

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Manfred Costa

**BENEFICIAMENTO DE PEDRAS PRECIOSAS NO  
VALE DO TAQUARI - DIAGNÓSTICO E MODELO  
PARA ANÁLISE E REDUÇÃO DE PERDAS  
NOS PROCESSOS PRODUTIVOS**

Porto Alegre

2007

Manfred Costa

**Beneficiamento de Pedras Preciosas no Vale do Taquari - Diagnóstico e  
Modelo para Análise e Redução de Perdas nos Processos Produtivos**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Fernando Gonçalves Amaral, Dr.

Porto Alegre

2007

Manfred Costa

**Beneficiamento de Pedras Preciosas no Vale do Taquari - Diagnóstico e  
Modelo para Análise e Redução de Perdas nos Processos Produtivos**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica (ou Profissional) e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Prof. Fernando Gonçalves Amaral, Dr.**

Orientador PPGEP/UFRGS

---

**Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Ph.D.**

Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

Professor Cláudio José Müller, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Professora Morgana Pizzolato, Dra. (DEPROT/UFRGS)

Professor Vilson João Batista, Dr. (DEMEC/UFRGS)

*Um dia fui subindo, subindo e quanto mais subia  
mais maravilhado ficava com a luz e resplendor.  
Quando ao alto cheguei um belo azul refulgia  
entrecortado por brancos de nuvens em fulgor.*

*Minha alma então se engrandeceu na maravilha  
do mais belo espetáculo que nos foi dado na Criação.  
Extasiado contemplei o meu berço e a minha casa  
e a Deus me prostrei feliz e agradeci em oração.*

*Quando regressava e do meu berço me aproximava  
fui vendo e ouvindo, então apercebi-me da realidade,  
uma realidade nua e crua, que os homens afastava  
traduzida em fogo, guerra, destruição e maldade.*

*Então prostrei-me novamente a Deus em oração  
e Lhe pedi o perdão, por toda esta destruição.  
E num gesto de medo, raiva, desilusão e frustração  
abraçei o Mundo temendo por toda a sua perdição.*

*Victor Jerónimo*

*Dedicatória*

*Ao Bernardo pela alegria e vitalidade,  
que contagia e me dá forças.  
À Ângela pela paciência e compreensão  
nos momentos em que estive ausente.  
Aos meus pais pela dedicação e exemplo,  
me ensinando a ser perseverante  
e ir em busca de meus objetivos.  
A todas as pessoas que dedicam sua vida  
para resolver problemas da sociedade.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter conseguido vencer mais uma etapa em minha vida, iluminando esta caminhada e me dando forças para superar os desafios.

Ao meu orientador e amigo Amaral por ter me acompanhado neste desafio, sempre presente e disposto para auxiliar no desenvolvimento desta dissertação, doando muita energia e otimismo, principalmente nos momentos de angústia e dificuldade.

Ao meu irmão Martin que esteve ao meu lado durante mais este período, incentivando-me e escutando-me nos momentos difíceis.

Aos empresários e funcionários das empresas que colaboraram respondendo aos questionários e permitindo a minha presença em suas empresas para conhecer os seus processos produtivos.

Ao Centro Universitário UNIVATES, ao SEBRAE de Lajeado e ao Escritório do Arranjo Produtivo Local de Gemas e Jóias de Lajeado pela colaboração em diversos momentos da realização deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que fosse possível concluir este trabalho.

Muito Obrigado!

## RESUMO

O beneficiamento de pedras preciosas representa um importante potencial empresarial e de negócios para o Brasil, em especial para regiões como a do Vale do Taquari, no estado do Rio Grande do Sul. No entanto, as empresas deste setor, em sua maioria pequenas, carecem de uma abordagem capaz de melhorar seus processos produtivos, diminuindo suas perdas. Este estudo buscou levantar dados do setor na região, diagnosticar questões relativas aos processos produtivos, em especial sobre perdas nos processos, e propor um modelo para análise dos processos e redução das perdas nestes. O modelo foi gerado considerando dados gerais e históricos do setor, as análises dos questionários aplicados e os mapeamentos realizados. Este modelo está dividido em duas etapas: a de análise e a do conjunto de ações para a redução das perdas. Assim, o modelo propõe uma série de técnicas e ferramentas, geralmente ligadas ao Sistema Toyota de Produção, as quais têm colaborado com diferentes setores. A implementação do modelo proposto deve possibilitar um aumento no potencial de desenvolvimento, tanto no setor de beneficiamento como em toda a cadeia produtiva das pedras preciosas.

Palavras-chave: Melhorias, Processos, Perdas, Pedras Preciosas.

## **ABSTRACT**

The processing of precious stones represents an important potential business in Brazil, especially for regions such as the Taquari Valley, in the state of Rio Grande do Sul. However, the companies in this sector, mostly small, lack an approach aimed at improving their production processes, reducing their losses. This study aimed at surveying data about the sector in that region, examining issues relating to production processes, in particular on losses in processes, as well as proposing a model for analysing these processes and reducing losses. The model was developed considering general and historical data in the precious stones sector, the analysis of the interviews and the mappings carried out. The model is divided into two steps: the first one is the analysis and the second one is the set of actions for reducing losses. Thus, the model proposes a series of techniques and tools, usually related to the Toyota Production System, which have cooperated with different sectors. The implementation of the proposed model shall enable an increase in the potential for development, both in the processing sector, as well as throughout the whole production chain of precious stones.

**Keywords:** Improvements, Processes, Losses, Precious Stones.



## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APL	Arranjo Produtivo Local
BDR	Banco de Dados Regional
CIBJO	Confederação Internacional do Setor de Gemas, Jóias e Afins
CQZD	Controle da Qualidade Zero-Defeitos
IBGM	Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos
JIT	<i>Just-in-Time</i>
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MFP	Mecanismo da Função Produção
MPT	Manutenção Produtiva Total
NCM	Nomenclatura Comum de Mercadorias
PDC	Ponto de Causa
PE	Produção Enxuta
RS	Rio Grande do Sul
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die and Tools</i>
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIMPLES	Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e das Empresas de Pequeno Porte
SOBANE	<i>Screening, Observation, Analysis, Expertise</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TRF	Troca Rápida de Ferramentas

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução do comércio exterior brasileiro.....	17
Tabela 2: Principais exportadores de pedras em bruto .....	18
Tabela 3: Principais exportadores de pedras lapidadas .....	18
Tabela 4: Reservas de pedras preciosas no Brasil .....	28
Tabela 5: Quantidades e valores exportados de pedras preciosas por NCM.....	29
Tabela 6: Dados do Vale do Taquari .....	31
Tabela 7: Tipos de pedras com que trabalha .....	31
Tabela 8: Municípios de origem da matéria-prima (estado do RS).....	31
Tabela 9: Exportações de pedras preciosas dos municípios de Lajeado (RS) e Soledade (RS) .....	32
Tabela 10: Tamanho das empresas beneficiadoras em função do número de funcionários .....	70
Tabela 11: Faturamento médio mensal das empresas beneficiadoras .....	70
Tabela 12: Destino das vendas das empresas beneficiadoras.....	71
Tabela 13: Escolaridade dos funcionários das empresas beneficiadoras.....	71
Tabela 14: Tipos de pedras regularmente beneficiadas.....	72
Tabela 15: Origem das pedras brutas.....	72
Tabela 16: Processos de beneficiamento realizados pelas empresas.....	72
Tabela 17: Máquinas existentes nas empresas beneficiadoras .....	73
Tabela 18: Percepção de perdas e problemas nos processos produtivos .....	74
Tabela 19: Resultado esperado com a aplicação de técnicas e ferramentas.....	74
Tabela 20: Dificuldades com pedras brutas.....	75
Tabela 21: Dificuldades com máquinas, equipamentos e ferramentas.....	75
Tabela 22: Dificuldades com a mão-de-obra direta.....	76
Tabela 23: Dificuldades gerais com os processos produtivos .....	77
Tabela 24: Dificuldades com os clientes .....	77
Tabela 25: Importância dada a objetivos de desempenho - Visão do Fornecedor .....	78
Tabela 26: Comparação de desempenho com os atuais concorrentes .....	79
Tabela 27: Tamanho das empresas joalheiras entrevistadas em função do número de funcionários .....	80
Tabela 28: Destino das vendas das empresas joalheiras.....	80
Tabela 29: Grau de instrução dos funcionários nas empresas joalheiras.....	80

Tabela 30: Utilização de pedras naturais e pedras não naturais na produção de jóias .....	81
Tabela 31: Origem das pedras beneficiadas .....	81
Tabela 32: Custo percentual médio das pedras em relação ao custo total das jóias.....	82
Tabela 33: Dificuldades das empresas joalheiras com fornecedores de pedras lapidadas .	82
Tabela 34: Dificuldades das empresas joalheiras com seus clientes .....	83
Tabela 35: Importância dada a objetivos de desempenho - Visão do Cliente .....	84
Tabela 36: Tamanho das empresas <i>versus</i> conjunto de máquinas existente .....	97
Tabela 37: Tamanho das empresas <i>versus</i> dificuldade devido à ausência de máquinas ....	97
Tabela 38: Tamanho das empresas <i>versus</i> escolaridade da maioria dos funcionários .....	98
Tabela 39: Escolaridade dos funcionários <i>versus</i> dificuldade em processar a matéria-prima .....	98
Tabela 40: Tamanho das empresas <i>versus</i> destino das vendas.....	98
Tabela 41: Dificuldade com a qualidade da matéria-prima <i>versus</i> dificuldade em processar a matéria-prima.....	99
Tabela 42: Tamanho das empresas <i>versus</i> forma de realizar a operação de corte das pedras brutas.....	99
Tabela 43: Aplicação de técnicas <i>versus</i> percepção de problemas nos processos produtivos .....	100
Tabela 44: Tamanho da empresa <i>versus</i> comparação com concorrentes no objetivo confiabilidade de entrega.....	101
Tabela 45: Tamanho da empresa <i>versus</i> comparação com concorrentes no objetivo qualidade .....	101

