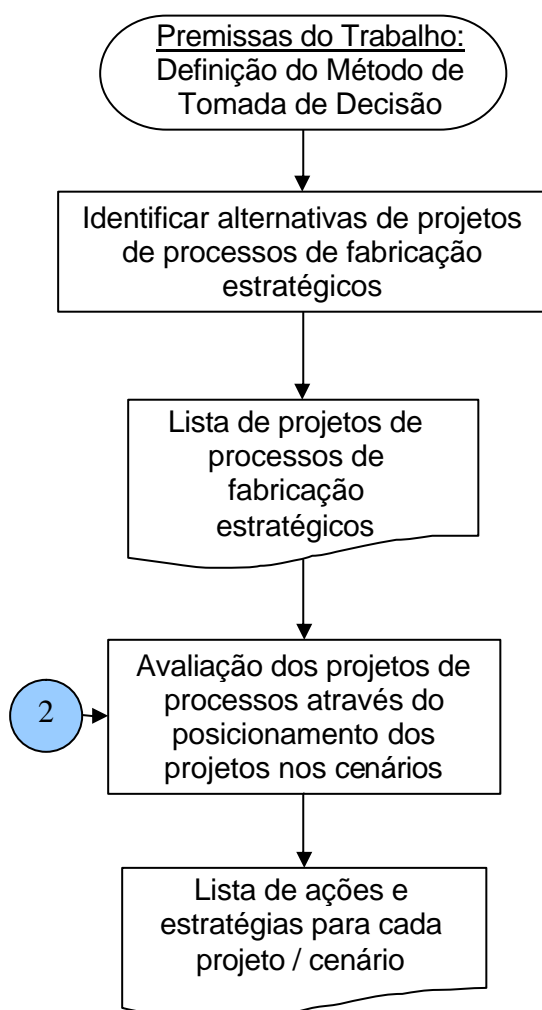


Figura 12: Fluxograma do Processo 3: Definição do Método para Tomada de Decisão

Fonte: o autor

4.3.1 Passo 1 (Processo 3): Identificação das alternativas de projetos de processos de fabricação estratégicos

O objetivo deste passo é identificar as alternativas de projetos de processos de fabricação estratégicos elegíveis para a análise na tomada de decisão em questão.

Os procedimentos necessários para a execução deste passo estão indicados através das atividades a seguir:

- 1) Identificar na empresa processos estratégicos instáveis ou com indicadores de desempenho aquém do desejado;
- 2) Analisar junto à empresa alternativas a estes processos listados anteriormente;
- 3) Com o grupo focado reunido, verificar se os projetos de processos alternativos são estratégicos;
- 4) Listar os projetos de processos estratégicos.

4.3.2 Passo 2 (Processo 3): Avaliação dos Projetos de Processos através do posicionamento dos projetos nos cenários

Neste último passo os projetos de processos serão avaliados através do posicionamento dos mesmos nos cenários, juntamente com os critérios de desempenho definidos no Processo 1.

Para a realização deste passo alguns procedimentos são propostos através das atividades listadas a seguir:

- 1) Com o grupo focado reunido, posicionar os projetos de processo listados no Passo 1 nos cenários construídos no Processo 2;

- 2) Para todos os processos posicionados incluir os critérios de desempenho listados no Processo 1;
- 3) Fazer a análise dos projetos de processos nos cenários, considerando os critérios de desempenho.

5 APLICAÇÃO PILOTO

Como parte dos objetivos deste trabalho, será apresentada neste capítulo a avaliação piloto ilustrativa do método proposto na empresa.

Inicialmente, será apresentada a empresa que inspirou os dados para a aplicação piloto e uma breve explanação a respeito do processo a ser avaliado.

Posteriormente, será apresentada a avaliação piloto, com a aplicação do método.

5.1 A EMPRESA

A empresa onde serão efetuados os estudos referentes à aplicação ilustrativa do método de tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação, é líder mundial no mercado de equipamentos motorizados e preza pelo poder de sua marca, que é associada à qualidade e durabilidade. Investe no desenvolvimento de novos produtos e produz internamente todos os componentes fundidos que são utilizados na montagem do produto final.

Nesse mercado, a rapidez no desenvolvimento de novos produtos tem se tornado um fator estratégico, devido à competitividade e às exigências ambientais, principalmente de órgãos internacionais, o que exige produtos cada vez mais leves, potentes, resistentes, eficientes e cada vez menos poluentes.

Antes das leis de controle de emissões de poluentes, a definição de um produto no mercado de equipamentos motorizados era determinada por três critérios: peso, potência e custo. Com a introdução de severas leis de controle de poluentes, estes três critérios foram ampliados para quatro: peso, potência, custo e emissões.

No estudo de caso abordado neste trabalho, o problema surgiu devido à introdução de um novo produto que deveria atender aos requisitos dos regulamentos

de controle de órgãos ambientais, tais como EPA – *Environmental Protection Agency*, CARB – *California Air Resources Board* e EU – *União Européia*, nos Estados e Europa que são os principais mercados externos.

Na Figura 13 é mostrado o aumento das exigências dos órgãos ambientais ao longo dos anos. Os níveis de poluentes permitidos tem sido drasticamente reduzidos a partir de 2005 (EUA/Canada) e 2007 (Europa). Com isso, alguns produtos atuais já não atendem à estas exigências, sendo que a redução das emissões necessária nestes produtos chega a 75%.

Para melhor entendimento do aumento destas exigências cita-se o exemplo das normas EPA para motores entre 20 e 50 cc. Até o ano de 2002, os níveis permitidos de emissões de poluentes (HC+NOx) era de 247 gramas por kilowatt hora. A partir do ano de 2002, estes níveis foram reduzidos para 196 gramas por kilowatt hora e continuaram sendo reduzidos a cada ano, até atingir o nível de 50 gramas por kilowatt hora a partir do ano de 2005. Neste caso a redução foi de 80%.

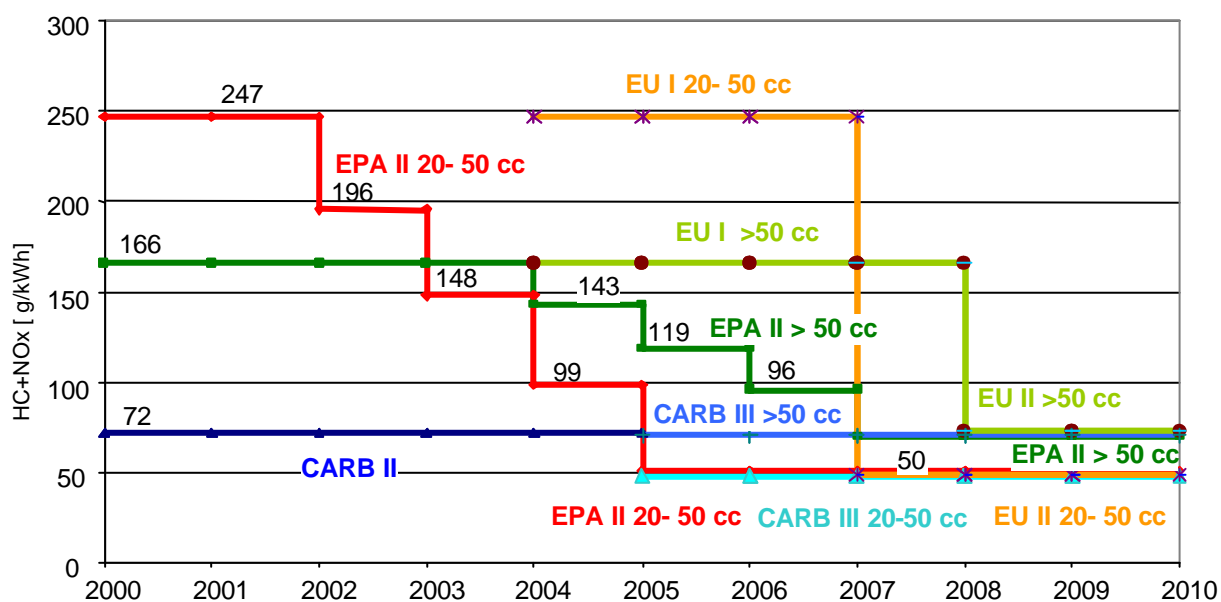


Figura 13: Gráfico das exigências sobre emissões de poluentes

Fonte: CARB (California Air Resources Board) e EPA (Environmental Protection Agency)

Neste caso, o não atendimento às exigências ambientais significaria a interrupção no fornecimento de motores. Portanto, um novo produto que atendesse

a estas exigências era estratégico para a empresa e deveria ser introduzido ao mix de produção.

Para a introdução deste novo produto, era necessária a introdução de um novo processo de fabricação, pois os processos atuais da empresa não atendiam à produção deste novo produto.

Na fundição por gravidade, que é o processo utilizado para atender às exigências destes novos produtos, há a utilização de moldes colapsíveis em areia, denominados “machos de areia” para a conformação da parte interna dos produtos. Para a confecção destes machos de areia são utilizados processos que envolvem a conformação através de moldes, denominados caixas de macho que, para serem projetados e construídos, exigem mão de obra especializada e tempo.

Além disso, não há a garantia de que a geometria do produto do cliente seja respeitada. Em muitos casos, é necessária uma negociação de uma nova geometria que atenda aos projetos e processos.

Por isso, novos processos tiveram de ser avaliados para atender às exigências destes novos produtos. Daí a necessidade e importância da tomada de decisão na definição destes projetos de produtos e processos.

Nesta pesquisa teórico-bibliográfica serão avaliados dois processos de confecção de machos de areia. O processo tradicional de confecção de machos de areia será confrontado com uma das várias tecnologias de confecção de protótipos disponíveis no mercado - a Impressão Tridimensional.

O processo tradicional consiste em projetar e construir ferramentas em aço, chamadas caixas de macho, nas quais, a uma temperatura superior a 170 graus Celsius, é soprada uma mistura especial de areia e resina para dentro das mesmas. Após o resfriamento, esta mistura de areia e resina é conformada de acordo com a geometria esculpida na caixa de macho. O produto resultante é o macho de areia, que será utilizado no processo de fundição para conformar a parte interna das peças de alumínio.

Dependendo da complexidade da geometria da peça, estes machos de areia precisam ser feitos em partes, em caixas de machos diferentes, para posterior

colagem e retrabalho para obter o macho de areia final. Na Figura 14 é mostrado um esquema deste processo:

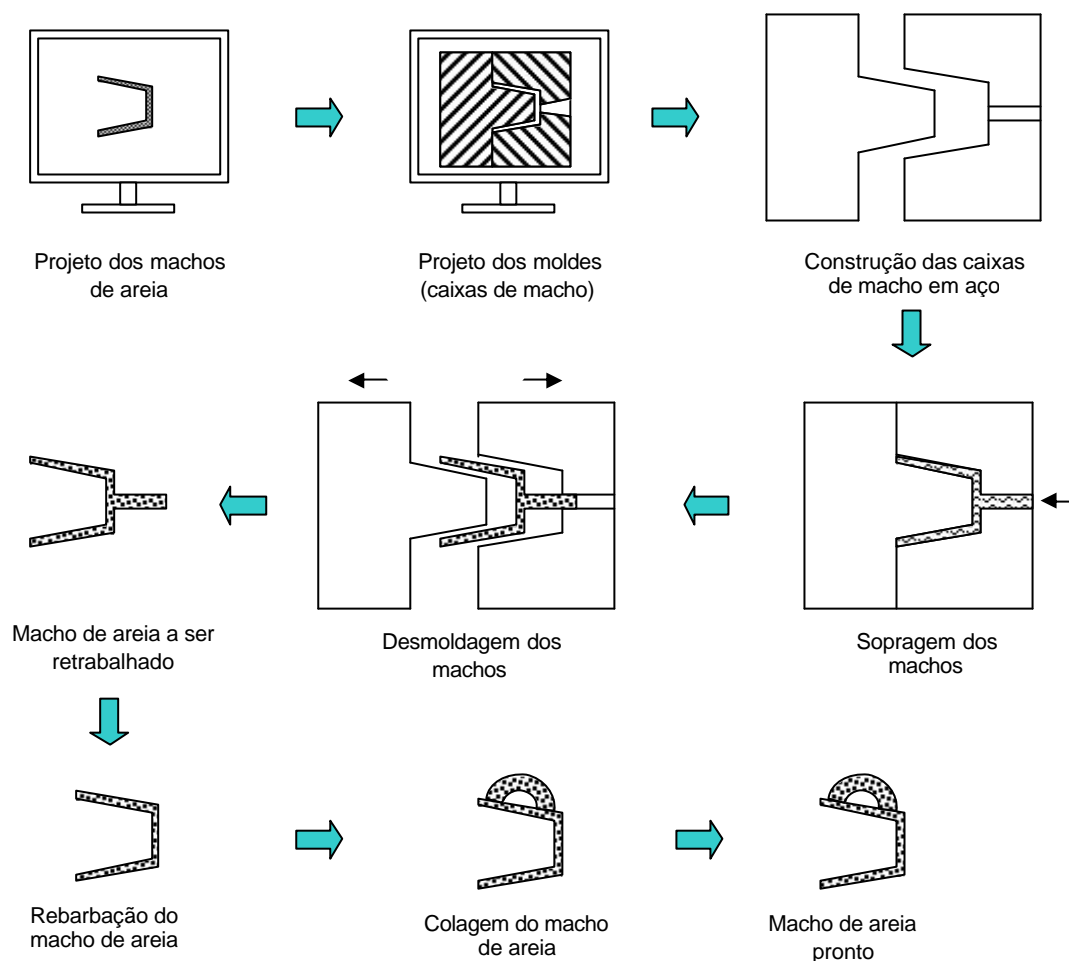


Figura 14: Processo de sopragem dos machos de areia em caixas de macho.

Fonte: Elaborado pelo autor

O processo alternativo – a Impressão Tridimensional – é uma das várias tecnologias utilizadas na confecção de protótipos e consiste na impressão de resina em várias camadas de areia para a conformação do macho de areia. A geometria desejada do macho de areia deve ser construída previamente em sistema CAD – Computer Aided Design - e transferida para o equipamento, que executará a divisão da geometria para imprimi-la em camadas. Na Figura 15 é mostrado um esquema simplificado deste processo.

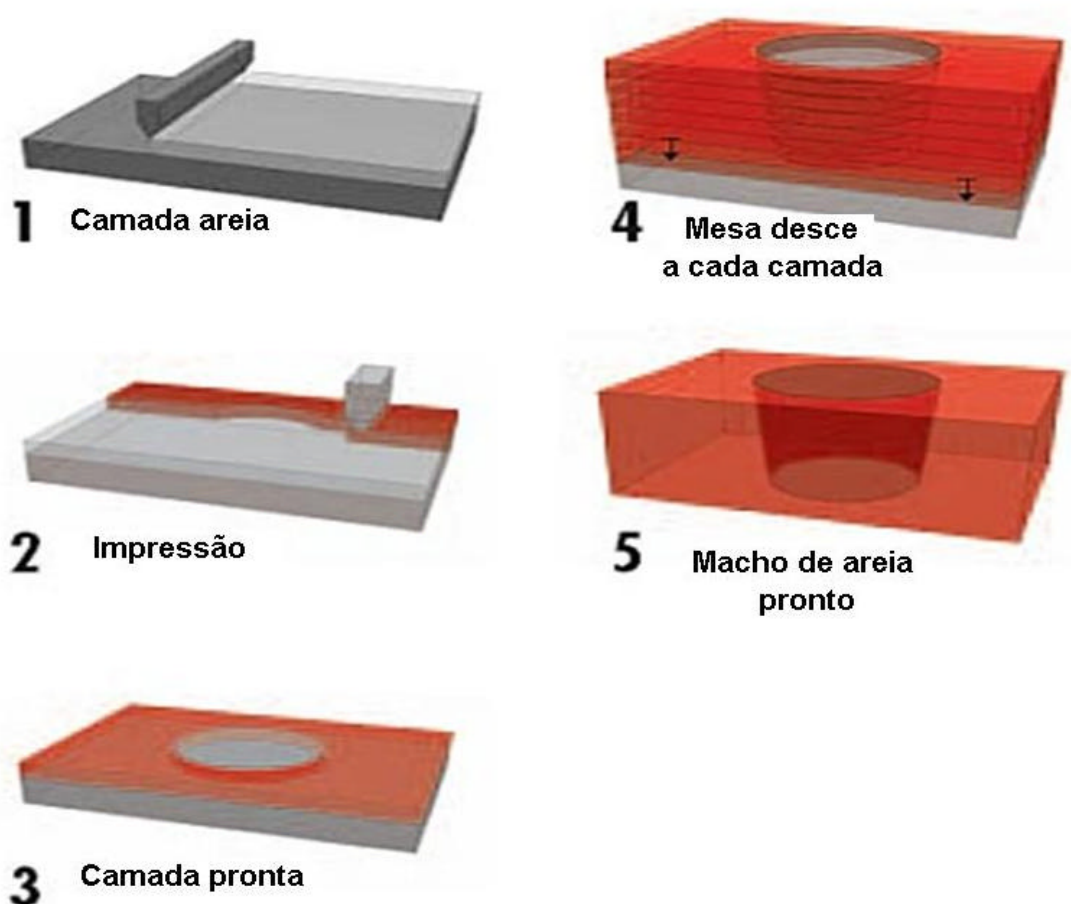


Figura 15: Processo de Impressão Tridimensional para machos de areia

Fonte: Elaborado pelo autor

Este processo, conforme citado anteriormente, é utilizado atualmente para a confecção de protótipos, com baixos volumes de produção. Na avaliação piloto do método proposto ele é considerado inovador, não pelo processo em si, mas pela aplicação em larga escala de produção.

A seguir, será apresentada a avaliação piloto teórica, com a aplicação do método, que constitui de três processos, sendo cada um destes processos constituído de passos seqüenciais, o qual foi aplicado na escolha de um projeto de processo de fabricação estratégico na empresa estudada.

5.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO

5.2.1 Aplicação do Processo 1 – Identificação dos Critérios de Desempenho Sistêmicos para Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação

De acordo com o método proposto no capítulo 4 deste trabalho, será feita a aplicação do Processo 1, o qual é composto de uma seqüência de passos, os quais foram executados conforme descrição a seguir:

5.2.1.1 Aplicação do Passo 1 (Processo 1): Identificação das informações necessárias

De acordo com o proposto no Passo 1 do Processo 1, os seguintes procedimentos foram realizados:

- 1) Com base no referencial bibliográfico, onde são apresentados os critérios de desempenho sob a visão de vários autores, foram elencados os critérios mais representativos para a construção de uma estrutura sistêmica que serviria de base para tomadas de decisão na escolha de projetos de projetos de fabricação, os quais estão listados a seguir: **Qualidade, Rapidez, Confiabilidade, Flexibilidade e Custo.**
- 2) Neste procedimento era previsto a identificação na empresa estudada, dos responsáveis pelo fornecimento das informações técnicas sobre os processos industriais abordados e das informações administrativas sobre a empresa. Possíveis. Como este é um caso teórico para ilustrar o método proposto, este procedimento e os demais que envolvem o grupo da empresa, foram realizados pelo próprio autor, com base no conhecimento dos processos da empresa adquirido pelo mesmo, por ter trabalhado em processos estratégicos nesta empresa e com o suporte de pessoal qualificado indicado pela empresa.

- 3) Foi verificado junto ao responsável indicado pela direção quais os dados e informações poderiam ser disponibilizadas para análise e publicação. Foi enfatizado que todos os dados e informações fornecidos seriam posteriormente avaliados antes da publicação neste trabalho, conforme já previsto em uma das etapas do método de trabalho, onde há a avaliação do método proposto por experts e pela empresa estudada.
- 4) Respeitando a permissão de publicação sugerida pela empresa foram obtidos a missão, visão, valores e as diretrizes estratégicas da empresa que tinham relevância para este trabalho, os quais estão descritos a seguir:

Missão: Facilitar a vida de nossos clientes, com ferramentas motorizadas portáteis, oferecendo soluções rápidas e inovadoras.

Visão: Manter a liderança no mercado brasileiro de ferramentas motorizadas portáteis, com rentabilidade e comprometida com a sustentabilidade.

Valores:

- Respeito e desenvolvimento de pessoas;
- Atendimento diferenciado;
- Excelência operacional;
- Credibilidade e segurança;
- Rentabilidade;
- Sustentabilidade.

Diretrizes Estratégicas sobre Clientes:

- Entender as necessidades dos clientes, atuais, potenciais e de ex-clientes, e oferecer excelência em produtos e serviços, com agilidade, visando superar suas expectativas.

- Comunicar ao mercado nossos princípios éticos, de responsabilidade e transparência, transmitindo credibilidade e confiança através da nossa linha de produtos e serviços, posicionando-nos à frente da concorrência com a adoção de soluções inovadoras, aderentes às necessidades dos consumidores.
- Receber e tratar as solicitações, reclamações ou sugestões, formais ou informais, dos nossos clientes visando assegurar o pronto atendimento de suas demandas, na busca contínua do seu encantamento criando valor para ampliar e sustentar uma percepção positiva da marca da empresa.
- As transações com os nossos clientes devem ser rápidas e eficazes, evoluindo com o tempo para a construção de vínculos duradouros de relacionamento, criando fidelidade a partir dos nossos valores corporativos.
- Os clientes são e sempre serão o nosso maior ativo, eles devem ser a razão de ser do negócio e o ponto focal de todas as ações da nossa empresa.
- Semear em cada cliente o desejo de tornar-se um defensor da marca da empresa, tornando-o nosso maior porta-voz na indicação de novos clientes e de novas oportunidades.

Diretrizes Estratégicas sobre Produtos e Serviços:

- Busca da melhor combinação entre qualidade e preço, sob o ponto de vista dos nossos clientes.
- Nossa linha de produtos deve ser inovadora e criar demanda junto aos nossos consumidores.
- A nossa marca é o maior ativo da empresa.
- Os serviços que prestamos devem aumentar o valor agregado dos nossos produtos.

Diretrizes Estratégicas sobre Pessoal:

- Respeito à pessoa acima de qualquer outro fator.
- Emprego de longo prazo fundamenta-se na performance do indivíduo orientada por resultados, bem como, nas oportunidades de ascensão profissional.
- A cooperação, comprometimento, trabalho em equipe e identificação ampla com a empresa são valores básicos para o relacionamento interpessoal.
- A autonomia e a responsabilidade das pessoas é embasada no treinamento, auto-desenvolvimento e na informação.
- A remuneração deve ser competitiva em relação ao mercado de referência, compondo-se com uma parte variável.
- Que a estrutura deve ter o mínimo de níveis hierárquicos, ser voltada ao cliente e ter comunicação interativa em todos os sentidos, difundindo a cultura organizacional

Diretrizes Estratégicas sobre Lucro:

- O lucro que geramos, além de ser a fonte básica para investimentos, também é o principal indicador da nossa eficiência como organização.
- A obtenção do lucro necessário a perpetuar a vida da empresa, a remuneração do acionista e a segurança e bem-estar das pessoas de que dela dependem é responsabilidade de todos.

Princípios para o Meio Ambiente:

Em conformidade com a política empresarial do Grupo, a Direção da empresa compromete-se com as seguintes diretrizes e princípios:

- Estabelecer os objetivos e as metas ambientais buscando continuamente a redução dos impactos ambientais;
 - Manter um Sistema de Gestão Ambiental estruturado visando a melhoria contínua das atividades, produtos e serviços, bem como a adoção de medidas de prevenção da poluição;
 - Assegurar o cumprimento dos requisitos legais e corporativos quando aplicáveis aos aspectos ambientais de nossas instalações;
 - Estabelecer canais de comunicação com as partes interessadas, promovendo responsabilidade para com o meio ambiente.
- 5) Tanto as premissas quanto as delimitações referentes aos processos de fabricação a serem consideradas estão contidas na missão, visão, valores e diretrizes estratégicas da empresa, dentre as quais estão listadas a seguir as de maior relevância:

Premissas consideradas:

- Oferecer ao cliente rapidez e inovação
- Manter a liderança do mercado
- Rentabilidade e sustentabilidade
- Excelência operacional
- Melhor custo benefício para o cliente
- Qualidade nos produtos e serviços

Delimitações:

Todas as premissas anteriores devem servir de metas para os indicadores da empresa, desde que respeitados os seguintes aspectos:

Segurança: Todos equipamentos, ferramentais e procedimentos devem ter como premissa a integridade das pessoas que trabalham nestes processos ou têm relação com os mesmos.

Legislações ambientais: Assegurar o cumprimento dos requisitos legais e corporativos quando aplicáveis aos aspectos ambientais das instalações da empresa e cumprimento das legislações ambientais nacionais e internacionais quanto à emissão de poluentes dos produtos fabricados pela mesma.

- 6) Foram obtidos junto com o responsável indicado pela empresa os indicadores de desempenho utilizados nos processos de fabricação, os quais estão listados a seguir: **custo, flexibilidade, manutenção, atendimento ao mix de produção, produtividade, qualidade do produto, falhas no cliente, resultado, despesas, insumos, eficiência, retrabalho e sucata.**

5.2.1.2 Aplicação do Passo 2 (Processo 1): Elaboração da lista de variáveis relacionadas com o processo decisório de projetos de processo de fabricação

Os procedimentos propostos para este passo foram executados através das seguintes atividades:

- 1) Neste procedimento, era prevista a convocação de tomadores de decisão da empresa para a formação de um grupo focado com o objetivo de coletar dados com um entendimento compartilhado da situação proposta. Como já citado anteriormente, este grupo não foi constituído.
- 2) Neste procedimento, era prevista a convocação de um *expert* em Pensamento Sistêmico com o objetivo de explanar ao grupo focado sobre o Método Sistêmico. Como o grupo focado não foi constituído e o autor tinha conhecimento sobre o Pensamento Sistêmico, este procedimento não foi realizado.

- 3) Foram identificadas e listadas as variáveis de processo para se configurar o sistema em questão. Este procedimento foi executado pelo autor através da listagem das variáveis de processo mais significativas e posterior revisão desta lista através de consulta aos responsáveis pelos processos na empresa. Esta lista é apresentada no Quadro 6:

VARIÁVEIS DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE MACHOS DE AREIA	
Ciclo de vida do produto	Manutenção preventiva
Complexidade dos produtos	Melhorias de processo
Complexidade dos processos	Melhorias de produto
Concorrência	Mix de produtos
Confiabilidade dos equipamentos	Número de setups
Custo	Preocupação com o meio ambiente
Demanda	Produção total
Despesas para melhorias	Produtividade
Eficiência	Qualidade do produto
Exigência do cliente	Rapidez
Exigências de órgãos ambientais	Resultado
Flexibilidade	Satisfação do cliente
Imagem da organização	Tempo total de produção
Investimentos em equipamentos	Tempo total de setups
Investimentos em melhorias	Tempo unitário de setups
Manutenção corretiva	

Quadro 6: Lista de variáveis para o processo de fabricação de machos de areia

Fonte: Elaborado pelo autor

- 4) A partir desta lista de variáveis, foi elaborado um glossário com a definição dos principais indicadores de desempenho, e das principais variáveis de processo, para um entendimento único do sentido destes termos utilizados, os quais estão descritos no Anexo I.

5.2.1.3 Aplicação do Passo 3 (Processo 1): Cruzamento das relações das variáveis e respectivas proporcionalidades:

Os procedimentos para a realização deste passo foram executados através das seguintes atividades:

- 1) A partir das variáveis listadas no Passo 2 do Processo 1, foi elaborada uma tabela em forma de matriz onde estas variáveis foram posicionadas no eixo das ordenadas e repetidas no eixo das abscissas. Uma apresentação desta matriz é mostrada no Quadro 7.