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa Gemológico Brasileiro.....	30
Figura 2: Mecanismo da Função Produção: rede de processos e operações .....	37
Figura 3: Sete tipos de perdas nas operações e nos processos .....	38
Figura 4: Compreendendo a função manufatura .....	41
Figura 5: Inter-relação entre os subsistemas do STP e as sete perdas.....	43
Figura 6: Inter-relação entre os diversos subsistemas do STP.....	44
Figura 7: Etapas do mapeamento do fluxo de valor.....	47
Figura 8: Atividades de <i>setup</i> interno .....	49
Figura 9: Estágios conceituais para a melhoria de <i>setup</i> .....	50
Figura 10: Método da Análise de Pareto.....	52
Figura 11: Gráfico de Pareto .....	52
Figura 12: Solução prática de problemas na Toyota.....	54
Figura 13: Diagrama de Causa e Efeito .....	55
Figura 14: Folha de verificação para defeitos no revestimento do teto .....	55
Figura 15: Métodos de inspeção <i>Poka-yoke</i> .....	57
Figura 16: Indicadores de produção e qualidade.....	59
Figura 17: Fluxograma da metodologia utilizada .....	63
Figura 18: Fluxograma do processo de produção na Empresa 1.....	86
Figura 19: Fluxograma do processo de produção na empresa 2 .....	93
Figura 20: Comparação da importância dada a objetivos de desempenho .....	100
Figura 21: Questões classificadas de acordo com as sete perdas.....	106
Figura 22: Responsabilidade pelo trabalho: grau de instrução <i>versus</i> complexidade dos processos.....	107
Figura 23: Indicadores pertinentes a perdas levantadas .....	108
Figura 24: Caminho para eliminação das perdas .....	110
Figura 25: Esquema para ataque e redução das perdas .....	111

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>COMENTÁRIOS INICIAIS .....</b>	<b>16</b>
1.1	INTRODUÇÃO .....	16
1.2	TEMA E OBJETIVOS .....	20
1.3	JUSTIFICATIVA .....	20
1.4	MÉTODO DE PESQUISA .....	22
1.5	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	23
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	24
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>26</b>
2.1	O SETOR DE PEDRAS PRECIOSAS .....	26
2.1.1	Breve histórico do setor de pedras preciosas no Brasil .....	26
2.1.2	Definições e nomenclatura .....	27
2.1.3	Contexto atual do setor de pedras preciosas .....	27
2.1.4	O setor de pedras preciosas no Vale do Taquari (RS) .....	30
2.1.5	Indústria de lapidação de pedras preciosas .....	32
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	34
2.2.1	Perdas .....	35
2.2.2	Mecanismo da Função Produção (MFP) .....	36
2.2.3	Sete grandes tipos de perdas .....	38
2.2.3.1	Perdas por superprodução .....	39
2.2.3.2	Perdas por espera .....	39
2.2.3.3	Perdas por transporte .....	39
2.2.3.4	Perdas no processamento propriamente dito .....	40
2.2.3.5	Perdas nos estoques .....	40
2.2.3.6	Perdas nos movimentos .....	40
2.2.3.7	Perdas na elaboração de produtos defeituosos .....	40
2.2.4	Subsistemas do Sistema Toyota de Produção .....	41
2.2.4.1	Relação dos subsistemas do STP com os sete grandes tipos de perdas .....	43
2.2.4.2	Inter-relação entre os subsistemas do STP .....	44
2.3	TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA A REDUÇÃO DE PERDAS .....	45
2.3.1	Cadeia de valor .....	45
2.3.2	Mapeamento do fluxo de valor .....	46

2.3.3	Objetivos de desempenho .....	47
2.3.4	Troca Rápida de Ferramentas .....	48
2.3.5	Método de Análise de Pareto.....	51
2.3.6	Cinco Porquês e 5W1H .....	53
2.3.7	Diagrama de causa e efeito.....	54
2.3.8	Folha de verificação.....	55
2.3.9	Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD) .....	56
2.3.10	Sistema <i>Poka-yoke</i> .....	56
2.4	INDICADORES DE DESEMPENHO .....	58
2.4.1	Conceito .....	58
2.4.2	Produtividade .....	60
2.5	CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	60
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA PROPOSTA .....</b>	<b>62</b>
3.1	PLANEJAMENTO DO MÉTODO .....	62
3.1.1	Caracterização da amostra .....	63
3.1.2	Definição dos instrumentos utilizados .....	64
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS .....	65
3.2.1	Questionário com empresas beneficiadoras .....	65
3.2.2	Questionário com empresas clientes .....	65
3.2.3	Mapeamento do processo produtivo .....	66
3.3	REUNIÃO DOS DADOS .....	66
3.4	DIAGNÓSTICO .....	67
3.5	ESCOLHA DE TÉCNICAS E FERRAMENTAS APROPRIADAS .....	67
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
4.1	LEVANTAMENTO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS .....	69
4.1.1	Questionário com empresas beneficiadoras .....	69
4.1.1.1	Dados gerais sobre as empresas pesquisadas .....	69
4.1.1.2	Dados dos processos nas empresas pesquisadas .....	72
4.1.1.3	Objetivos de desempenho.....	77
4.1.1.4	Comparação de desempenho com os concorrentes .....	78
4.1.2	Questionário com empresas joalheiras .....	78
4.1.2.1	Dados gerais sobre as empresas pesquisadas .....	79
4.1.2.2	Dados sobre as matérias-primas adquiridas pela empresa pesquisada .....	80

4.1.2.3	Objetivos de desempenho .....	83
4.1.3	Mapeamento do processo produtivo.....	83
4.1.3.1	Mapeamento do processo – Empresa 1 .....	84
4.1.3.2	Mapeamento do processo – Empresa 2 .....	90
4.2	DIAGNÓSTICO .....	96
4.2.1	Análise dos dados levantados .....	96
4.2.2	Diagnóstico final .....	102
4.3	MODELO PARA ANÁLISE DE PROCESSOS E REDUÇÃO DE PERDAS.....	103
4.3.1	Análise dos processos .....	104
4.3.1.1	Indicadores presentes .....	104
4.3.1.2	Análise preliminar .....	105
4.3.1.3	Análise .....	106
4.3.2	Redução de perdas .....	109
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>114</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS OBJETIVOS E DA METODOLOGIA UTILIZADA .....	114
5.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO PROPOSTO .....	115
5.3	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	116
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>118</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>122</b>
	APÊNDICE A .....	123
	APÊNDICE B .....	128

## 1 COMENTÁRIOS INICIAIS

### 1.1 INTRODUÇÃO

O planeta Terra está repleto de riquezas naturais. Estas riquezas são recursos finitos que já foram reduzidos significativamente e continuam a sê-lo de forma crescente, por diversos interesses, principalmente econômicos, sendo consumidos, destruídos, ou, simplesmente, retirados de seu local natural e sua forma original modificada. Ferroli et al. (2002) afirmam que o homem ao longo dos séculos deu forma aos materiais encontrados na natureza, confeccionou suas ferramentas, armas e utensílios e melhorou continuamente sua qualidade de vida.

O Brasil é um país privilegiado em riquezas naturais, possuindo a maior disponibilidade hídrica do planeta, uma megadiversidade de espécies de seres vivos (vegetais, animais e microorganismos) e reservas significativas de diferentes tipos de recursos minerais. Esta condição, que denota um motivo de orgulho, deve representar, por outro lado, preocupação para governos, pesquisadores e sociedade como um todo. O descuido e a extração destas riquezas brasileiras de forma crescente e desordenada têm pautado diversas discussões preocupadas com questões de cunho ambiental, mas também econômicas e de desenvolvimento social.

Entre os recursos minerais de destaque em reservas e extração no Brasil estão as pedras preciosas. Segundo Lamachia (2006), as pedras preciosas hoje encontradas são resultado de processos diversos que ocorreram em alguns bilhões de anos, da união de distintos elementos químicos em um local próprio para este feito, de temperatura apropriada e pressão adequada.

Para Kingsley (1998), as pedras preciosas criaram-se ao acaso em um ambiente hostil, mas têm a forma precisa a ponto de deleitar os cientistas, inspirar artistas por suas cores ousadas e variadas, e uma composição química tão imprevisível e intrigante quanto o tempo. Civilizações antigas atribuíram poderes sobrenaturais às pedras preciosas, que também adornaram coroas de reis e rainhas. Hoje há ainda uma grande crença quanto ao poder curativo das pedras preciosas ao proporcionar esperança e alívio às doenças mentais e físicas.

No final do século XVII, a descoberta do ouro expandiu as fronteiras e interiorizou o desenvolvimento brasileiro. Ao mesmo tempo, diamantes foram encontrados em diversas partes do território, levando o Brasil à condição de maior produtor mundial entre os anos de



1725 a 1866. Outros minerais brasileiros, conhecidos desde o século XVIII, receberam atenção maior pelo seu emprego na indústria eletrônica na década de 1940. Também a indústria joalheira mundial passou a utilizar, além dos diamantes, safiras, esmeraldas e rubis, as pedras preciosas brasileiras, chamadas à época de pedras semipreciosas, expressão hoje não mais utilizada (IBGM, 2003).