	Ciclo de Vida Produto	Complexidade Processos	Complexidade Produtos	Concorrência	Confiabilidade Equipamentos	Custo Curto Prazo	Custo Longo Prazo	Demanda	Despesas para Melhorias	Eficiência	Exigência Cliente	Exigências Orgaos Ambientais	Flexibilidade	Imagem da Organização	Investimentos Equipamentos	Investimentos Melhorias	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Melhorias Processo	Melhorias Produto	Mix de Produtos	Nº de Set-ups	Preocupação Meio Ambiente	Produção Total	Produtividade	Qualidade do Produto	Rapidez	Resultado	Satisfação Cliente	Tempo Total de Produção	Tempo Total Set-ups	Tempo Unitário Set-ups	
Ciclo de Vida Produto	■																																
Complexidade Processos		■																															
Complexidade Produtos			■																														
Concorrência				■																													
Confiabilidade Equipamentos					■																												
Custo Curto Prazo						■																											
Custo Longo Prazo							■																										
Demanda								■																									
Despesas para Melhorias									■																								
Eficiência										■																							
Exigência Cliente											■																						
Exigências Orgaos Ambientais												■																					
Flexibilidade													■																				
Imagem da Organização														■																			
Investimentos Equipamentos															■																		
Investimentos Melhorias																■																	
Manutenção Corretiva																	■																
Manutenção Preventiva																		■															
Melhorias Processo																			■														
Melhorias Produto																				■													
Mix de Produtos																					■												
Nº de Set-ups																						■											
Preocupação Meio Ambiente																							■										
Produção Total																								■									
Produtividade																									■								
Qualidade do Produto																										■							
Rapidez																											■						
Resultado																												■					
Satisfação Cliente																													■				
Tempo Total de Produção																														■			
Tempo Total Set-ups																															■		
Tempo Unitário Set-ups																																■	

Quadro 7: Matriz de variáveis de processo

Fonte: Elaborado pelo autor

- 2) Nesta tabela, os cruzamentos das variáveis coincidentes foram anulados, através do sombreamento destas células;

- 3) Através da relação de causa e efeito, foi verificado a existência de correlação entre as variáveis, levando em consideração os processos de fabricação da empresa e as definições das variáveis listadas no Passo 2 do Processo 1;
- 4) Para as variáveis às quais foram constatadas correlação entre si, foi indicado em cada célula do cruzamento destas variáveis se as mesmas eram diretas através do sinal positivo (+), ou inversas através do sinal negativo (-).
- 5) Para as variáveis às quais não foram constatadas correlação entre si, a célula de cruzamento destas variáveis não foi preenchida. A tabela resultante é mostrada no Quadro 8.

	Ciclo de Vida Produto	Complexidade Processos	Complexidade Produtos	Concorrência	Confiabilidade dos Equipamentos	Custo Curto Prazo	Custo Longo Prazo	Demanda	Despesas para melhoria	Eficiência	Exigência Cliente	Exigências Orgaos Ambientais	Flexibilidade	Imagem da Organização	Inovação	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Melhorias Processo	Melhorias Produto - Cliente	Melhorias Produto - Produção	Mix de Produtos	Nº de Set-ups	Preocupação Meio Ambiente	Produção Total	Produtividade	Qualidade do Produto	Rapidez	Refugo e Retrabalho	Resultado	Satisfação Cliente	Tempo total de produção	Tempo Total Set-ups	Tempo Unitário Set-ups			
Ciclo de Vida Produto		-																																		
Complexidade Processos																																				
Complexidade Produtos																																				
Concorrência																																				
Confiabilidade dos Equipamentos																																				
Custo Curto Prazo																																				
Custo Longo Prazo																																				
Demanda																																				
Despesas para melhoria																																				
Eficiência																																				
Exigência Cliente																																				
Exigências Orgaos Ambientais																																				
Flexibilidade																																				
Imagem da Organização																																				
Inovação																																				
Manutenção Corretiva																																				
Manutenção Preventiva																																				
Melhorias Processo																																				
Melhorias Produto - Cliente																																				
Melhorias Produto - Produção																																				
Mix de Produtos																																				
Nº de Set-ups																																				
Preocupação Meio Ambiente																																				
Produção Total																																				
Produtividade																																				
Qualidade do Produto																																				
Rapidez																																				
Refugo e Retrabalho																																				
Resultado																																				
Satisfação Cliente																																				
Tempo total de produção																																				
Tempo Total Set-ups																																				
Tempo Unitário Set-ups																																				

Quadro 8: Matriz das variáveis de processo com respectivas correlações

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.1.4 Aplicação do Passo 4 (Processo 1): Montagem da primeira versão da estrutura sistêmica:

A seguir são enumeradas as atividades executadas para a realização deste passo:

- 1) Através da matriz de correlação executada no Passo 3 do Processo 1, foi desenhado um mapa sistêmico com os indicadores de desempenho e as variáveis de processo. A seqüência da construção deste mapa sistêmico está representada na seqüência de Figuras de 16 até 22;
- 2) Através das correlações encontradas no Passo 3 do Processo 1 os indicadores de desempenho e as variáveis de processo foram interligados com setas direcionais, respeitando o sentido da correlação feita no Passo 3 do Processo 1;
- 3) As identificações das correlações diretas ou inversas foram feitas através das cores e do tipos de linhas das setas direcionais: as relações diretas, foram identificadas com setas contínuas na cor verde; as relações inversas, foram identificadas com setas tracejadas na cor vermelha. A seqüência da construção deste mapa sistêmico está mostrada nas Figuras 16 a 22, com respectivas explanações para um melhor entendimento:

Considerando a otimização da produtividade para a melhoria dos indicadores de desempenho e tendo por definição que a produtividade é a produção em relação ao tempo ($\text{produção total} / \text{tempo total}$), o tempo total de produção está inversamente relacionado com a produtividade.

Com a melhoria da produtividade há também a melhoria do resultado que, após um tempo, gera investimentos para melhorias que, por sua vez, gera a melhoria dos processos. Por outro lado, a melhoria nos processos tem por objetivo a melhoria da eficiência, que está inversamente relacionada com o tempo total de produção.

Este sistema representa uma relação circular, a qual foi identificada como um enlace reforçador, pois gera um crescimento exponencial. Este sistema está mostrado na Figura 16.

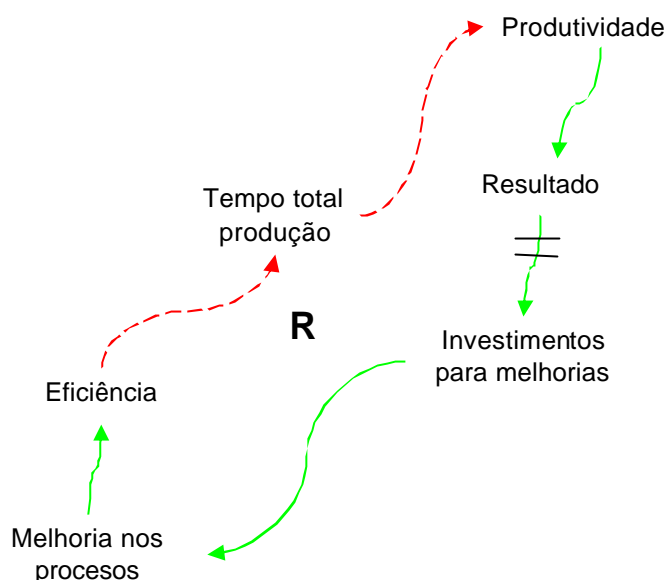


Figura 16: Enlace reforçador para produtividade e melhoria nos processos

Fonte: Elaborado pelo autor

Porém, este crescimento exponencial não é ilimitado. As limitações neste caso são o limite de melhoria dos processos e o limite de produtividade. Estes fatores limitadores são mostrados na Figura 17.



Figura 17: Fatores limitadores para o aumento da produtividade e melhoria nos processos

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando que todo investimento gera despesa, os investimentos necessários para as melhorias estão diretamente relacionados com as despesas para estas melhorias que, por sua vez, irão afetar de maneira inversa o resultado da empresa.

Este enlace também promove a limitação do crescimento exponencial do enlace reforçador inicial, sendo identificado como equilibrador ou balanceador. Na Figura 18 é mostrado este enlace.

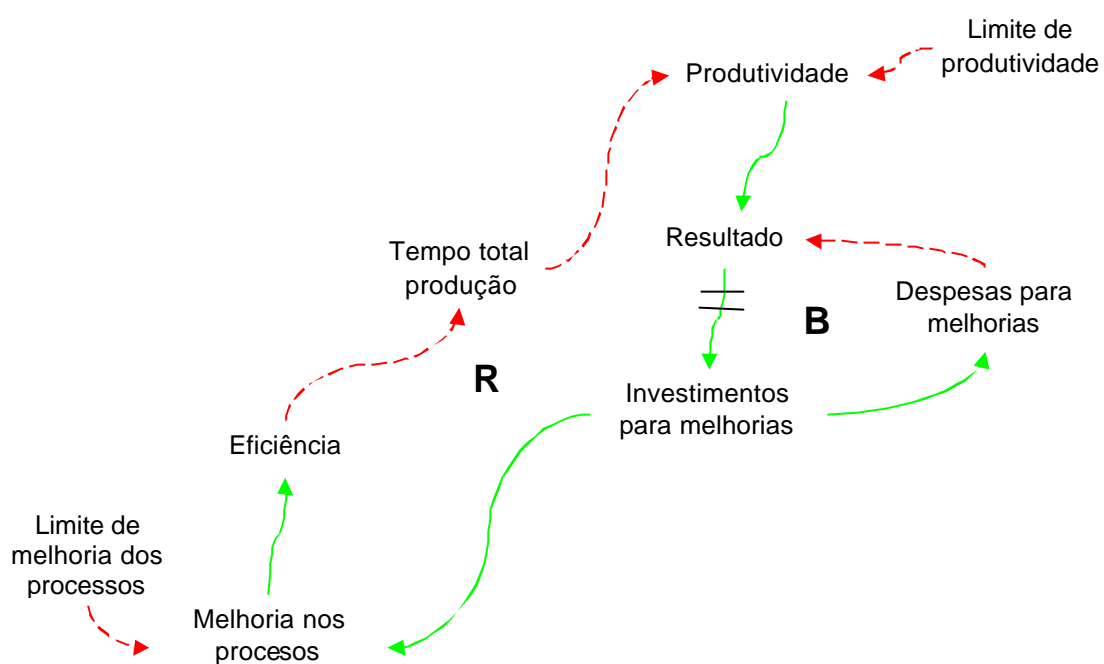


Figura 18: Ciclo balanceador de despesas para melhorias

Fonte: Elaborado pelo autor

Seguindo pela linha do conceito de produtividade (produção total / tempo total) a produção total está diretamente relacionada com a produtividade.

Analisando a produtividade em função da manutenção, tem-se que o tempo total de paradas é inversamente proporcional à produção total e que o tempo total de paradas tem relação direta com as manutenções preventiva e corretiva. As duas manutenções são inversamente proporcionais entre si e dependem da confiabilidade dos equipamentos..

A confiabilidade dos equipamentos depende diretamente de investimentos em equipamentos que afetam diretamente o custo que, por sua vez, está inversamente relacionado com o resultado da empresa.

Na Figura 19 são mostradas as relações da produtividade em função da manutenção.

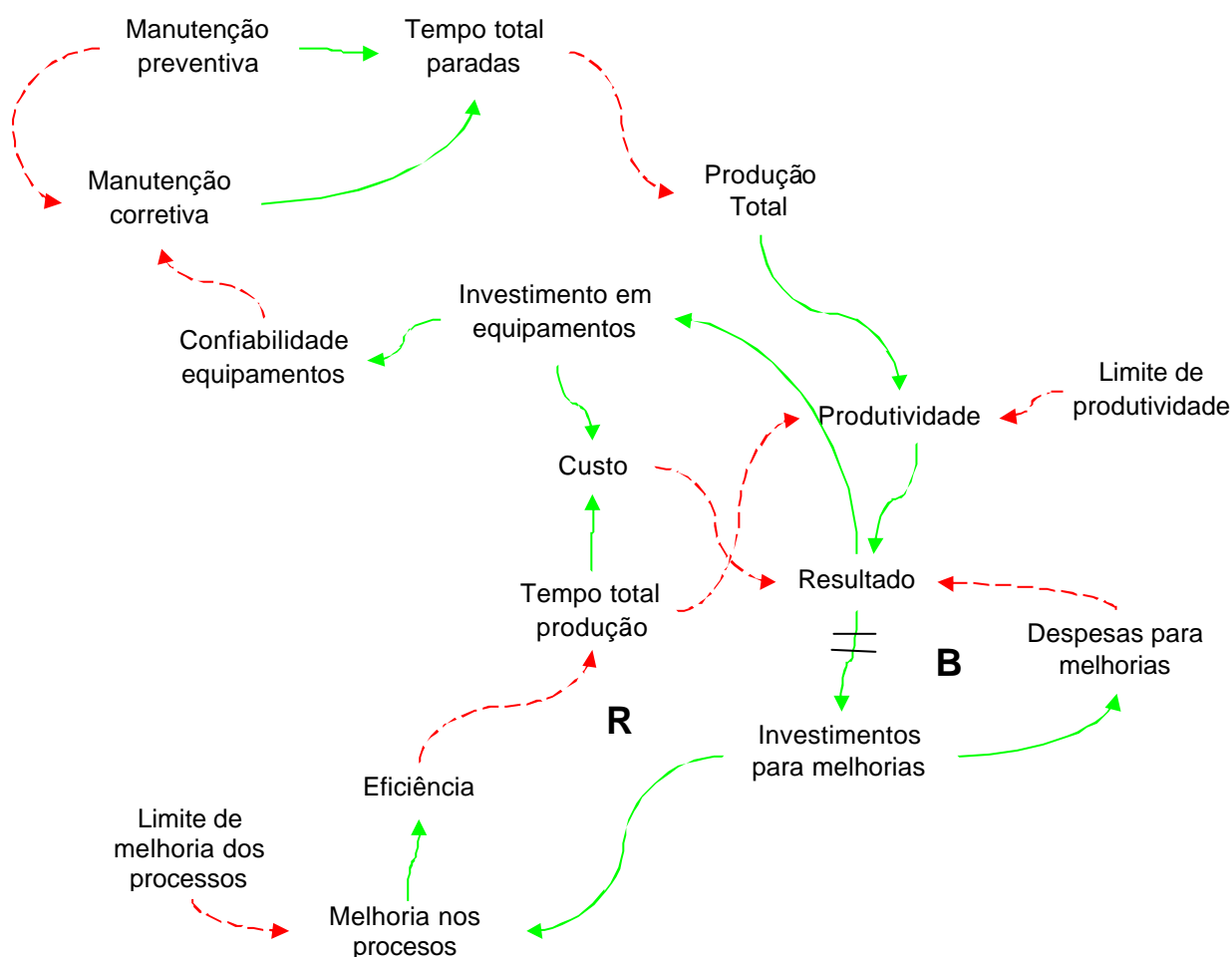


Figura 19: Produtividade em função da manutenção

Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a produtividade em função da flexibilidade de mix e de produtos, a rapidez no atendimento ao cliente tem relação direta com a produtividade e gera uma necessidade de mais flexibilidade para este atendimento ao cliente.