O forte avanço do modelo econômico globalizado na última década alterou significativamente a forma e a intensidade dos negócios entre os países. Esse novo modelo obrigou países como o Brasil, que mantiveram por diversos anos sua economia fechada, a repensar e atuar sobre questões de comércio internacional, tecnológicas, de sistemas produtivos e de pesquisa e desenvolvimento. Conforme a Tabela 1, desde 2002 o Brasil tem apresentado crescentes saldos positivos em sua balança comercial externa com registros recordes de exportações que, em grande parte, se devem ao aumento da exportação de *commodities* e no preço de venda destas nos últimos anos.

Tabela 1 – Evolução do comércio exterior brasileiro

Período	Exportação Brasil (FOB) – US\$ bi	Variação % Exportação	Importação Brasil (FOB) – US\$ bi	Saldo Comercial US\$ bi
1999	48	(-) 6,1	49,3	(-) 1,3
2000	55,1	14,7	55,8	(-) 0,7
2001	58,2	5,7	55,6	2,6
2002	60,4	3,7	47,2	13,1
2003	73,1	21,1	48,3	24,8
2004	96,5	32	62,8	33,7
2005	118,3	22,6	73,5	44,8
2006	137,5	17,1	91,4	46,1

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2007)

Um aumento nas exportações de *commodities* representa, ao mesmo tempo, um avanço nas vendas ao exterior e, por outro lado, oportunidades perdidas. São riquezas naturais processadas fora do país, agregando pouco valor às exportações, gerando menos empregos e renda. A substituição desta crescente exportação de riquezas em bruto, por produtos beneficiados com maior valor agregado, pode representar uma menor agressão ao meio ambiente e conservação das riquezas naturais.

O Brasil é o maior exportador de pedras preciosas em bruto do mundo. No ano de 2004 foram exportados US\$ 39.466.865 em pedras preciosas em bruto, 12,63% a mais do que em 2003, quando foi exportado US\$ 35.042.146, e 30,38% a mais que em 2002, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Principais exportadores de pedras em bruto

Países	2002 – US\$	2003 – US\$	2004 – US\$	Varição % 2004/03
Brasil	30.271.312	35.042.146	39.466.865	12,63
Hong Kong	23.999.103	23.922.584	31.129.108	30,12
Estados Unidos	21.980.158	24.570.824	27.842.878	13,32
Tailândia	13.506.624	21.192.406	21.950.665	3,58
China	6.400.850	10.241.875	18.109.180	76,82
Alemanha	6.855.913	8.389.823	*	
África do Sul	5.066.485	7.590.350	6.505.862	-14,29
Índia	13.603.348	16.453.635	*	
Suíça	907.861	680.161	1.803.955	165,22

Fonte: Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (2007)

(\*) Dados não disponíveis no momento

A posição brasileira muda quando os valores analisados são as exportações de pedras preciosas lapidadas ou, como também são chamadas, gemas lapidadas. O Brasil passa a ocupar a sexta posição no *ranking* com US\$ 47.391.259 exportados em 2004, conforme a Tabela 3, confirmando o baixo valor agregado nas exportações brasileiras de suas riquezas naturais.

Tabela 3 – Principais exportadores de pedras lapidadas

Países	2002 – US\$	2003 – US\$	2004 – US\$	Varição % 2004/03
Hong Kong	173.491.852	185.192.327	231.304.468	24,90
Índia	148.854.889	146.695.210	*	
Alemanha	89.663.899	102.652.436	*	
Estados Unidos	54.894.991	66.981.052	77.408.947	15,57
Tailândia	64.791.457	59.371.779	74.754.932	25,91
Brasil	32.487.472	33.610.980	47.391.259	41,00
Suíça	15.635.026	13.512.049	18.452.479	36,56
China	9.461.470	10.552.982	12.448.200	17,96

Fonte: Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (2007)

(\*) Dados não disponíveis no momento

Segundo o MDIC e IBGM (2005), há séculos a ampla variedade das pedras preciosas brasileiras é conhecida e apreciada mundialmente. O estado do Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de pedras preciosas em volume, destacando-se a ametista e a ágata. Embora as características de grande produtor em volume, por outro lado, muitas empresas brasileiras de lapidação, possuem processos pouco eficientes, apresentando, por exemplo, dificuldades para fornecer gemas com tamanhos e formas padronizados para atender a qualidade requerida pela indústria de jóias e folheados.

Assim, o crescimento da indústria de jóias e folheados tem resultado no aumento da demanda por gemas lapidadas que irão compor seu produto final. Algumas empresas

brasileiras de maior porte desta indústria já optaram pela verticalização da produção, realizando também a lapidação das pedras preciosas para atender suas próprias demandas, ou, em alguns casos, substituíram-nas por materiais sintéticos ou vidro.

Os processos de beneficiamento de pedras preciosas utilizados no Brasil são, geralmente, artesanais e sem nenhuma ou com baixíssima automação. O setor ainda é pobre em estudos e trabalhos que objetivam aprimorar os seus processos e, portanto, há necessidade de melhorias nestes e investimentos em tecnologia para obter produtos finais padronizados e de maior qualidade, reduzir as perdas e aumentar a produtividade. Muitas técnicas e ferramentas já utilizadas por empresas dos mais diversos setores podem ser implantadas nas empresas do setor de pedras preciosas do estado do RS e dar a estas maior poder de competição no mercado global, aproveitando a matéria-prima próxima e ainda abundante.

O dicionário APICS (2005) define indústria de processo como aquele grupo de empresas que adiciona valor aos materiais através de mistura, separação, conformação ou reações químicas. O processamento pode ser tanto contínuo como em bateladas (lotes) e, geralmente, requerem rígido controle do processo e alto investimento de capital. Borges e Dalcol (2002) afirmam que, no contexto da engenharia de produção, a indústria de processo possui uma literatura pobre e que os estudos são voltados para a indústria de fabricação e montagem, ficando diversas lacunas em aberto na indústria de processo.

Desta forma, aprimorar processos de produção é, essencialmente, realizar melhorias no fluxo dos materiais que passam pelas diversas operações. Para Shingo (1996a), um processo consiste no fluxo de produtos de um trabalhador para outro, ou seja, como a matéria-prima se move nos seus diversos estágios até se tornar um produto acabado. A melhoria nos fluxos dos materiais e a redução das perdas nos processos resultam na redução dos custos, em melhorias na qualidade e ganhos de produtividade, vantagens estratégicas fundamentais para o aumento da capacidade competitiva das empresas em um mercado cada vez mais exigente e disputado.

Shingo (1996a, p. 110; 259) define uma **perda** como sendo “qualquer atividade que não contribui para as operações” e afirma que “a única maneira de aumentar os lucros é através da redução dos custos. Logo, para reduzir os custos, o único método é a eliminação total da perda”.

Além disso, a velocidade das mudanças no conjunto dos cenários onde estão postas as empresas exige processos flexíveis, eficientes e de baixo custo. Mckenna (1997) afirma que

as transformações são muito rápidas, mas também são imprevisíveis, não sustentando os padrões e comportamentos já estabelecidos no mercado. A administração atual defronta-se com uma miríade de novas e mutantes circunstâncias, muitas vezes fora de seu domínio.

## **1.2 TEMA E OBJETIVOS**

O tema desta dissertação é a gestão dos processos de beneficiamento de pedras preciosas, principalmente das perdas nos processos e a necessidade de processos eficazes para atender as exigências e condições do mercado.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é diagnosticar os processos produtivos de beneficiamento de pedras preciosas em empresas do Vale do Taquari e propor um modelo apoiado, essencialmente, em princípios definidos pelo Sistema Toyota de Produção (STP), que possa ser aplicado nesses processos e resulte na redução de perdas. Os objetivos específicos são: (i) identificar, descrever, analisar e comparar os processos ora existentes nas empresas do ramo no Vale do Taquari; (ii) identificar a percepção dos beneficiadores de pedras preciosas com relação às perdas e dificuldades nos processos; (iii) identificar junto às empresas joalheiras, clientes das beneficiadoras de pedras, necessidades relativas aos seus processos produtivos; (iv) selecionar técnicas e ferramentas adequadas à redução de perdas nestes processos produtivos, resultando em um modelo de intervenção no processo que vise à redução de perdas.

A escolha destes objetivos é resultado das necessidades percebidas na pesquisa bibliográfica, nos questionamentos gerais oriundos de eventos na área e em diversas manifestações das empresas ligadas ao setor.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

Visto o potencial brasileiro em riquezas naturais, é importante conhecer o que o país está fazendo e como está utilizando este patrimônio. O reduzido número de trabalhos realizados no setor também colabora para justificar novos estudos que auxiliem na melhor utilização destes recursos, buscando aperfeiçoar o aproveitamento e, economicamente, representar oportunidades a uma fatia maior da população brasileira.

Segundo Vale (2000), os recursos minerais têm como característica principal a não renovabilidade física, sendo sua exaustão um condicionante vital para as empresas ligadas ao setor de mineração. Assim, a ação dos governos deve buscar o maior benefício líquido atual

(valoração), para o maior segmento da sociedade (distribuição) e pelo maior período de tempo possível (alocação intertemporal).

A gestão eficaz dos processos de produção será sempre uma realidade necessária quando a matéria-prima utilizada for finita. Assim, planejar e conhecer como aproveitá-las da melhor forma, como retirar todo o seu proveito, deveria ser prática comum. Segundo De Negri (2005), 40% do total das exportações brasileiras são *commodities* primárias, enquanto que nas exportações mundiais estas representam apenas 13%. Esta autora afirma existir na indústria de transformação brasileira dois grupos de empresas exportadoras: (i) empresas que inovam e diferenciam produtos têm melhores indicadores de eficiência e estão mais inseridas no comércio internacional; (ii) empresas especializadas em produtos padronizados, geralmente *commodities*, têm como característica menor inovação e eficácia, e pouca tecnologia incorporada aos seus processos, condição que reduz o seu poder competitivo. As pedras preciosas, por exemplo, são tratadas como *commodities* no Brasil, levadas a maioria ao exterior sem beneficiamento interno e, conseqüentemente, com um baixo valor de mercado.

Também estudos que objetivam melhorias nos processos de manejo e utilização das riquezas naturais ainda são poucos e, estes, pouco difundidos pelo Brasil. O potencial das riquezas naturais brasileiras e a melhor forma de utilização destas não é suficientemente conhecido: quais são, a quantidade existente, sua localização, como são extraídas, como são utilizadas ou vendidas e quais as formas de agregar valor. Enfim, é necessário ampliar e difundir os conhecimentos na área para qualificar e aumentar a cadeia produtiva dentro do país, agregando maior valor a esta matéria-prima.

Desta maneira, os processos de beneficiamento de pedras preciosas brasileiras representam uma lacuna que deve ser trabalhada para proporcionar o aprimoramento necessário à inclusão das empresas do ramo, normalmente de pequeno porte, no competitivo mercado mundial. Também as constantes e significativas modificações porque passou e passa a administração da produção como um todo, faz com que sejam necessários continuados investimentos e melhorias no setor para acompanhar os avanços dos demais países e, se possível, produzir algo de novo que represente maior eficácia produtiva.

Alguns setores, como por exemplo, as indústrias montadora de veículos e a fabricante de peças para veículos, vêm utilizando satisfatoriamente filosofias, técnicas e ferramentas que resultam em melhorias dos seus processos, seja em aumento de produtividade ou qualidade, ou na redução de custos. Segundo Womack e Jones (2006), a filosofia do STP ou Produção Enxuta (PE) alcançou o seu triunfo. Os produtos manufaturados hoje têm melhor

desempenho e menor custo se comparados àqueles produzidos antes da aplicação das técnicas da PE. Esta funciona em qualquer indústria ou local onde é seriamente experimentada.

Assim, a construção de um modelo com o foco de aplicação na indústria beneficiadora de pedras preciosas, baseado em teorias e técnicas que objetivam a redução de perdas, significaria a possibilidade de aplicação facilitada e eficaz de um conjunto de ferramentas capaz de auxiliar as empresas do ramo na busca de melhorias dos processos de produção, do aumento na participação do mercado e o crescimento do beneficiamento em solo brasileiro.

As empresas beneficiadoras de pedras preciosas no Vale do Taquari são predominantemente de micro ou pequeno porte e, além da pouca eficiência dos processos produtivos, passam por um momento difícil devido a questões como a valorização da moeda brasileira e o forte crescimento da China no mercado mundial. Lajeado, município pólo da região, foi o maior beneficiador e exportador de pedras preciosas do estado do RS até o final da década de 1970, posto, com grande vantagem, hoje ocupado pelo município de Soledade. Entretanto, ambos os municípios possuem pequenas reservas e extração destes minerais (BRANCO; GIL, 2002). Para essas empresas, a aplicação do modelo desenvolvido neste trabalho poderia colaborar no entendimento das causas de antigos problemas produtivos e de mercado, na capacidade de solucioná-los e na formação de uma cultura de melhoria contínua. Com a utilização de um processo enxuto de produção e o aumento da qualidade e do valor agregado aos produtos finais, estas empresas terão o seu potencial competitivo aumentado, a possibilidade de abertura de novos mercados, maiores lucros e o seu conseqüente fortalecimento econômico e financeiro.

O modelo desenvolvido neste trabalho, aplicado em algumas empresas existentes na região poderá resultar na melhoria e crescimento destas empresas e encorajar empreendedores a investir no ramo, criando novos postos de trabalho e desenvolvendo a economia local. Também poderá auxiliar na qualificação da mão-de-obra direta e indireta, na formação da cultura de melhoria contínua dentro das organizações, além da disseminação de modelos semelhantes em outros ramos de negócios existentes no Vale do Taquari.

#### **1.4 MÉTODO DE PESQUISA**

O método de pesquisa utilizado neste trabalho é um *survey*. Segundo Babbie (2003), *surveys* são geralmente realizados para descrever certos traços e atributos de uma população.

Além de descrever, muitos *surveys* têm o objetivo adicional de fazer asserções explicativas sobre a população. O desenho básico do trabalho é um *survey* interseccional, aquele que colhe dados de uma amostra em um momento específico para descrever a população nesta ocasião.

A metodologia utilizada para a realização desta dissertação contempla cinco etapas principais. Na primeira, é planejado o desenvolvimento do trabalho detalhando objetivos das etapas, como operacionalizar cada uma das atividades e as relações entre estas.

A segunda etapa consiste no levantamento de dados com o objetivo de conhecer o setor de beneficiamento de pedras preciosas no Vale do Taquari. O levantamento é realizado através da aplicação de um questionário junto às empresas beneficiadoras da região, outro questionário perante as empresas do ramo joalheiro, clientes ou potenciais clientes das empresas beneficiadoras, e através do mapeamento dos processos de produção de beneficiamento de pedras, em especial aqueles voltados para a produção de pedras para a indústria joalheira.

Os dados levantados nos questionários e mapeamentos dos processos de produção são reunidos e descritos em uma terceira etapa. Nesta, busca-se na reunião destes dados levantar informações para uma pré-análise e conclusões preliminares sobre perdas e dificuldades nos processos de produção do setor na região. A quarta etapa realiza um diagnóstico do setor baseado nos dados mostrados na etapa anterior, comparando as diversas questões dos questionários e a descrição dos mapeamentos dos processos com o objetivo de encontrar e definir pontos positivos e negativos, principalmente as formas de agregar valor e a ocorrência de perdas nos processos.

Na quinta etapa são selecionadas técnicas e ferramentas que objetivam a redução de perdas nos processos produtivos, possíveis de serem aplicadas nas empresas de beneficiamento de pedras preciosas e que atendam às necessidades mostradas na etapa anterior. O resultado desta etapa, juntamente com a metodologia completa utilizada para análise, deve implicar no modelo proposto.

## **1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Neste trabalho são analisados os processos produtivos de beneficiamento de pedras preciosas nas empresas do Vale do Taquari, em especial aqueles destinados à produção de gemas para a indústria joalheira, desde o recebimento das pedras brutas até a pedra lapidada pintada ou não.

Visto a complexidade de toda a cadeia produtiva de gemas e jóias, este trabalho analisa essencialmente o processo de lapidação de pedras preciosas em empresas que utilizam processos tipo cabochão. Assim, não é o foco deste trabalho, por exemplo, a operação de facetamento de pedras e o desenvolvimento de novos produtos. Segundo o MDIC e IBGM (2005), cabochão é a lapidação convexa e arredondada, ou conforme dicionário Aurélio, é a pedra preciosa ou não, talhada, comumente arredondada, polida, mas não facetada.

Para o levantamento de dados e posterior análise são utilizados somente questionários e mapeamento de processos. Os mapeamentos serão realizados em todas as empresas beneficiadoras de pedras que responderem os questionários e permitirem a visita ao setor de produção, em especial aquelas que produzirem gemas para a indústria joalheira.

O trabalho está limitado ao diagnóstico dos processos produtivos realizados em empresas da região e ao desenvolvimento de um modelo para análise e redução de perdas conforme capacidade física e de recursos ora existentes, não sendo objeto deste trabalho, o desenvolvimento de novas máquinas ou equipamentos ou contratação de um perfil diferenciado de recursos humanos. O modelo é composto por ferramentas e técnicas comumente utilizadas nas empresas. A revisão bibliográfica deste trabalho se limita a apresentar apenas algumas destas ferramentas e técnicas.

## **1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. No capítulo 1 são apresentados os comentários iniciais sobre o trabalho, com uma introdução, o tema e os objetivos, a justificativa para a realização deste, o método de pesquisa a ser utilizado, as delimitações e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta um referencial teórico sobre o assunto, contemplando: as riquezas naturais brasileiras, em especial, pedras preciosas; a exportação destas riquezas e o valor agregado no Brasil; o beneficiamento de pedras preciosas no Brasil, no RS e no Vale do Taquari; o STP e a redução de perdas nos processos de produção; ferramentas e técnicas de melhorias de processo e indicadores de produção.

No capítulo 3 é descrita detalhadamente a metodologia aplicada para a realização deste trabalho, desde o planejamento do trabalho até a proposição do modelo. O capítulo 4 apresenta os resultados do trabalho propriamente dito, descrevendo os dados obtidos, a análise destes, o diagnóstico e o modelo proposto.



Finalmente, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões sobre o trabalho desenvolvido e propostas sugestões para trabalhos futuros que continuem este e proporcionem melhorias para a cadeia produtiva de pedras preciosas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo contém a revisão bibliográfica de temas relacionados ao objetivo deste trabalho, em especial, questões pertinentes ao setor de pedras preciosas no Vale do Taquari e técnicas e ferramentas utilizadas para a análise e melhoria de processos produtivos, que reduzem perdas e agregam valor.