A flexibilidade de mix é diretamente relacionada com o mix de produtos, o que gera uma relação direta com o número de *setups*. O número de *setups* e o tempo unitário de *setups* tem relação direta com o tempo total de *setups*, que por sua vez, tem relação inversa com a produção total.

Na figura 20 são mostradas estas relações referentes à flexibilidade.

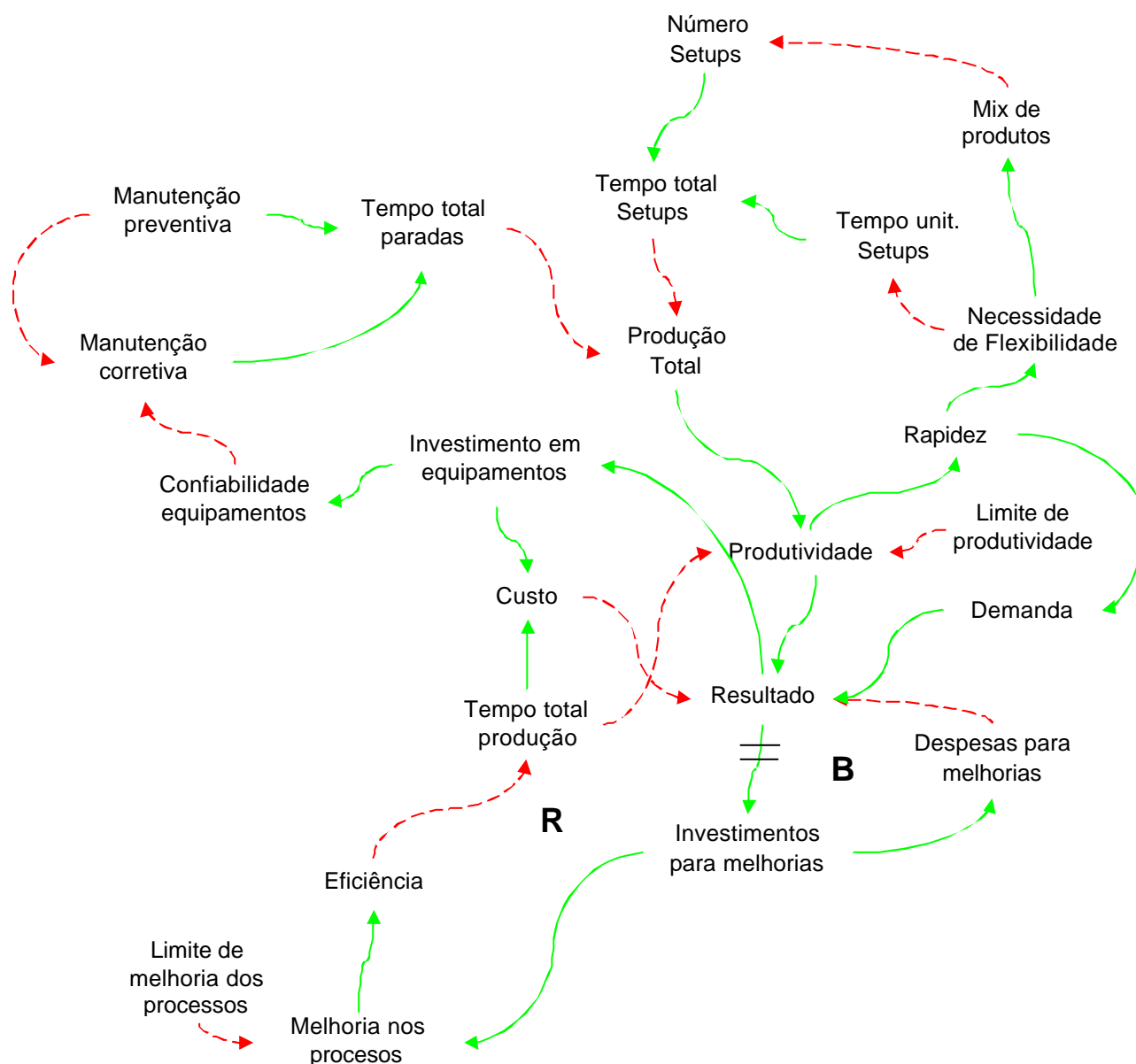


Figura 20: Produtividade em função da flexibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a estrutura em função das melhorias necessárias nos produtos e processos, verifica-se que a melhoria dos processos tem origem nas exigências dos clientes e dos órgãos ambientais, as quais tem relação direta com a complexidade dos produtos e processos.

As melhorias executadas nos produtos tem relação direta com a complexidade dos produtos e relação inversa com o ciclo de vida do produto.

A concorrência tem relação direta com as exigências dos clientes e relação inversa com o ciclo de vida do produto. Isto significa que quanto maior a concorrência mais exigente é o cliente que, por ter opção de escolha exige novidades em um prazo cada vez mais curto.

A figura 21 mostra como fica a estrutura sistêmica, agrupando também o fator da complexidade de produtos e processos.

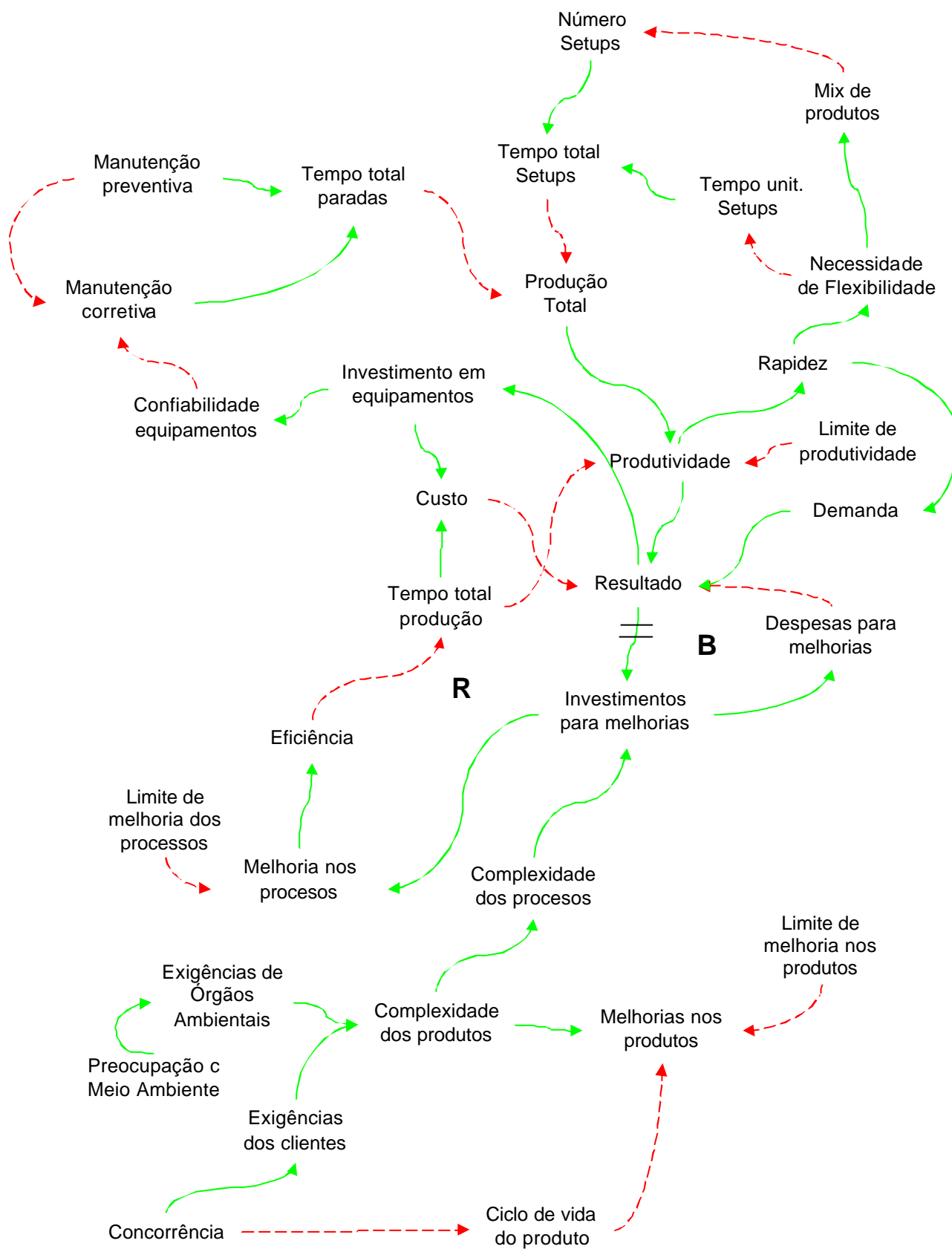


Figura 21: Estrutura sistêmica em função da complexidade de produtos e processos

Fonte: Elaborado pelo autor

Outro fator que também foi analisado nesta estrutura sistêmica foi a qualidade do produto, que tem relação direta com a satisfação do cliente e com a imagem da organização.

Por outro lado a qualidade do produto tem relação direta com o custo e a melhoria dos processos tem relação direta com a qualidade do produto.

Estas relações estão mostradas, juntamente com a estrutura sistêmica final para este passo, na figura 22.

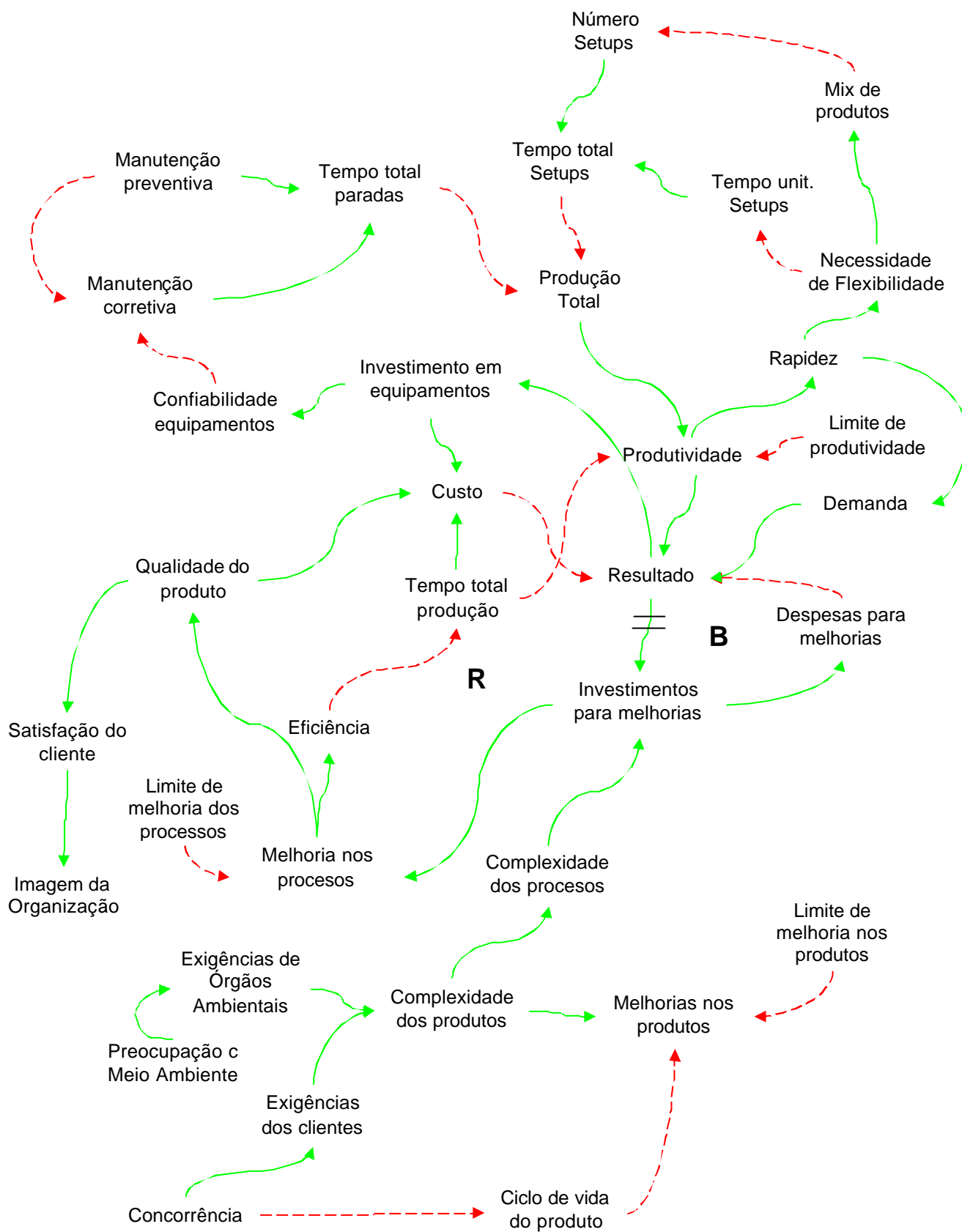


Figura 22: Estrutura sistêmica em função da qualidade dos produtos

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.1.5 Aplicação do Passo 5 (Processo 1): Consolidação e ampliação da estrutura sistêmica

O conjunto de procedimentos para este passo foram executados através das seguintes atividades:

- 1) A partir da estrutura sistêmica construída, foi feita uma análise crítica, onde foram revistas todas as variáveis e suas ligações. Nesta revisão as ligações foram testadas quanto às relações entre variáveis e à continuidade do enlace. Quando detectadas incompatibilidades, novas variáveis e ligações eram propostas e testadas;
- 2) Através desta análise, variáveis foram incluídas, excluídas ou reposicionadas, gerando uma nova lista de variáveis a qual é descrita no Quadro 9.