### **2.1 O SETOR DE PEDRAS PRECIOSAS**

Nesta seção estão descritas características do setor de pedras preciosas, que representa um grande potencial a ser explorado pelo Brasil, em especial, no mercado internacional, visto que a maioria das exportações brasileiras é composta por pedras em bruto com baixo valor agregado.

#### **2.1.1 Histórico do setor de pedras preciosas no Brasil**

A descoberta do ouro, de diamantes e, posteriormente, de outras pedras preciosas, foram importantes para a interiorização do desenvolvimento brasileiro. Desde 1725 até 1866, o Brasil foi o principal produtor mundial de diamantes. Na década de 1940, outros minerais já conhecidos desde o século XVIII passam a ser valorizados e demandados em função da nascente indústria eletrônica. Da mesma forma pedras preciosas brasileiras, inicialmente denominadas de pedras semipreciosas, ocupam espaço nos mercados nacional e internacional. Imigrantes alemães e libaneses do norte do estado de Minas Gerais iniciaram a exportação de pedras coradas. Praticamente 100% das pedras eram exportadas em estado bruto, resultado da inexistência de oficinas de lapidação e mão-de-obra especializada (MDIC; IBGM, 2005).

Com a vinda de lapidários europeus para o Brasil durante a segunda guerra, iniciou-se a manufatura e exploração comercial de pedras e desenvolveu-se um pólo lapidário no sudeste do país. Um forte período de recessão no pós-guerra leva muitos imigrantes, a maioria de origem judaica, sem estímulo para permanecer no Brasil, a se mudar para o recém-criado Estado de Israel. No final da década de 1940 restavam poucas oficinas de lapidação de pedras coradas no Brasil. Em 1963, a descoberta de esmeraldas de ótima qualidade, somadas às turmalinas, água-marinha, crisoberilo, opala, topázio, ágata, ametista e outras, consolida o Brasil como um dos mais importantes produtores mundiais de gemas.

### **2.1.2 Definições e nomenclatura**

Segundo o MDIC e IBGM (2005), normas técnicas nacionais e internacionais como ABNT, ISO e CIBJO apresentam definições e nomenclaturas dos materiais gemológicos. Entretanto, há problemas, principalmente, quando se conceitua termos ligados a gemologia. A conceituação do termo gema, por exemplo, é até hoje um assunto controvertido e bastante discutido na literatura internacional (BRUM; JUCHEM, 1994).

A gemologia é um ramo da mineralogia que estuda e classifica gemas pela sua origem, procedência e qualidade. Gema é o material ou substância que possui características como beleza, raridade, dureza ou brilho, e é utilizada como adorno pessoal ou objeto de arte. Gemas também são denominadas pedras preciosas, termo que algum tempo atrás somente designava o diamante, a esmeralda, o rubi e a safira. As demais eram denominadas pedras semipreciosas.

Na lista abaixo estão outras definições de alguns termos pertinentes a este trabalho e aos materiais gemológicos, segundo MDIC e IBGM (2005).

- Materiais gemológicos naturais - os materiais formados pela natureza, sem interferência do homem. São de origem inorgânica: os minerais e as rochas; e orgânica: os de origem animal ou vegetal.

- Produtos gemológicos sintéticos e artificiais - os produtos fabricados pelo homem, como: (i) as gemas artificiais, aquelas criadas pelo homem e sem um correspondente na natureza; (ii) as gemas sintéticas, os produtos cristalizados ou recristalizados fabricados pelo homem e cujas propriedades físicas, químicas e estrutura cristalina correspondem às das gemas naturais; (iii) imitações, os produtos que imitam gemas naturais ou sintéticas, considerados produtos fantasia, como por exemplo, vidro, strass e acrílico; (iv) gemas revestidas, aqueles materiais que receberam uma fina camada, colorida ou não; (v) gemas simulantes ou substitutas, aqueles materiais naturais que por sua aparência simulam gemas naturais de maior valor ou mais conhecidas.

- Produtos gemológicos cultivados - materiais produzidos pela natureza com intervenção parcial do homem, como por exemplo, a pérola cultivada.

### **2.1.3 Contexto atual do setor de pedras preciosas**

Atualmente, toda a cadeia produtiva de gemas e jóias gera no Brasil cerca de 500.000

empregos diretos em cerca de 2.000 empresas. 93% destas empresas são micro ou pequenas empresas, porte que as deixa vulneráveis a crises, mas que permite maior flexibilidade. A cadeia produtiva de gemas e jóias compreende todo o conjunto de atividades desde a extração mineral até os produtos finais. Esta cadeia pode ser dividida nos seguintes elos: (i) o segmento de extração ou mineração da matéria-prima; (ii) a indústria de lapidação e de artefatos de pedras; (iii) a indústria de joalheria e bijuteria; (iv) a comercialização no mercado interno e externo dos produtos (IBGM, 2003; MDIC; IBGM, 2005).

Da produção brasileira de gemas, cerca de 10% são absorvidos pelo mercado interno. O restante é exportado, sendo que a maioria é constituída por pedras em bruto, com baixo valor agregado. A ágata e a ametista, por exemplo, são exportadas em estágio inicial de beneficiamento e passam pelo processo de refinamento final em países detentores de tecnologia adequada, como Alemanha (ágata) e Tailândia (ametista). Comparado com o valor em bruto, o beneficiamento destas matérias-primas pode agregar um valor superior a 50 vezes. Excetuados o diamante, o rubi e a safira, o Brasil produz mais de 1/3 de todas as gemas comercializadas no mundo e é conhecido internacionalmente pela sua diversidade. A Tabela 4 mostra números de algumas reservas minerais brasileiras (IBGM, 2003; DNPM; IBGM, 2005).

Tabela 4 – Reservas de pedras preciosas no Brasil

Materiais	Medida	Reserva medida	Reserva Lavrável
Geodos, Ágatas, Calcetônia, etc.	toneladas	826.113	578.375
Rochas Ornamentais	m <sup>3</sup>	12,8 bilhões	12,5 bilhões
Rochas Ornamentais – outras	m <sup>3</sup>	560.290.446	534.269.569
Diamante	ct	37.778.751	36.091.539

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (2005)

De acordo com o MDIC e IBGM (2005), em 2004 os principais destinos das pedras em bruto brasileiras foram: Hong Kong, Índia, China, Estados Unidos, Alemanha, Tailândia, Formosa, Japão e Itália; os principais destinos das pedras lapidadas foram: Estados Unidos, Taiwan, Hong Kong, Japão, Alemanha, Tailândia, China e Índia; e os principais destinos das obras em pedra foram: Estados Unidos, Alemanha, Taiwan, Espanha, Reino Unido, Itália, França, Japão e Hong Kong. A Tabela 5 apresenta dados das exportações oficiais brasileiras e do estado do Rio Grande do Sul desde 2003 separados por Nomenclatura Comum de Mercadorias (NCM), na qual se observa o aumento no total exportado em valor e a redução do total em peso.

Tabela 5 – Quantidades e valores exportados de pedras preciosas por NCM

Descrição	Período	Brasil		Rio Grande do Sul	
		US\$ FOB	Peso (kg)	US\$ FOB	Peso (kg)
Pedras preciosas ou semipreciosas em bruto, ou simplesmente serradas ou desbastadas. NCM: 71031000	2006	44.402.982	14.282.440	14.483.646	6.422.404
	2005	42.116.881	15.498.378	13.720.968	7.111.095
	2004	40.189.937	17.504.316	17.796.367	9.211.788
	2003	35.493.546	19.253.479	15.696.196	11.745.943
Pedras preciosas ou semipreciosas trabalhadas de outro modo. NCM 71039900	2006	56.761.436	8.348.448	30.434.260	7.828.023
	2005	46.617.505	8.111.661	29.872.903	7.348.392
	2004	48.950.331	7.288.799	29.233.628	6.687.170
	2003	34.942.909	5.635.106	20.526.501	5.173.431
Obras de pérolas naturais ou cultivadas, de pedras preciosas ou semipreciosas, de pedras sintéticas ou reconstituídas, trabalhadas de outro modo. NCM 71162090	2006	15.269.807	1.883.824	10.229.227	1.570.141
	2005	15.694.922	2.118.588	10.287.694	1.697.561
	2004	13.754.980	2.175.112	9.444.940	1.570.632
	2003	11.770.021	2.236.499	8.131.866	1.453.975
Total 2006		116.434.225	24.514.712	55.147.133	15.820.568
Total 2005		104.429.308	25.728.627	53.881.565	16.157.048
Total 2004		102.895.248	26.968.227	56.474.935	17.469.590
Total 2003		82.206.476	27.125.084	44.354.563	18.373.349

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2007)

A extração de pedras preciosas ocorre em quase todo o território brasileiro, principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, Pará e Tocantins. A Figura 1 mostra o mapa gemológico brasileiro que localiza as principais fontes de riquezas gemológicas no Brasil. O estado do RS é o maior exportador brasileiro de pedras lapidadas, de obras e artefatos de pedra, e o segundo maior exportador de pedras preciosas brutas, logo após Minas Gerais, ocupando a primeira colocação se for excluído o diamante (BRANCO; GIL, 2002).

Os principais pólos de lapidação estão em Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. Empresas destes pólos são capazes de lapidar pedras de média e boa qualidade, mas trabalham com baixa escala de produção e normalmente não possuem preços competitivos.