LISTA DE VARIÁVEIS PARA O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE MACHOS DE AREIA		VARIÁVEIS A SEREM INCLUIDAS
Ciclo de vida do produto	Investimentos em melhorias	Inovação
Complexidade dos produtos	Manutenção corretiva	Inspeção e testes
Complexidade dos processos	Manutenção preventiva	Necessidade de novos processos
Concorrência	Melhorias de processo	Necessidade de novos produtos
Confiabilidade dos equipamentos	Melhorias de produto	Qualidade da mão de obra
Custo	Mix de produtos	Refugo e retrabalho
Demanda	Número de setups	
Despesas para melhorias	Preocupação com o meio ambiente	
Eficiência	Produção total	
Exigência do cliente	Produtividade	
Exigências de órgãos ambientais	Qualidade do produto	
Flexibilidade	Rapidez	
Imagem da organização	Resultado	
Investimentos em equipamentos	Satisfação do cliente	
	Tempo total de produção	
	Tempo total de setups	
	Tempo unitário de setups	

Quadro 9: Lista de variáveis para o processo de fabricação de machos de areia revisada

Fonte: Elaborado pelo autor

- 3) Com esta nova lista de variáveis, foi feita uma nova análise, desta vez com dois objetivos: a) eliminar do mapa sistêmico as variáveis que pouco agregavam em termos de aprendizagem da situação, e; b) quebrar ligações que produzissem resultados indesejados, com a proposta de novas ligações que visam a otimização da estrutura sistêmica.
- 4) Foi revisada a matriz de correlação do passo 3, adicionando ou excluindo variáveis de acordo com as alterações propostas nos itens anteriores;
- 5) De acordo com a matriz de correlação revisada e alterações propostas nos itens anteriores, foi revisada a estrutura sistêmica, a qual é apresentada na figura 23.

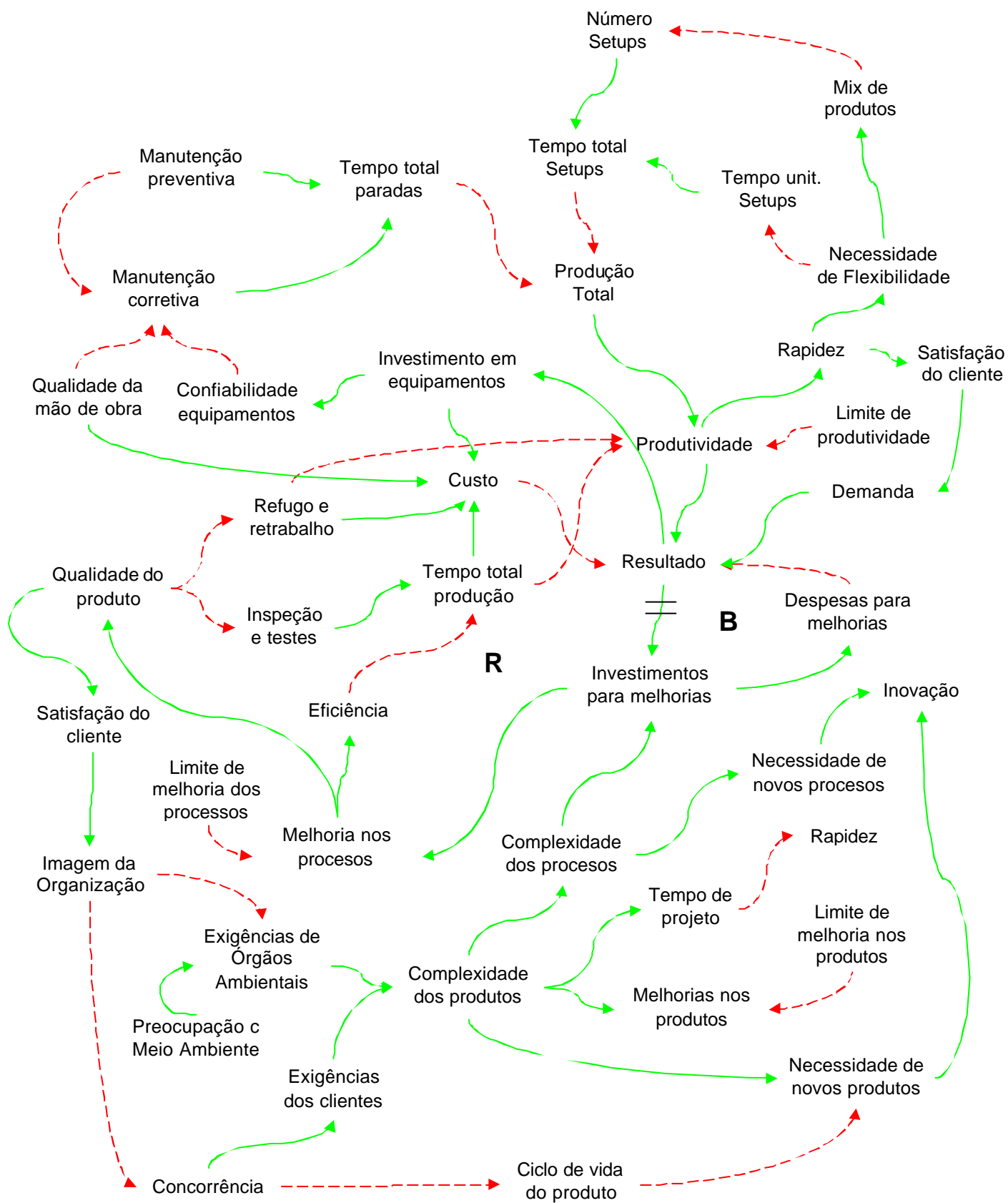


Figura 23: Estrutura sistêmica final para processo de fabricação de machos de areia

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.1.6 Aplicação do Passo 6 (Processo 1): Identificação das variáveis a serem otimizadas

Para a execução deste passo, alguns procedimentos foram executados na forma das seguintes atividades:

- 1) Com o objetivo de localizar as variáveis chave no sistema, foi feita uma nova análise da estrutura sistêmica. Estas variáveis chave, ao serem modificadas, provocariam mudanças significativas e positivas no sistema;
- 2) No método proposto, esta atividade, que seria executada pelo grupo focado, deveria identificar na estrutura sistêmica algumas variáveis chave que, ao serem modificadas, provocariam mudanças significativas e duradouras no sistema e convergiriam para um objetivo final de melhoria. Com o objetivo de simplificar a aplicação e ilustrar o método proposto, foi escolhida apenas uma variável chave para ser otimizada, uma vez que todas estas as outras variáveis chave já estavam ligadas à esta variável, que representava o objetivo final de empresa: o **RESULTADO**.

5.2.1.7 Aplicação do Passo 7 (Processo 1): Identificação dos Pontos de Alavancagem:

Para identificar os pontos de alavancagem, foram executados os procedimentos, através das atividades a seguir:

- 1) Analisando a estrutura sistêmica e os comportamentos das variáveis chave identificadas do passo anterior, foram identificados “*clusters*” na estrutura sistêmica, ou seja, mini sistemas com comportamentos específicos e independentes. Estes *clusters*, juntamente com a variável chave a ser priorizada, são mostrados na figura 24.

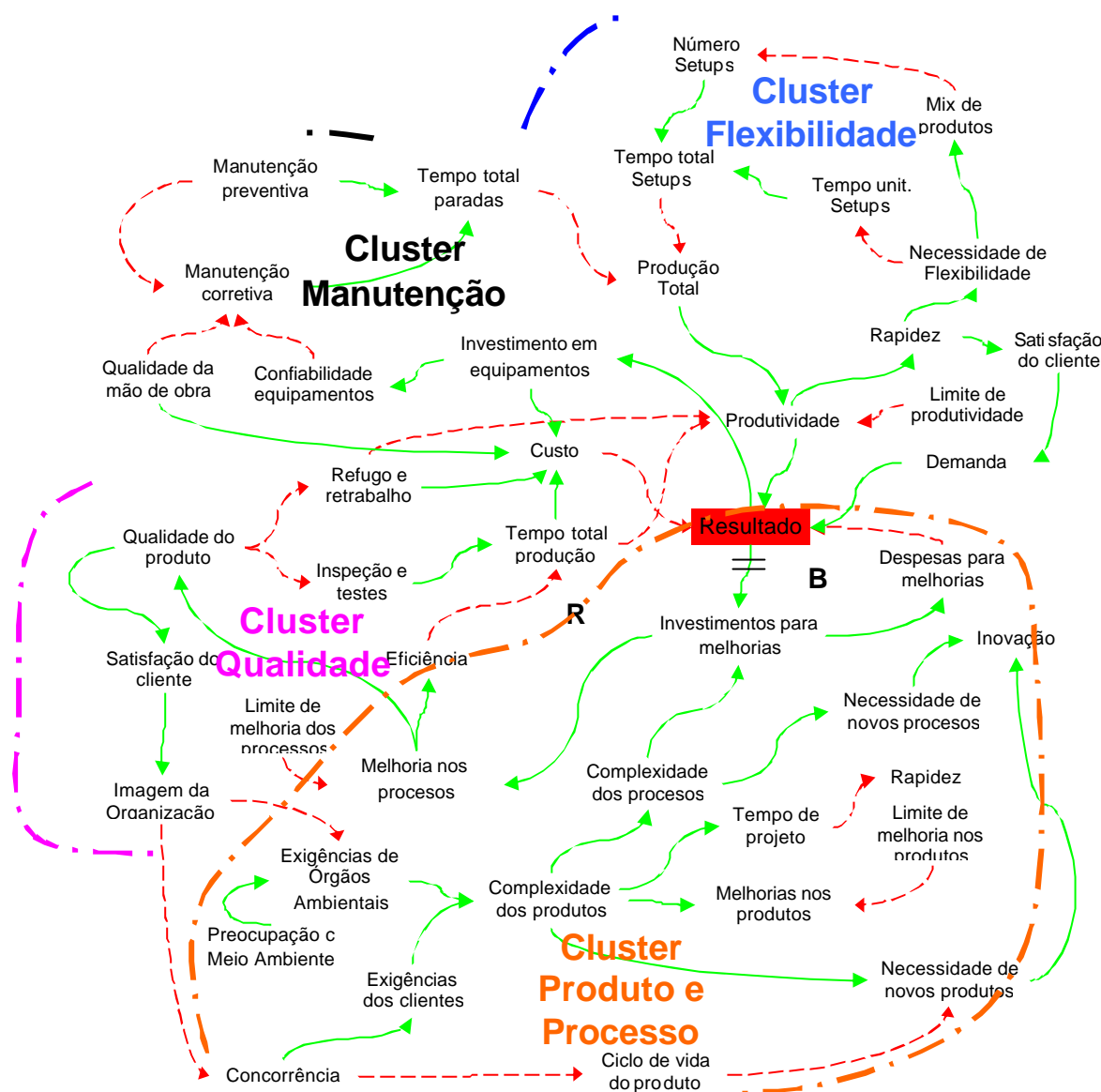


Figura 24: Clusters da estrutura sistêmica e variável chave a ser priorizada

Fonte: Elaborado pelo autor

- 2) Através do posicionamento da variável chave do Passo 6 dentro destes *clusters*, foram definidas estratégias de alavancagem para cada cluster, levando em consideração quais as ações eram as mais indicadas para o atingir os objetivos da variável chave a ser priorizada sem prejuízo para o restante do sistema. As estratégias para cada cluster estão descritas a seguir:

Cluster Flexibilidade: A estratégia de alavancagem é viabilizar a flexibilidade do sistema garantindo produtividade.

Cluster Manutenção: Assegurar a robustez do processo com produtividade.

Cluster Qualidade: Garantir a qualidade do produto no cliente com o menor custo.

Cluster Produto e Processo: Otimizar os processos respeitando as exigências do produto.

3) Com o objetivo de maximizar a variável chave e tendo como diretrizes as estratégias do procedimento anterior, foram definidos pontos de alavancagem para cada cluster, ou seja, onde as ações e mudanças na estrutura poderiam influenciar o sistema, trazendo resultados significativos e duradouros. Estes pontos foram definidos através da análise das relações de causa e efeito de cada cluster, a partir da variável chave, até a identificação de ações em possíveis pontos de mudança que ofereciam eficácia com eficiência e sustentabilidade de resultados. Estes pontos de alavancagem estão listados a seguir e destacados com elipses na Figura 25:

- Tempo total de setups
- Tempo total de paradas
- Qualidade do produto
- Melhoria nos processos

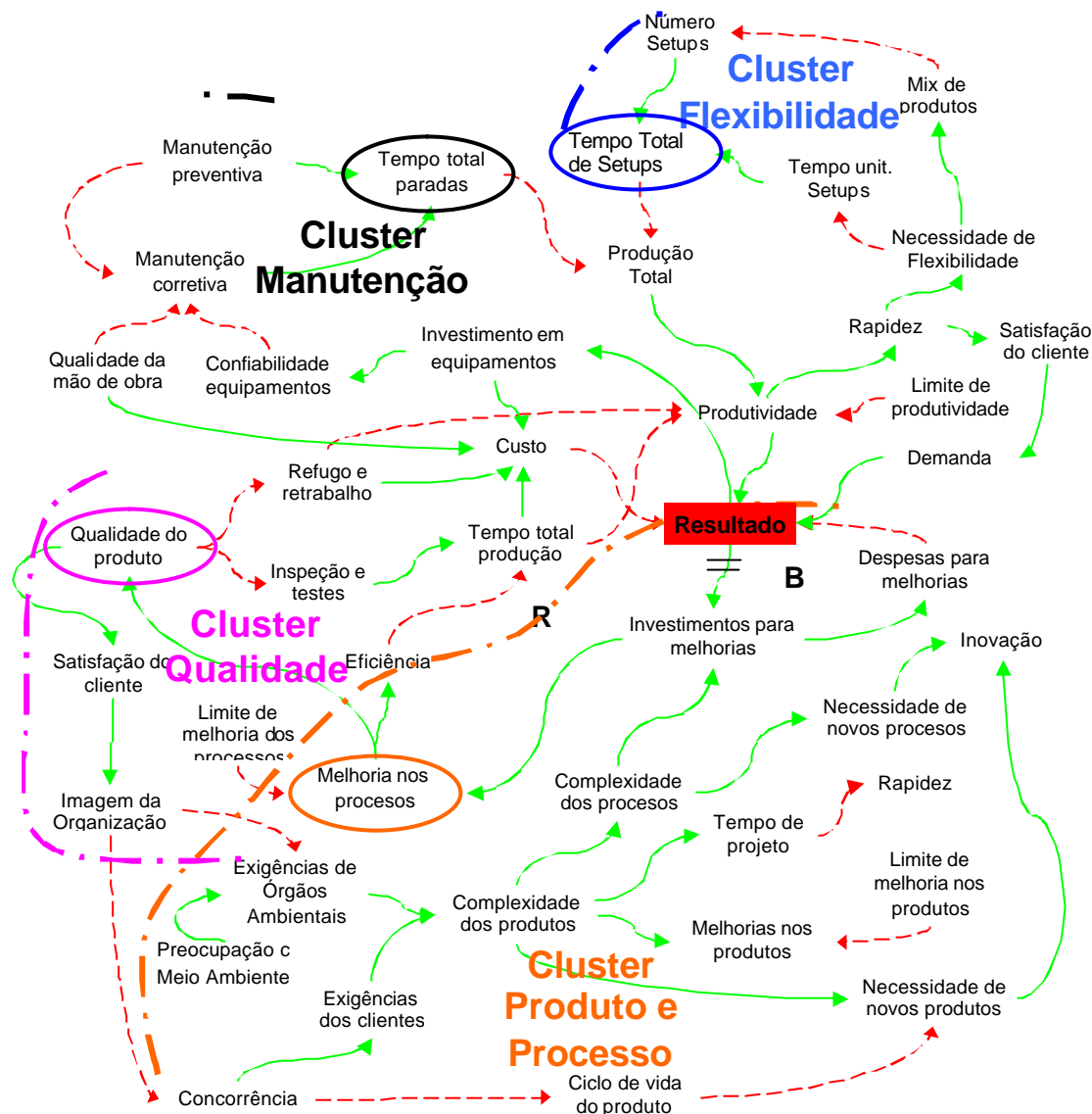


Figura 25: Clusters da estrutura sistêmica com respectivos pontos de alavancagem

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.1.8 Aplicação do Passo 8 (Processo 1): Definição dos critérios de desempenho sistêmicos

Para a execução deste passo, alguns procedimentos sugeridos foram executados através das atividades a seguir:

- 1) Com o objetivo de otimizar o sistema em questão, foram identificados os indicadores de desempenho que melhor expressassem as ações necessárias para os pontos de alavancagem propostos no passo anterior. Estes

indicadores de desempenho serão utilizados como critérios de desempenho na avaliação de processos de projetos conforme método proposto e estão listados a seguir com as respectivas justificativas da identificação dos mesmos:

Flexibilidade de mix: para viabilizar a variedade de mix exigida pelo cliente, os setups devem ser rápidos além de se ter um bom planejamento da produção para que haja a menor perda possível na produção total.

Flexibilidade de produto: a fim de atender as modificações necessárias aos produtos todo o sistema deve estar preparado para que haja a menor perda possível na produção total.

Flexibilidade de volume: Com o objetivo de atender à demanda, trabalhando com uma produção puxada e evitando estoques, o sistema deve ser flexível quanto à variação dos volumes de produção.

Rapidez na entrega: Os produtos devem ser disponibilizados no menor tempo entre a solicitação até a recepção dos mesmos pelo consumidor, garantindo a variedade desejada.

Rapidez na introdução de novos produtos: os produtos novos devem ter um *lead time* reduzido para que a missão de oferecer soluções rápidas e inovadoras da empresa seja atendida.

Confiabilidade (manutenção): traduz a robustez necessária aos equipamentos e ferramentas para que se consiga a produção planejada, sem interrupções ou falhas.

Qualidade: entregar produtos sem erros e adequados aos propósitos dos consumidores.

Custo: A redução dos custos é necessária para alavancar os ganhos.

2) De acordo com a importância no sistema estes critérios de desempenho foram agrupados e hierarquizados, os quais são listados a seguir:

- Qualidade dos produtos finais
- Flexibilidade (Produto, mix e volume)
- Rapidez (Entrega e novos produtos)
- Custo
- Confiabilidade dos equipamentos

5.2.2 Aplicação do Processo 2: Construção dos Cenários para tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação

De acordo com o método proposto no capítulo 4 deste trabalho, será feita a aplicação do Processo 2, o qual é composto de uma seqüência de passos, os quais foram executados conforme descrição a seguir:

5.2.2.1 Aplicação do Passo 1 (Processo 2): Identificação das Forças Motrizes

Os procedimentos para a determinação da forças motrizes foram executados através das atividades a seguir:

- 1) Neste procedimento era previsto a convocação de um *expert* em Pensamento Sistêmico com o objetivo de explicar ao grupo focado o conceito de Forças Motrizes. Como o grupo focado não foi formado, não se tornou necessária a explanação ao grupo, porém o *expert* em Pensamento Sistêmico participou de algumas etapas como orientador dos trabalhos;
- 2) Foi analisada a estrutura sistêmica elaborada no Processo 1 junto com o *expert* em Pensamento Sistêmico, com o objetivo de visualizar as Forças Motrizes deste sistema.

- 3) Foram identificadas e listadas as forças motrizes capazes de influenciar os fatores-chave ou pontos de alavancagem listados no Processo 1. Estas forças motrizes estão listadas no Quadro 10.

FORÇAS MOTRIZES PARA O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE MACHOS DE AREIA
Complexidade dos produtos
Consciência ecológica
Custo da mão de obra
Demanda
Investimentos para equipamentos
<i>Lead time</i> dos projetos
Leis de emissões de poluentes no Brasil
Leis de emissões de poluentes nos EUA e Europa
Novas tecnologias alternativas
Novos produtos
Novos produtos da concorrência
Política tributária
Preços da concorrência
Qualificação da mão de obra

Quadro 10: Forças motrizes do processo de fabricação de machos de areia

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.2.2 Aplicação do Passo 2 (Processo 2): Classificar as Forças Motrizes

Para a execução deste passo, os seguintes procedimentos, em forma de atividades foram executados:

- 1) Neste procedimento era previsto a revisão dos conceitos de forças motrizes com o grupo focado, ressaltando a diferença entre tendências predeterminadas e incertezas críticas. Este procedimento não foi realizado;

- 2) Dentre as forças motrizes listadas no passo anterior, foram identificadas quais seriam Tendências Predeterminadas (TP) e quais seriam Incertezas Críticas (IC), as quais são listadas no Quadro 11.

FORÇAS MOTRIZES PARA O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE MACHOS DE AREIA	
TENDÊNCIAS PREDETERMINADAS	INCERTEZAS CRÍTICAS
Consciência ecológica Investimentos para equipamentos Lead time dos projetos Leis de emissões de poluentes no Brasil Leis de emissões de poluentes nos EUA e Europa Novos produtos da concorrência Política tributária Preços da concorrência	Complexidade dos produtos Demanda Novas tecnologias alternativas Novos produtos Qualificação da mão de obra

Quadro 11: Classificação das forças motrizes em Tendências Predeterminadas e Incertezas Críticas

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.2.3 Aplicação do Passo 3 (Processo 2): Hierarquizar Incertezas Críticas

Para a execução deste passo, os procedimentos a seguir, em forma de atividades foram executados:

- 1) Neste procedimento era previsto a reunião do grupo focado para rever a estrutura sistêmica e as forças motrizes listadas no passo anterior. Este procedimento e os seguintes deste passo foram realizados somente pelo autor;
- 2) As incertezas críticas listadas no passo anterior foram hierarquizadas, de modo a identificar os dois ou três fatores mais importantes e incertos. Como

este é um caso teórico para ilustrar o método proposto, serão escolhidas apenas duas incertezas críticas, que servirão como exemplo para configurar os cenários. As principais incertezas críticas estão listadas a seguir:

- Complexidade dos produtos
 - Número de novos produtos
- 3) Foi verificado que as incertezas críticas escolhidas eram distintas, ou seja, sem sobreposição de conceitos;
 - 4) Não havendo a sobreposição de conceitos nas incertezas críticas escolhidas, as mesmas foram mantidas.

5.2.2.4 Aplicação do Passo 4 (Processo 2): Construção dos Cenários

Os procedimentos executados para a realização desse passo são listados a seguir:

- 1) Com base nos dados do passo anterior, foi construída uma matriz (dois eixos), onde esses eixos representam as incertezas críticas elencadas no Passo 3. As células resultantes do cruzamento destes eixos geraram 4 cenários distintos, os quais são mostrados na Figura 26.

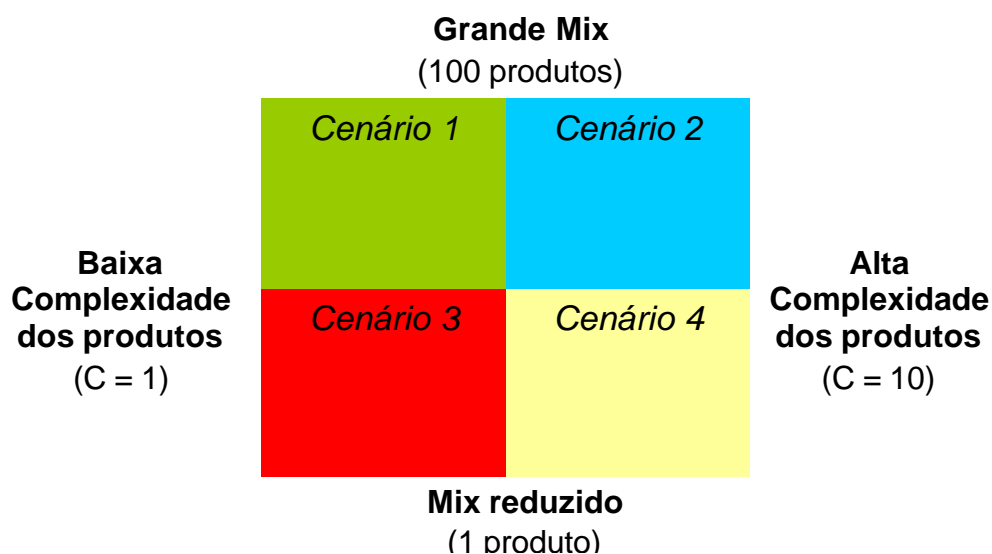


Figura 26: Cenários para Complexidade dos produtos x Mix de produtos

Fonte: Elaborado pelo autor

- 2) Com o objetivo de visualizar o comportamento das forças motrizes nestes cenários, foi identificado o que ocorreria com as incertezas críticas restantes em cada um destes cenários. Esta avaliação está representada no Quadro 12.

Força Motriz	ANÁLISE DAS INCERTEZAS CRÍTICAS EM RELAÇÃO AOS CENÁRIOS			
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Mix de Produtos	Alto - 100 produtos no mix	Alto - 100 produtos no mix	Baixo - 1 produto no mix	Baixo - 1 produto no mix
Complexidade dos produtos	Baixa Complexidade	Alta Complexidade	Baixa Complexidade	Alta Complexidade
Demanda	Alta demanda pela variedade e baixo preço	Demanda estável	Alta demanda e aumento da concorrência	Demanda depende qualidade
Novas tecnologias	Melhorias em setups	Ambiente propício para inovação	Sem necessidade de novas tecnologias	Melhorias para atender à complexidade
Qualificação da mão de obra	Baixa qualificação ou terceirização.	Alta qualificação	Baixa qualificação necessária	Pouca MO qualificada

Quadro 12: Projeção das incertezas críticas nos cenários

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.2.5 Aplicação do Passo 5 (Processo 2): Descrição dos Cenários

Para a execução deste passo foram executados os procedimentos, representados pelas seguintes atividades:

- 1) Utilizando a lógica de ficção científica para nomear os cenários, foram indicados os nomes que melhor identificavam cada um dos cenários;

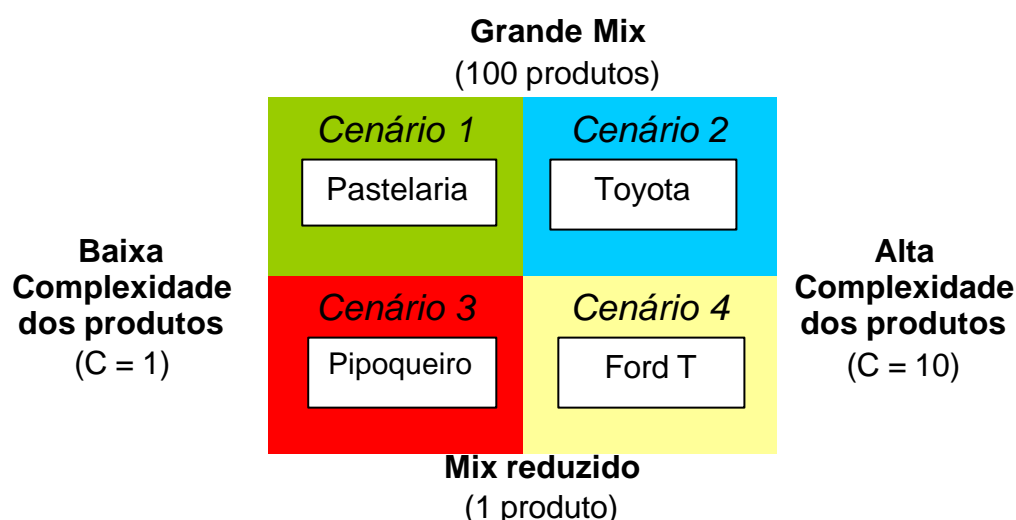


Figura 27: Nomenclatura dos cenários

Fonte: Elaborado pelo autor

- 2) Foram indicados e listados quais eventos sinalizavam a tendência para este cenário. Estes sinalizadores estão mostrados no Quadro 13:

Força Motriz	Cenário 1 "Pastelaria"	Cenário 2 "Toyota"	Cenário 3 "Pipoqueiro"	Cenário 4 "Ford T"
Mix de Produtos	Alto - 100 produtos no mix	Alto - 100 produtos no mix	Baixo - 1 produto	Baixo - 1 produto
Complexidade dos produtos	Baixa Complexidade	Alta Complexidade	Baixa Complexidade	Alta Complexidade
Sinalizadores	Grande número de setups	Foco em resultados	Monopólio ou falta de concorrência	Padronização da produção
	Baixos preços	Melhoria contínua	Falta de melhorias	Melhorias focadas no processo
	Mercado competitivo	Mercado competitivo	Baixa automação	Inexistência de P&D
		Flexibilidade	Produção artesanal	

Quadro 13: Sinalizadores para os cenários

Fonte: Elaborado pelo autor

- 3) Foram analisadas e listadas quais as estratégias deveriam ser adotadas em relação às variáveis de processo ligadas aos pontos de alavancagem, antes de o cenário se configurar. Estas estratégias consideram o sistema de produção desejado pela empresa, porém são estratégias individuais e, executadas individualmente, podem não representar a tomada de decisão sistêmica que se pretende. Estas estratégias estão mostradas no Quadro 14.