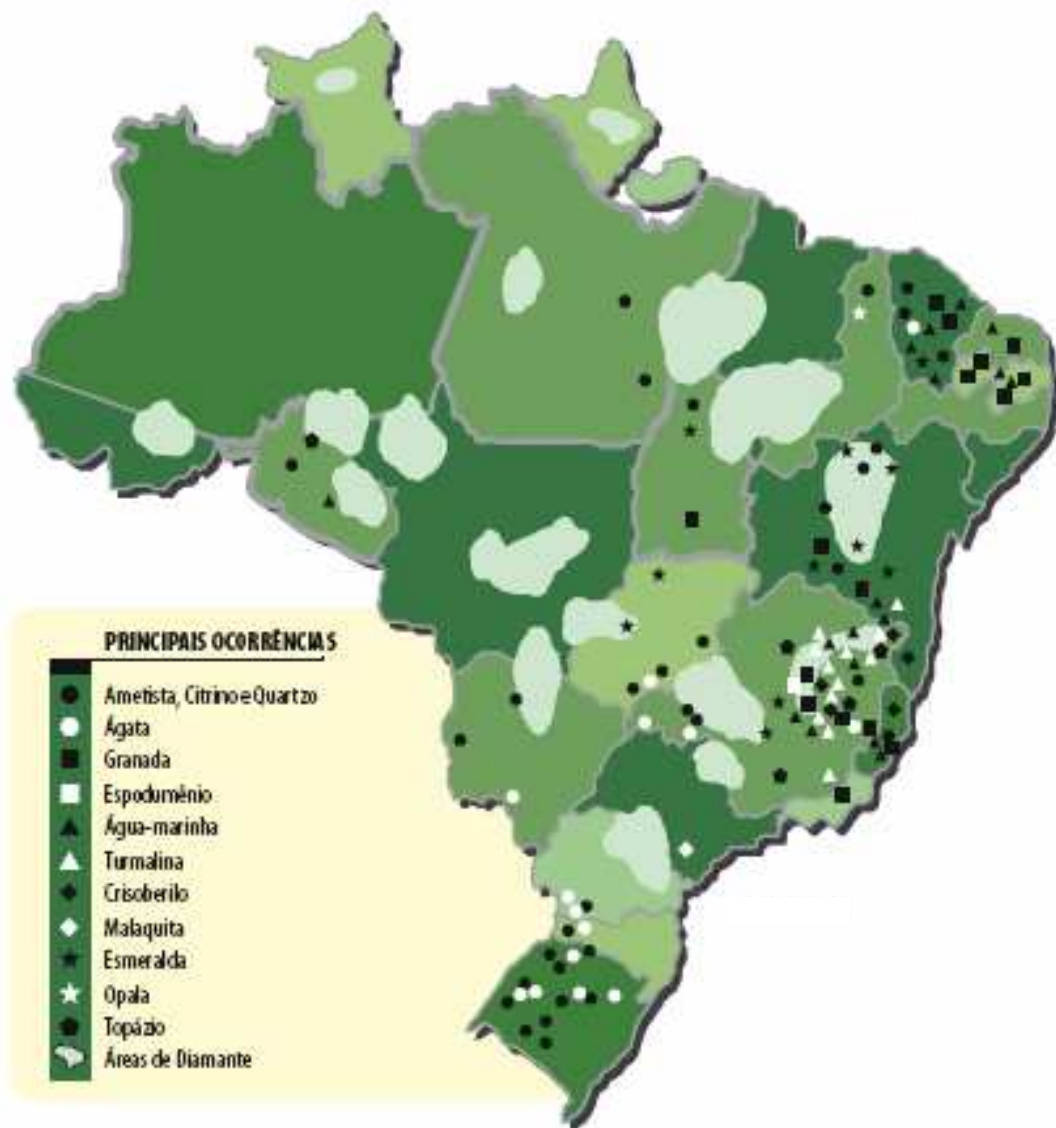


Figura 1 – Mapa Gemológico Brasileiro  
 Fonte: MDIC e IBGM (2005, p. 100)

#### 2.1.4 O setor de pedras preciosas no Vale do Taquari (RS)

As áreas onde se concentra a produção de pedras preciosas no estado do RS são o Médio Alto Uruguai, próximo à divisa com Santa Catarina, com destaque para a ametista, e a região Lajeado – Soledade – Salto do Jacuí, no centro do Estado, produzindo ágata. A região da Fronteira Oeste, importante produtora de ametista no passado, hoje não se destaca como área produtora, embora haja garimpos em atividade (BRANCO; GIL, 2002).

No setor de pedras preciosas no Vale do Taquari há empresas que atuam nos ramos da indústria, comércio e serviços. Nas 45 empresas pesquisadas em 2003 na região pelo Banco de Dados Regional (BDR) do Centro Universitário UNIVATES, há 337 funcionários diretos e 124 funcionários indiretos, um total de 461 funcionários.

A partir da década de 1960, o Vale do Taquari começou a realizar atividades de beneficiamento de pedras preciosas, segmento com o qual possui hoje uma forte identidade. Os processos de beneficiamento realizados por micro e pequenas empresas e profissionais autônomos são geralmente primários, tais como: corte e lapidação dos geodos, martelação das pedras e artesanato mineral. A Tabela 6 demonstra alguns dados sobre o Vale do Taquari, região composta por 37 municípios.

Tabela 6 – Dados do Vale do Taquari

	Vale do Taquari	RS	% do RS
População (2006)	320.788 habitantes	10.867.102 habitantes	2,95 %
PIB (2004)	R\$ 5.432.289 mil	R\$ 142.874.226 mil	3,80 %
PIB Per capita (2004)	R\$ 17.002	R\$ 13.320	127,64 %
Área	4.867 km <sup>2</sup>	281.748,4 km <sup>2</sup>	1,72 %

Fonte: Fundação de Economia e Estatística (2007)

As empresas da região, conforme Tabela 7, trabalham principalmente com três tipos de pedras: ágata, ametista e citrinos. Das 45 empresas pesquisadas, 27 trabalham com mais de um tipo de pedra e somente 6 empresas possuem garimpo próprio.

Tabela 7 – Tipos de pedras com que trabalha

Tipos de Pedras	Número de Citações (*)	Percentual (*)
Ágata	30	67 %
Ametista	25	56 %
Citrinos	22	49 %
Cristal	7	16 %
Quartzo Rosa	4	9 %

Fonte: Banco de Dados Regional (2003)

(\*) Possibilidade de respostas múltiplas

A matéria-prima é oriunda principalmente de municípios do estado do RS. Conforme Tabela 8, todas as 45 empresas pesquisadas utilizam materiais do estado do RS e 18 empresas também utilizam materiais de fora do estado: estados de Minas Gerais, Pará e Santa Catarina e do Uruguai.

Tabela 8 – Municípios de origem da matéria-prima (estado do RS)

Origem da matéria-prima	Número de Citações (*)	Percentual (*)
Salto do Jacuí	19	42 %
Ametista do Sul	14	31 %
Progresso	13	29 %
Soledade	10	22 %
Caxias do Sul	6	13 %

Fonte: Banco de Dados Regional (2003)

(\*) Possibilidade de respostas múltiplas

Na Tabela 9 estão os totais exportados pelo município de Lajeado, cidade pólo do Vale do Taquari e que realiza a maioria das vendas ao mercado externo na região, os percentuais deste município em relação ao total exportado pelo estado do RS e pelo Brasil, e pelo município de Soledade que, segundo Branco e Gil (2002), realiza pequena extração de pedras preciosas, mas desde o final da década de 1970 é o principal centro de beneficiamento, comercialização e exportação do RS, assumindo uma liderança que pertencia a Lajeado.

Tabela 9 – Exportações de pedras preciosas dos municípios de Lajeado (RS) e Soledade (RS)

Descrição	Período	Lajeado (RS)			Soledade (RS)		
		US\$ FOB	% no RS	% no Brasil	US\$ FOB	% no RS	% no Brasil
Pedras preciosas ou semipreciosas em bruto, ou simplesmente serradas ou desbastadas.	2006	1.669.311	11,53	3,76	8.572.495	59,19	19,31
	2005	1.640.611	11,96	3,90	7.884.662	57,46	18,72
	2004	1.425.649	8,01	3,55	10.774.963	60,55	26,81
Pedras preciosas ou semipreciosas trabalhadas de outro modo.	2006	4.114.075	13,52	7,25	21.822.495	71,70	38,45
	2005	6.050.064	20,25	12,98	19.081.918	63,88	40,93
	2004	5.433.833	18,59	11,10	16.928.353	57,91	34,58
Obras de pedras preciosas ou semipreciosas, de pedras sintéticas ou reconstituídas, trabalhadas de outro modo.	2006	562.130	5,50	3,68	8.108.501	79,27	53,10
	2005	727.463	7,07	4,64	8.457.458	82,21	53,89
	2004	796.679	8,43	5,79	7.591.717	80,38	55,19
Total 2006		6.345.516			38.503.491		
Total 2005		8.418.138			35.424.038		
Total 2004		7.656.161			35.295.033		

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2007)

### 2.1.5 Indústria de lapidação de pedras preciosas

A Índia detém o maior parque de lapidação de pedras preciosas no mundo. Seu foco de produção está nos diamantes e nas pedras coradas, normalmente de pequeno tamanho. A mão-de-obra barata e a tecnologia específica são fatores importantes para a Índia se manter como a principal produtora, apesar da concorrência de novos centros produtores. Hong Kong é o mais importante centro de comercialização, onde são realizadas as principais feiras do ramo. Na indústria de jóias, o maior produtor e exportador mundial é a Itália, que possui uma forte estrutura industrial, com alta produtividade e qualidade dos produtos vendidos (IBGM, 2003).



O Vale do Taquari destacou-se, desde a instalação das primeiras empresas na década de 1960, no beneficiamento de pedras preciosas. Conforme Klein (1994), no estado do RS o setor foi construído com o foco no mercado externo, que até então levava a matéria-prima somente no estado bruto. Os importadores de pedras brutas trouxeram a forma do processo industrial, os equipamentos, os insumos e a modelagem inicial em função da existência da matéria-prima no RS. A implantação de indústrias aumentou a integração do Brasil com a Alemanha, de onde vieram também ensinamentos para a produção de algumas máquinas, levando a um incremento industrial do setor nas décadas de 1970 e 1980. Nesta época houve um crescimento da demanda no mercado europeu e a conquista de novos mercados como a América do Norte e a Ásia, que, juntamente a mecanismos de incentivo do governo Federal, foram responsáveis pela organização, ampliação e modernização das indústrias.

Segundo o IBGM (2003) e MDIC e IBGM (2005) o setor de gemas e jóias apresenta algumas características consideradas gargalos do setor no Brasil, como por exemplo:

- lapidários com baixa capacitação e conhecimento de gemologia, resultado de uma formação que tradicionalmente ocorre na própria indústria, ou passado de pai para filho;
- a indústria fabricante de máquinas e equipamentos é muito incipiente e muitas empresas fabricam ou montam suas próprias máquinas;
- alta carga tributária (tributação do setor no Brasil é de 53%, na Itália, 20%, na Alemanha, 16%, na Tailândia, 10%, na China, 5%, na Índia, 4%);
- falta de escala para lapidação;
- problemas nos processos utilizados, principalmente: no corte das pedras, lapidação diferenciada, lapidação calibrada, tratamento das pedras, modelagem das pedras e polimento.

Das empresas do segmento de lapidação de pedras preciosas e artefatos de pedras, 75% possuem até 50 funcionários, dois terços possuem mais de dez anos de funcionamento, e um quarto, até cinco anos de funcionamento, o que demonstra uma pequena melhora em novos investimentos no setor. Este fato, conforme MDIC e IBGM (2005), pode ser explicado pela possibilidade de enquadramento no Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e das Empresas de Pequeno Porte (SIMPLES).

Os dados levantados na seção 2.1 mostram dificuldades que passa o setor no Vale do Taquari, como redução no valor exportado e baixo valor agregado nas exportações de pedras preciosas realizadas, além da condição de principal beneficiador de pedras perdida para o

município de Soledade. As empresas do setor na região geralmente possuem características familiares, são de micro ou pequeno porte, não têm capacidade de realizar investimentos significativos e com dificuldades de gestão do empreendimento e comercialização.

Não é comum encontrar nas empresas beneficiadoras de pedras preciosas indicadores sobre perdas ou problemas nos seus processos produtivos. Entretanto, verifica-se facilmente a presença de desperdícios nestes processos, tais como, alto índice de produtos não conformes no final do processo e aproveitamento parcial da matéria-prima. Isto, somado ao cenário antes apresentado, justifica o estudo e o emprego de técnicas e ferramentas voltadas à redução de perdas colaborando para a melhoria dos processos.

## 2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Esta seção apresenta questões pertinentes ao STP, em especial aquelas relacionadas a perdas nos sistemas de produção. Inicialmente, conceitua-se o STP e, após, trata-se de questões relacionadas a perdas e uma análise sobre os subsistemas do STP.

O STP, também chamado de Sistema de Produção Enxuta, é uma importante filosofia para o desenvolvimento da competitividade nas empresas. Foi estruturado com base em três pilares fundamentais: (i) as normas da concorrência; (ii) o mecanismo da função produção; (iii) as perdas nos sistemas produtivos (ANTUNES; KLIPPEL, 2002).

A absoluta eliminação do desperdício é a base do STP, cuja sustentação está fundamentada em dois pilares, o *Just-in-Time* (JIT) e a automação. O JIT constitui-se em um processo de fluxo onde as partes corretas e necessárias à montagem chegam a esta somente no momento necessário e na quantidade necessária. A automação é automação com um toque humano, ou seja, não permitir que, em sistemas produtivos automatizados, centenas de componentes defeituosos sejam produzidos (OHNO, 1997).

Shingo (1996b, p. 325) afirma que “o STP é o primeiro método de produção baseado numa filosofia de produção com estoque zero”. Caracterizar o STP somente como um método JIT ou um método *Kanban* é algo superficial e mostra a falta de entendimento por parte do observador. Shingo (1996b) afirma que a raiz do STP é a total eliminação do desperdício, o que chama de subtração de custo. O princípio da subtração de custo ou não-custo está baseado na equação 1:

$$\text{Preço de Venda} - \text{Custo} = \text{Lucro} \quad (1)$$

A equação 2, tradicional, não contenta mais, visto que uma empresa somente conseguirá gerar lucro se o desperdício for eliminado:

$$\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço de Venda} \quad (2)$$

Segundo Ohno (1997, p. 30) o STP “surgiu no Japão por necessidade. Hoje, numa era de lento crescimento econômico no mundo inteiro, este sistema de produção representa um conceito em administração que funciona para qualquer tipo de negócio.”

São características básicas do STP segundo Shingo (1996a): (i) a redução de custo via eliminação do desperdício (acredita que a verdadeira fonte de lucros é a redução de custos e compara o STP ao ato de extrair água de uma toalha seca); (ii) a produção contra pedido e não baseada em projeções futuras (especulativas); (iii) a eliminação da superprodução pela noção de não-estoque e a redução do custo de mão-de-obra via utilização mínima da força de trabalho humano; (iv) a redução dos ciclos de produção através da utilização do sistema de Troca Rápida de Ferramentas (TRF); (v) a idéia de que a quantidade produzida deve ser igual à quantidade demandada.

Segundo Ramarapu et al. (1995), muitos pesquisadores consideram a cultura japonesa o elemento principal no sucesso do JIT ao, por exemplo, valorizar o esforço do indivíduo e exigir disciplina como forma de atingir objetivos. Cinco fatores são considerados essenciais para o processo de execução do JIT: (i) a eliminação do desperdício; (ii) a estratégia de produção; (iii) o controle e melhoria da qualidade; (iv) o compromisso da gerência e a participação dos empregados; (v) a participação dos fornecedores e vendedores.

Da ocidentalização dos princípios do STP nasceu a PE, que conforme Womack e Jones (1998) é um poderoso antídoto ao desperdício.

O pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. [...] de fazer cada vez mais com cada vez menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam (WOMACK; JONES, 1998, p. 1).

### **2.2.1 Perdas**

Quando se produz um produto, todo o trabalho realizado pode ser dividido em trabalho que adiciona valor e trabalho que não adiciona valor. Para Ghinato (1996, p. 54) “perdas são operações ou movimentos completamente desnecessários que geram custo e não

agregam valor e, portanto, devem ser imediatamente eliminadas, tais como esperas, transporte de material para locais intermediários, estocagem de material em processo, etc.”

Para Ohno (1997, p. 38), ao se realizar uma análise total dos desperdícios deve-se ter em mente os seguintes pontos:

1. o aumento da eficiência só faz sentido quando está associado à redução de custos. Para obter isso, temos que começar a produzir apenas aquilo que necessitamos usando um mínimo de mão-de-obra;
2. observe a eficiência de cada operador e de cada linha. Observe então os operadores como um grupo, e depois a eficiência de toda a fábrica (todas as linhas). A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo.

Sobre a necessidade da mensuração das perdas, Bornia (1995) afirma que:

Das informações necessárias para o efetivo auxílio ao controle e avaliação da empresa moderna, sem dúvida a mensuração das perdas e das atividades que não agregam valor aos produtos é das mais importantes.

[...] Todas as empresas (inclusive de serviços) estão sendo obrigadas a se adaptarem à nova realidade do mercado e a se aperfeiçoarem de forma contínua e eficiente. Uma das principais tarefas da gerência da empresa moderna é, então, a detecção e eliminação das perdas ocorridas durante suas atividades, já que a presente concorrência exige especialização e competência nas atividades da empresa, se esta quiser manter-se no mercado. Neste sentido, um sistema que permita a sistemática identificação e quantificação das perdas de uma empresa é, sem dúvida, útil para auxiliar o processo de análise e melhoria da eficiência interna dos processos produtivos, tomando-se poderosa ferramenta de apoio gerencial.

Para ocorrer realmente a eliminação dos desperdícios é importante antes identificá-los. Shingo (1996b, p. 79) afirma que “existem muitos exemplos de desperdício no local de trabalho, mas nem todo o desperdício é óbvio. Ele freqüentemente aparece disfarçado de trabalho útil. Devemos enxergar abaixo da superfície e captar a essência.”

### **2.2.2 Mecanismo da Função Produção (MFP)**

MFP “constitui uma rede de processos e operações, fenômenos que se posicionam ao longo de eixos que se interseccionam” (SHINGO, 1996b, p. 29). Ghinato (1996, p. 64) conclui através das colocações de Shingo que “toda produção é definida como um mecanismo da função produção”. Para Falcão et al. (2003, p. 2) o MFP é:

uma ferramenta para análise da produção que estabelece uma visão ampla e sistêmica dos elementos integrantes de um sistema de produção. Ao observar a produção como uma rede de processos e operações através de eixos que se interceptam ortogonalmente, o MFP permite o direcionamento do foco de melhorias para as atividades pertencentes ao eixo que efetivamente adiciona valor àquilo que está sendo produzido, ou seja, o eixo dos processos. Nesse sentido, destaca-se o caráter prioritizador de melhorias do MFP.