VARIÁVEIS DE PROCESSO	ESTRATÉGIAS INDIVIDUAIS DE CADA VARIÁVEL
Tempo unitário de setup	O tempo deve ser diminuído através da metodologia TRF (Troca Rápida de Ferramentas), compatibilidade dos equipamentos e otimização da programação.
Número de setups	a programação da produção deve ser otimizada para atender à flexibilidade necessária.
Mix de produtos	otimização do layout para manter o fluxo e atender à flexibilidade necessária, evitando gargalos, transportes, movimentações, estoques.
Confiabilidade dos equipamentos	Os equipamentos devem ser dimensionados para atender à produção sem interrupção não programada. Os equipamentos devem ser projetados para permitir setups rápidos e evitar gargalos.
Qualidade da mão de obra	Deve ser adequada ao processo e equipamentos utilizados, exigindo capacitação da mesma. Treinamentos e motivação são necessários.
Manutenção preventiva	Deve ser programada junto com a programação da produção
Manutenção corretiva	Deve ser evitada ou diminuída através do bom projeto e uso dos equipamentos. Este tópico depende da confiabilidade dos equipamentos e qualidade da mão de obra.
Melhoria nos processos	Os processos devem ser constantemente avaliados com o objetivo de buscar a melhoria contínua com redução do tamanho dos lotes de fabricação, redução dos tempos de atravessamento, redução dos estoques intermediários e de produtos acabados, melhorias em termos da flexibilidade da empresa em atender as contínuas mudanças do mercado, redução da geração de refugos e retrabalhos e aumentar a capacidade de produção nos recursos críticos da empresa.
Refugo e retrabalho	Devem ser diminuídos através da avaliação da qualidade necessária ao produto e das melhorias nos processos.
Inspeção e testes	Devem ser avaliados quanto à necessidade e complexidade. Inspeções e testes desnecessários devem ser eliminados ou substituídos por processos mais eficazes e com menor custo.
Complexidade dos produtos	Devem ser avaliadas alternativas aos produtos mais complexos. Novas tecnologias devem ser avaliadas.
Exigências clientes	Pesquisas de mercado devem ser feitas para antecipar o desejo dos clientes.
Concorrência	Benchmarking e inovação.
Investimentos para melhorias	Devem ser avaliados quanto à viabilidade financeira e técnica. Em se comprovando estas viabilidades, as melhorias devem ser implementadas.
Inovação	Deve ser sempre uma alternativa na avaliação dos produtos e processos.
Tempo de projeto	Deve ser reduzido para otimizar a rapidez, ou seja, disponibilizar produtos no menor tempo entre a solicitação até a recepção dos mesmos pelo consumidor.

Quadro 14: Estratégias para as variáveis

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.3 Aplicação do Processo 3: Definição do Método de Tomada de Decisão na escolha de Projetos de Processos de Fabricação

De acordo com o método proposto no capítulo 4 deste trabalho, será feita a aplicação do Processo 3, o qual é composto de uma seqüência de passos, os quais foram executados conforme descrição a seguir:

5.2.3.1 Aplicação do Passo 1 (Processo 3): Identificação das alternativas de projetos de processos de fabricação estratégicos

Alguns procedimentos necessários para a execução deste passo não foram executados, pois como este é um caso teórico para ilustrar o método proposto, foi escolhido um processo estratégico da empresa com indicadores aquém do desejado e confrontado com um processo inovador previamente escolhido. Os procedimentos executados estão listados através das seguintes atividades:

- 1) Na empresa, através da consulta aos responsáveis pelo fornecimento das informações técnicas sobre os processos industriais abordados, foi identificado um processo estratégico com indicadores de desempenho aquém do desejado. Este processo é a confecção dos machos de areia através da sopragem de areia nas caixas de macho;
- 2) A alternativa escolhida para ser confrontada com o processo atual foi a confecção de machos de areia pelo processo de impressão tridimensional;
- 3) Neste procedimento era previsto a verificação dos projetos quanto a serem estratégicos. Este procedimento não foi realizado, pois os processos já foram previamente considerados estratégicos;

Os projetos de processos estratégicos estão listados a seguir:

Processo A: Confecção de machos de areia pelo processo de sopragem de areia e resina nas caixas de macho. Este é o processo atual.

Processo B: Confecção de machos de areia pelo processo de impressão tridimensional. Este é o processo alternativo.

5.2.3.2 Aplicação do Passo 2 (Processo 3): Avaliação dos Projetos de Processos através do posicionamento dos projetos nos cenários

Para a realização deste passo alguns procedimentos foram executados através das atividades listadas a seguir:

- 1) Os projetos de processo listados no Passo 1 do Processo 3 foram posicionados nos cenários construídos no Processo 2, na forma de uma tabela, a qual é mostrada no Quadro 15;
- 2) Para todos os processos posicionados incluir os critérios de desempenho listados no Processo 1;
- 3) Foram feitas análises qualitativas dos projetos de processos posicionados em cada cenário, considerando os critérios de desempenho. Estas análises estão descritas em cada cruzamento dos critérios de desempenho com os projetos de processo posicionados nos cenários, conforme Quadro 15.

Cenários Critérios de Desempenho	Cenário 1 "Pastelaria" (Mix alto Complexidade baixa)		Cenário 2 "Toyota" (Mix alto , Complexidade alta)		Cenário 3 "Pipoqueiro" (Mix baixo Complex. baixa)		Cenário 4 "Ford Mod. T" (Mix baixo Complex. alta)	
	Processo A (Sopragem machos)	Processo B (Impressão Tridim.)	Processo A (Sopragem machos)	Processo B (Impressão Tridim.)	Processo A (Sopragem machos)	Processo B (Impressão Tridim.)	Processo A (Sopragem machos)	Processo B (Impressão Tridim.)
Qualidade dos produtos finais	Atende às exigências com ótimo grau de acabamento (sem colagens ou retrabalhos)	Atende às exigências com bom grau de acabamento, independente do mix ou complexidade	Atende às exigências com bom grau de acabamento. Retrabalho alto e sucata moderada	Atende às exigências com bom grau de acabamento, independente do mix ou complexidade	Atende às exigências com ótimo grau de acabamento (sem colagens ou retrabalhos)	Atende às exigências com bom grau de acabamento, independente do mix ou complexidade	Atende às exigências com bom grau de acabamento. Retrabalho alto e sucata baixa	Atende às exigências com bom grau de acabamento, independente do mix ou complexidade
Flexibilidade (produto, mix e volume)	Modificações de produto exigem baixo tempo de projeto, médio ferramentaria e controle de qualidade. Setups de 30 min. Volume e mix de produção limitados por equipamentos e ferramentais.	Modificações de produto só exigem tempo de projeto. Não há tempo de setups. Volume e mix de produção variáveis	Modificações de produto exigem alto tempo de projeto, alto ferramentaria e controle de qualidade. Setups de 60 min. Volume e mix de produção limitados por equipamentos e ferramentais.	Modificações de produto só exigem tempo de projeto. Não há tempo de setups. Volume e mix de produção variáveis	Modificações de produto exigem baixo tempo de projeto, médio ferramentaria e controle de qualidade. Setups de 30 min. Volume e mix de produção limitados por equipamentos e ferramentais.	Modificações de produto só exigem tempo de projeto. Não há tempo de setups. Volume e mix de produção variáveis	Modificações de produto exigem alto tempo de projeto, alto ferramentaria e controle de qualidade. Setups de 60 min. Volume e mix de produção limitados por equipamentos e ferramentais.	Modificações de produto só exigem tempo de projeto. Não há tempo de setups. Volume e mix de produção variáveis
Rapidez	Processo depende de projetos e ferramentas. Lead time médio	Lead time baixo com qualquer produto ou mix	Processo depende de projetos e ferramentas. Lead time alto.	Lead time baixo com qualquer produto ou mix	Processo depende de projetos e ferramentas. Lead time baixo.	Lead time baixo com qualquer produto ou mix	Processo depende de projetos e ferramentas. Lead time alto.	Lead time baixo com qualquer produto ou mix
Custo	Equipamentos com custos moderados. Custo alto ferramentas e baixo projetos	Equipamentos com altos custos. Sem custos de ferramentais.	Equipamentos com custos moderados. Custo alto de ferramentas e projetos	Equipamentos com altos custos. Sem custos de ferramentais.	Equipamentos com custos moderados. Custo baixo ferramentas projetos	Equipamentos com altos custos. Sem custos de ferramentais.	Equipamentos com custos moderados. Custo médio ferramentas e médio projetos	Equipamentos com altos custos. Sem custos de ferramentais.
Confiabilidade equipamentos	Equipamentos robustos, porém ferramentas desgastam.	Por ser uma nova tecnologia, não há histórico. Garantia do fornecedor	Equipamentos robustos, porém ferramentas desgastam.	Por ser uma nova tecnologia, não há histórico. Garantia do fornecedor	Equipamentos robustos, porém ferramentas desgastam.	Por ser uma nova tecnologia, não há histórico. Garantia do fornecedor	Equipamentos robustos, porém ferramentas desgastam.	Por ser uma nova tecnologia, não há histórico. Garantia do fornecedor

Quadro 15: Análises qualitativas dos projetos de processo

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Algumas considerações serão feitas a seguir a respeito da aplicação do método proposto.

5.3.1 Considerações sobre a aplicação do Processo 1

As informações fornecidas pela empresa como visão, missão e diretrizes (Passo 1) podem não retratar a realidade da empresa ou não serem suficientes para a elaboração da estrutura sistêmica. Isto poderia ser verificado aplicando-se o método em um estudo de caso, onde o grupo focado poderia analisar a estrutura sistêmica e o processo estratégico, identificando possíveis deficiências nas informações fornecidas pela empresa.

Algumas análises como as variáveis de processo a serem incluídas na estrutura sistêmica (Passo 2) dependem da percepção e do conhecimento do grupo. Como o grupo focado não foi formado conforme previsto no método proposto, estas análises podem diferir das análises do grupo focado.

As correlações das variáveis de processo (Passo 3) podem também ser feitas através da utilização de ferramentas estatísticas como análise de correlação, que mede o grau de relacionamento entre as duas variáveis ou análise de regressão, que estabelece uma equação matemática que descreve o relacionamento entre variáveis quantitativas.

Na identificação das variáveis a serem otimizadas na estrutura sistêmica (Passo 6), foi escolhida somente uma variável, que representava o objetivo final da empresa (Resultado). Isto foi feito com o objetivo de simplificar a aplicação e ilustrar o método proposto. Segundo o método proposto, deveriam ser identificadas variáveis chave no sistema que convergiriam para o objetivo final da empresa. Estas variáveis chave também auxiliariam na identificação dos clusters (Passo 7).

Os critérios de desempenho a serem escolhidos dependem da qualidade das avaliações anteriores.

5.3.2 Considerações sobre a aplicação do Processo 2

A escolha e a classificação das forças motrizes dependem da percepção e conhecimento do grupo em relação ao sistema analisado. Também aqui, os resultados podem diferir dos resultados obtidos com o grupo focado, o que ressalta a importância na escolha dos participantes deste grupo.

A construção dos cenários tem grande influência das incertezas críticas escolhidas como mais importantes. Portanto, a análise das incertezas críticas, assim como de todo o processo são importantes para a obtenção de cenários mais realistas e tomadas de decisão mais acertadas.

5.3.3 Considerações sobre a aplicação do Processo 3

O quadro das análises qualitativas dos projetos de processo (Passo 2) não tem o objetivo de gerar a melhor opção ou escolher o melhor cenário, mas sim fornecer aos tomadores de decisão uma visualização de vários futuros, para que possam agir nas estruturas atuais e tomar decisões estratégicas plausíveis, antecipando mudanças para estar preparado para o futuro, seja ele qual for.

Neste mesmo quadro das análises qualitativas, o Processo B, independente do cenário, tem as mesmas características por se tratar de um processo com um grau elevado de automatização. Este mesmo processo, por ser um processo novo, não possui histórico, inviabilizando a análise de confiabilidade dos equipamentos. Isto deve ser analisado na escolha dos processos.

Após analisar os cenários, o grupo pode decidir em construir cenários adicionais que julgar necessário para auxiliar a visualização dos futuros. Estes novos cenários podem ser criados tendo como eixos as incertezas críticas não utilizadas ou através da utilização das incertezas críticas elencadas, em diferentes combinações.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusões

Este trabalho foi elaborado com o propósito de responder à seguinte questão de pesquisa: Como tomar decisões no desenvolvimento de processos produtivos industriais, que leve em consideração critérios de desempenho competitivos sistêmicos?

Para responder à esta questão de pesquisa, foi definido um objetivo geral que tem o seguinte propósito: Desenvolvimento de um método para tomada de decisões em processos produtivos industriais, considerando critérios de desempenho competitivos sistêmicos.

Para atender à este objetivo geral, foi estruturado um método que consiste de três processos, os quais devem ser executados em seqüência. A partir da estruturação deste método, foram traçados três objetivos específicos.

No primeiro objetivo específico era proposta a definição dos critérios de desempenho competitivos sistêmicos que serviriam de parâmetros para a tomada de decisão referente à escolha dos projetos de processos de fabricação. Esta proposta foi formulada como um processo independente para que estes critérios de desempenho, uma vez definidos, pudessem ser utilizados em qualquer outra tomada de decisão envolvendo projetos de processos de fabricação do segmento abordado.

Este primeiro objetivo específico foi alcançado através da elaboração do Processo 1 do método proposto, no capítulo 4. Na elaboração e aplicação deste processo se pôde constatar a necessidade de melhoria contínua para torná-lo cada vez mais completo. A estrutura sistêmica, assim como todo o processo, devem ser continuamente revisados e melhorados para que represente o mais próximo possível os processos produtivos analisados. Com isso, a cada nova análise os critérios serão mais precisos, os cenários mais nítidos e as decisões mais acertadas.

Também foi constatada a importância do conhecimento e da percepção do grupo na análise, identificação e correlação das variáveis de processo para a construção da estrutura sistêmica e posterior identificação dos critérios de desempenho.

O segundo objetivo consistia da definição dos cenários para tomada de decisão na escolha de projetos de processos de fabricação, que também foi alcançado através da elaboração dos Processos 2 e 3 do método proposto, no capítulo 4.

No Processo 2, que tem a proposta de construir os cenários para a tomada de decisão, nota-se também a importância do conhecimento do grupo focado em relação ao sistema analisado. Isto é percebido na definição dos cenários, onde um grupo com um bom conhecimento e percepção do sistema tende a construir cenários mais nítidos, o que facilita a tomada de decisão.

No Processo 3 que consiste em identificar os projetos de processo estratégicos e avaliá-los nos cenários, é importante ressaltar o que já foi exposto nas considerações do capítulo 5: 'O quadro das análises qualitativas dos projetos de processo (Passo 2) não tem o objetivo de gerar a melhor opção ou escolher o melhor cenário, mas sim fornecer aos tomadores de decisão uma visualização de vários futuros, para que possam agir nas estruturas atuais e tomar decisões estratégicas plausíveis, antecipando mudanças para estar preparado para o futuro, seja ele qual for'.

O terceiro e último objetivo, que previa a aplicação teórica do método proposto em um estudo piloto ilustrativo, também foi alcançado através da aplicação dos três processos que compõem o método em uma aplicação ilustrativa, a qual está descrita no capítulo 5 deste trabalho.

Considerando todas as delimitações, limitações e demais restrições presentes nesta pesquisa, pode-se dizer que este trabalho alcançou o objetivo geral proposto, pois apresentou um método para tomada de decisões em processos de fabricação, considerando critérios de desempenho sistêmicos.

Também pode-se dizer que este trabalho apresenta ganhos para a academia e para as organizações, pois acrescenta mais uma opção de resolução de problemas relacionados a tomadas de decisão, gerando aprendizagem quanto aos processos da empresa e a possibilidade de visualizar os futuros possíveis, adequando as estratégias à visão da empresa.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

As sugestões para trabalhos futuros, dando continuidade a este trabalho são:

- Aplicação do método proposto em um estudo de caso em uma empresa do mesmo setor, com o objetivo de avaliar o método em uma situação real.
- Avaliação do método proposto em diferentes cenários, como risco e incerteza.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ANDRADE, L. AURÉLIO; SELEME, ACYR; RODRIGUES, LUÍS HENRIQUE; SOUTO, RODRIGO. Pensamento Sistêmico – Caderno de Campo – O desafio da mudança sustentada nas organizações e na sociedade. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ANDRADE, L. AURÉLIO; KASPER, Humberto. Pensamento Sistêmico e Modelagem Computacional: Aplicação Prática na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre – TRENSURB, 1997.

ANDRADE, Maria Margarida de. Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2001.

BATAGLIA, Flávio. “Indicadores que enganam”. Lean Institute Brasil (http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_10) acesso em 17Jun2007.

BOURNE, M.; MILLS, J.; WILCOX, M.; NEELY, A.; PLATTS, K. Designing, implementing and updating performance measurements systems. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 20, n. 7, p. 754-771, 2000.

BRYMAN, A. *Research method and organization studies*. London: Unwin Hyman, 1989

CAPRA, F. *A teia da vida: uma nova concepção científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 1996

CERVO, Amado, L; BERVIAN, Pedro, A. *Metodologia Científica*. 5ª edição. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CLEMEN, R. T. (1996) *Making hard decisions: an introduction to decision analysis*. 2. ed. Belmont: Duxbury.

CONTADOR, J. *Modelo para aumentar a competitividade industrial*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

DACORSO, Antonio Luiz Rocha. *Tomada de decisão e risco: a administração da inovação em pequenas indústrias químicas*. Dissertação de mestrado - Departamento de Administração da Universidade de São Paulo, 2000.

DACORSO, Antonio Luiz Rocha. *Análise experimental da geração de alternativas em decisões estratégicas não estruturadas*. São Paulo, 2004. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação de Administração, Departamento de Administração da Universidade de São Paulo.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. *Fundamentos da Administração da Produção*, Porto Alegre: Bookman, 2001.

DE ROLT, Mirian Inês Pauli. O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 1998.

DRUCKER, P. "The Discipline of Innovation". *Harvard Business Review* Boston, MA: Nov-Dec, 1998, pp. 149-157.

EISENHARDT, Kathleen M. *Making fast strategic decisions in high-velocity environments. Academy of management Journal*. [S.1], v 12, [s.n.], p. 543-576, 1989.

EISENHARDT, Kathleen M.; ZBARACKI, Mark J. "Strategic decision making." *Strategic Management Journal*. [S.1], v 13, p. 17-37, 1992.

FALCONI Campos, V. TQC Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês), 1ª.ed. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni. 1992. 229p.

FPNQ, Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade. Indicadores de desempenho. São Paulo: FPNQ, 1995.

FPNQ - Fundação Para o Premio Nacional da Qualidade. Planejamento do Sistema de Medição do Desempenho Global – Relatório do Comitê Temático. Rio de Janeiro: Fundação Para o Premio Nacional da Qualidade. 2001. 96p.

FNQ – Fundação Nacional da Qualidade – Sistema de Avaliação da Gestão – Rumo à Excelência – Ciclo 2006 www.fnq.org.br Acesso em 17Jun2007.

GIL, Antonio Carlos Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio de Loureiro. Qualidade total nas organizações. São Paulo: Atlas, 1992.

HAIR, Jr., Joseph F; BARRY, Babin; MONEY, Arthur H; SAMOUEL, Phillip. Fundamentos de métodos de pesquisa em administração. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HEIJDEN, K Cenários: a arte da conversação estratégica. Porto Alegre: Bookman, 2004.

HEIJDEN, K.; BRADFIELD,R.; BURT,G.; CAIRNS,G.; WRIGHT,G. *The sixth sense: accelerating organizational learning with scenarios*. John Wiley & Sons, Ltd., Baffins Lane, Chichester, West Sussex PO19 1UD, UK, 2002.

HAMMOND, J. S. & KEENEY, R. L. & RAIFFA H. (1999) *Smart choices: a practical guide to making better decisions*. Boston: HBS.

KAMINSKI, P. C. *Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade*. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

KIM, Daniel H.. *Systems Thinking Tools: A User Reference Guide*. Combridge, Pegasus Comunicatins Inc., 1995.

KRISHNAN, V. & ULRICH, K. T. Product Development Decisions: A Review of the Literature. *Management Science*, vol.47, n.1 (January), 2001. pp.1-21.

LANGLEY, Ann. MINTZBERG, Henry. PITCHER, Patrícia. POSADA, Elizabeth. SAINT-MACARY, Jan. *Opening up decision making: the view from the black stool*. *Organization Science*. [S.l.], v.6, n.3, p.260-279, May-June, 1995.

LIMA, Cláudio José Teixeira de. "Processo de Tomada de Decisão em Projetos de Exploração e Produção de Petróleo no Brasil: Uma abordagem utilizando conjuntos nebulosos". Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ. 2003.

MATTAR, F. N. (1996) *Pesquisa de Marketing*. v. 1.3. editora São Paulo: Atlas.

MATHESON, David; MATHESON, Jim. *The smart organization: creating value through strategic R&D*, Boston: HBS, 1998.

MINTZBERG, Henry et al. *The structure of unstructured decision processes*. *Administrative Science Quarterly*. [S.1], v. 21, n. 2, p.246-275, June 1976.

MIRANDA, L.; SILVA, J. Medição de desempenho. In: SCHMIDT, P (Org.). *Controladoria: agregando valor para a empresa*. P. Alegre: Bookman, 2002.

MOREIRA, Daniel A., *Dimensões do desempenho em manufatura e serviços*, São Paulo; Pioneira, 1996.

MOREIRA, Gabriela. "Cenários sistêmicos: Proposta de integração entre princípios, conceitos e práticas de pensamento sistêmico e planejamento por cenários." Dissertação do PPG Administração – Unisinos. 2005.

MUSCAT, Antonio R. N.; FLEURY, Afonso C. C. Indicadores da qualidade e da produtividade na indústria brasileira. *Revista Indicadores de Qualidade e Produtividade*, v.1, n.2, 1993, p.81-107.

NAURI, Miguel Heriberto Caro. *As medidas de desempenho como base para a melhoria contínua de processos*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 1998.

NEWMAN, W. H. *Ação administrativa: as técnicas de organização e gerência*. São Paulo: Atlas, 1979.

OHNO, T. *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*, Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.

PAIVA, E.; CARVALHO, L.; FENSTENSEIFER, J. *Estratégia de produção e de operações*. P. Alegre: Bookman, 2004.

PIDD, M. Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PRASAD, B. *Concurrent engineering fundamentals: Integrated product development*. London: Prentice-Hall, 1996. v. I and II.

PRASS, Arni Carlos; Indicadores de Desempenho de Processo de Produção de Peças Injetadas. 2005. 48 f. Monografia (MBA em Gestão da Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado Executivo, Universidade de Taubaté, Taubaté.

RENDLER, B. & STAIR, R. M. (1994) *Quantitative analysis for management*. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall.

REIS, Marco Antônio dos. Critérios de desempenho da Produção - Uma busca constante para o melhoramento empresarial na visão de profissionais da Qualidade . 2003. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

ROBERTO, Michael A. *Strategic decision making process: achieving efficiency and consensus simultaneously* Tese apresentada na *Havard Business School* para obtenção do título de *Doctor of Business Administration* em 2000.

ROSENHEAD, Jonathan. *Rational analysis for a problematic world*. John Wiley & Sons Ltd. England. 1989.

RUIZ, João Álvaro. Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 1996.

RUSSO, J. Edward; SHOEMAKER, Paul J. H. *Winning decisions: getting it right the first time*. New York: Random House, 2002.

SCHWARTZ, P. A arte da visão de longo prazo: planejando o futuro em um mundo de incertezas. São Paulo – SP: Editora Best Seller, 2000.

SELLITTO, M. A. e Walter, C. “Avaliação do desempenho de uma manufatura de equipamentos eletrônicos segundo critérios de competição”. *Revista Produção*, v. 16, n. 1, p. 034-047, Jan./Abr. 2006.

SENGE, Peter M. et alii. *A Quinta Disciplina: caderno de campo*. São Paulo, Qualitymark, 1996.

SENGE, Peter M. *A Quinta Disciplina - Arte, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem*. São Paulo, Best Seller, 1990.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estera M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

SIMON, H. A., "Theories of decision-making in economics and behavioral sciences", *American Economic Review*, junho de 1959, pags. 253-283.

SIMONS, Roland H. e THOMPSON, Briony M. "*Strategic determinants: the context of managerial decision making*". *Journal of managerial psychology*. [S.1.], v.13, n. 1\2, p. 7-12, 1998.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, HARLAND, Christine, HARRISON, Alan, JOHNSTON, Robert, *Administração da Produção*, São Paulo: Atlas, 1996, 1ed.

SOUZA, Willy Hoppe de "Decidindo como decidir: desenvolvimento de uma estrutura conceitual através de estudos de casos." Tese de doutorado – PPG Administração Universidade de São Paulo. 2006.

TADACHI, N.T., e FLORES, M.C.X. *Indicadores da Qualidade e do Desempenho*. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997. 100p.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa Ação*. São Paulo: Atlas, 1997.

TOLEDO, José Carlos; OPRIME, Pedro Carlos. *Sistema de indicadores de desempenho da qualidade do produto e do processo: concepção e implantação em uma empresa do setor de auto peças*. ENANPAD, 1996.

TURBAN, E. & MEREDITH, J. R. (1994) *Fundamentals of management science*. 6. ed. Boston: Irwin.

YATES, J. F. & STONE, E.R. (1994) *The risk construct*. In: YATES, J.F. (edit.) *Risk-taking behavior*. England: John Wiley & Sons.

YIN, Robert K. *Estudo de Caso: Planejamento e Método*. 3. ed. São Paulo: Bookmam, 2005.

ANEXOS

ANEXO I: Glossário de Indicadores de Desempenho e Variáveis de Processo

Ciclo de vida do produto: Período de comercialização de um determinado produto no mercado.

Concorrência: Empresas que fabricam produto similar ou com a mesma utilidade do produto analisado.

Confiabilidade dos equipamentos: Disponibilidade de um equipamento para a produção na quantidade e tempo programados.

Custo: Recursos necessários para produzir.

Demanda: Quantidade de produtos solicitados pelos clientes ou mercado.

Flexibilidade de Produção: É o universo de peças diferentes que podem ser produzidas por um determinado sistema.

Flexibilidade de Mix: É a habilidade de mudar o mix de produto enquanto se mantém a quantidade de produção total.

Flexibilidade de Produto: Facilidade de adaptação a qualquer mudança de projeto de produtos existentes ou novos produtos.

Flexibilidade de volume: Habilidade de produzir peças economicamente viáveis, tanto em baixa como em alta produção.

Manutenção corretiva: Manutenção por interrupção ou queda da produção fora da programação.

Manutenção preventiva: Manutenção programada, com o objetivo de evitar interrupções na produção fora da programação.

Mix de produtos: Variedade de tipos de produtos.

Produção total: Quantidade de produtos produzidos.

Produtividade: Produção em relação ao tempo (Produção total / Tempo total).

Qualidade: Entregar produtos sem erros e adequados aos propósitos dos consumidores.

Rapidez: Disponibilizar produtos no menor tempo entre a solicitação até a recepção dos mesmos pelo consumidor.

Refugo: Peças descartadas da linha de produção por defeitos de fabricação

Retrabalho: Qualquer trabalho feito em peças de produção que não estava na programação normal de produção.

Tempo total de setups: Tempo unitário de setup x número de setups.

Tempo unitário de setups: Tempo utilizado em um setup, desde a parada da produção de um produto até a produção do próximo produto.

Tempo disponível para produção: É período de trabalho, subtraindo as paradas programadas

ANEXO III: Exemplo de uma estrutura sistêmica



Figura 28: Estrutura sistêmica das principais causas e impactos da violência na sociedade.

Fonte: Elaborado pelo autor