Entender os conceitos de processo e operação, e a relação entre eles é a base para realizar melhorias efetivas na produção. Shingo (1996a, p. 37) diz que um processo é “o fluxo de materiais no tempo e no espaço; é a transformação da matéria-prima em componentes semi-acabados e daí a produto acabado”; e, que as operações são “o trabalho realizado para efetivar essa transformação – a interação do fluxo de equipamento e operadores no tempo e no espaço”. Em suma, “a análise do processo examina o fluxo de material ou produto; a análise das operações examina o trabalho realizado sobre os produtos pelo trabalhador e pela máquina” (SHINGO, 1996a, p. 37).

Segundo Shingo (1996a, p. 37), de uma série de operações resulta um processo, mas é um equívoco analisá-los em um mesmo eixo e pensar que “a melhoria das operações individuais aumentará a eficiência global do fluxo de processo do qual elas são uma parte”. A Figura 2 exemplifica a rede com processos e operações em eixos diferentes. Shingo (1996b, p. 29) afirma que:

Devemos deixar de lado nossa preocupação convencional com operações; devemos colocar-nos face a face com fenômenos de processo e considerar seriamente melhorias de processo. Agora, mais do que nunca, quero afirmar objetiva e vigorosamente que distinguir claramente processos e operações é o ponto-chave para o desenvolvimento de novos sistemas de produção.



Figura 2 – Mecanismo da Função Produção: rede de processos e operações  
Fonte: Adaptado de Shingo (1996a)

No fluxo da transformação de matérias-primas em produtos, cinco elementos do processo podem ser identificados. Conforme Shingo (1996a) são:

- Processamento ( O ) – há mudança na forma do material ou na sua qualidade;

- Inspeção (  $\diamond$  ) – comparação com um padrão;
- Transporte (  $\circ$  ) – movimentação ou mudança de posição dos materiais ou produtos;
- Espera do Processo (  $\nabla$  ) – o lote, pronto para ser processado, espera o processamento de outro lote;
- Espera do Lote (  $\star$  ) – enquanto uma peça do lote é processada, outras estão aguardando o seu processamento ou o processamento do restante do lote.

### 2.2.3 Sete grandes tipos de perdas

Na busca da eliminação das perdas o STP identificou sete tipos de perdas, que, segundo Shingo (1996a) e Ohno (1997), se classificam em perdas por superprodução, perdas por espera, perdas por transporte, perdas no processamento propriamente dito, perdas nos estoques, perdas nos movimentos e perdas na elaboração de produtos defeituosos. A Figura 3 relaciona as sete perdas com as diversas etapas das operações e dos processos.

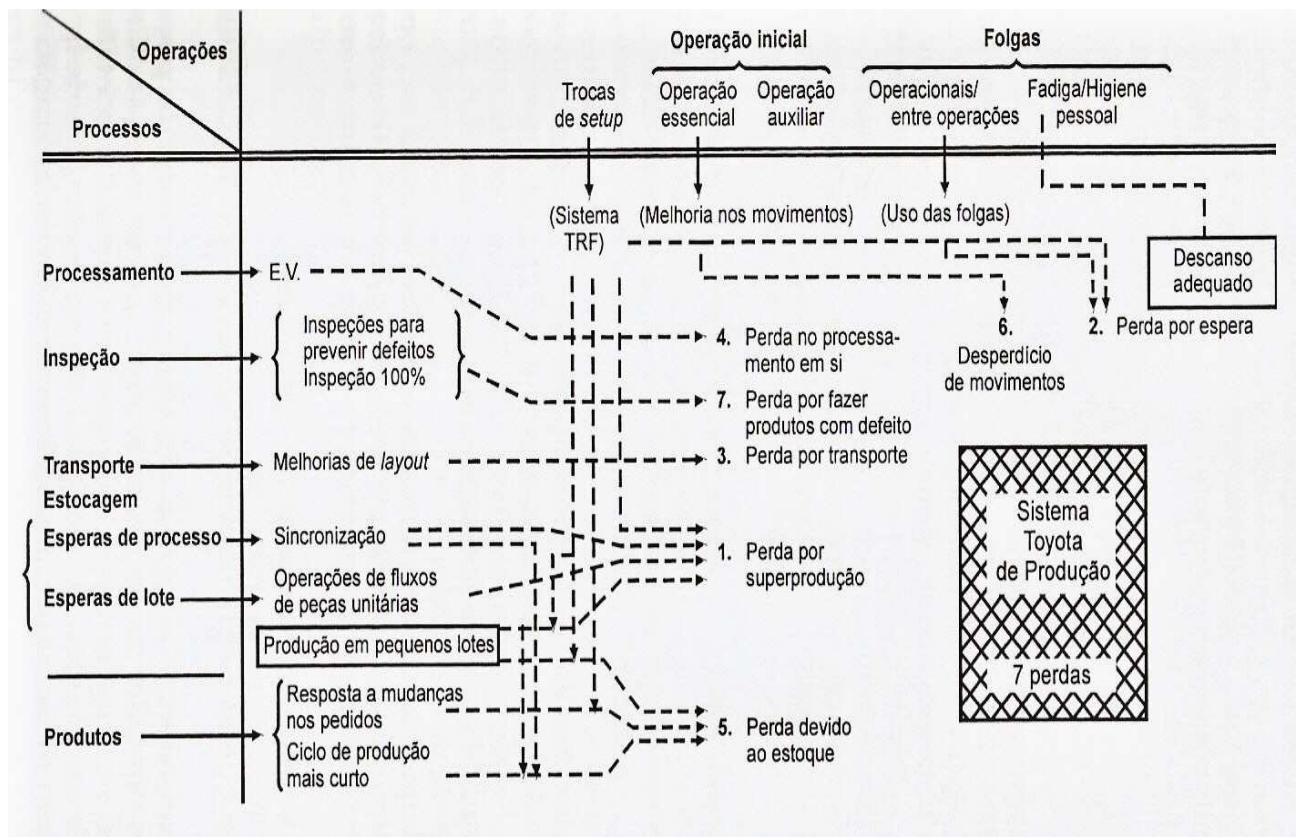


Figura 3 – Sete tipos de perdas nas operações e nos processos  
Fonte: Shingo (1996a, p. 227)

### 2.2.3.1 Perdas por superprodução

Segundo Ohno (1997), superprodução é a produção em excesso e a conseqüente formação de estoque, um elemento de produção que só aumenta os custos e não agrega valor. Para reduzir as perdas com superprodução é necessário conhecer com precisão o número de produtos vendidos. Para Ghinato (1996), esta é considerada a maior de todas as perdas, pois esconde outros tipos de perdas, e é a mais difícil de ser eliminada. Para Shingo (1996a) há dois tipos de perdas por superprodução: superprodução quantitativa: é a produção excessiva, além do necessário; superprodução antecipada: é a produção antes que ela seja necessária.

### 2.2.3.2 Perdas por espera

As esperas resultam de desequilíbrios e instabilidades entre processamento, inspeção, transporte e outros elementos presentes em processos associados com aquele em estudo. Conforme Shingo (1996a) existem dois tipos de espera: primeiro aquela devido à espera do processo, quando um lote inteiro aguarda o lote precedente ser processado, inspecionado ou transportado; segundo, a resultante da espera do lote, quando peças de um lote aguardam o processamento das demais peças do lote.

Trocas demoradas de *setup* resultam em esperas e estoques, e podem ser eliminadas com a aplicação do sistema de TRF. Balancear as quantidades produzidas em cada processo e sincronizar o fluxo entre as operações pode reduzir e eliminar as esperas no processo.

Para Liker (2005, p. 47), há perdas por espera quando temos “funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimento, peça, etc.”

### 2.2.3.3 Perdas por transporte

Transporte de materiais ou insumos não agrega valor e, como tal, deve ser eliminado. O objetivo é a completa eliminação do transporte. Conforme Ghinato (1996, p. 56) “as melhorias nos transportes devem ser sempre introduzidas sob a ótica do mecanismo da função produção (a rede de processos e operações)”.

Antunes e Klippel (2002) propõem a eliminação deste tipo de perda através da mudança do *layout* das instalações e afirmam que mecanizar o transporte pode eventualmente melhorar a eficiência desta operação e, no máximo, reduzir os custos de transporte, mas não

representará ganhos para o sistema como um todo.

#### **2.2.3.4 Perdas no processamento propriamente dito**

São as atividades realizadas no processo que podem ser eliminadas sem alterar as características e funções do produto ou serviço. De acordo com Ghinato (1996, p. 57) “a utilização de técnicas de Engenharia e Análise de Valor na determinação das características e funções do produto/serviço e dos métodos de fabricação a serem empregados, é extremamente recomendável como forma racional de otimizar o processamento”.

#### **2.2.3.5 Perdas nos estoques**

Estoques são perdas que ocorrem em função de ineficiências nas operações e nos processos. Segundo Shingo (1996a) processos ineficientes geram três tipos de estoque: pela produção antecipada, resultado de ciclos de produção mais longos que os ciclos de entrega; por antecipação devido às flutuações da demanda; em razão do deficiente gerenciamento da produção e das esperas provocadas pela inspeção e transporte. Além disso, operações ineficientes geram dois tipos de estoques: para compensar quebras de máquina ou produtos defeituosos; devido a grandes lotes de produção.

Assim, três estratégias para atingir a eliminação dos estoques são sugeridas por Shingo (1996a): primeiro, a redução drástica dos ciclos de produção; segundo, detectar causas e solucionar a raiz dos problemas de quebras e defeitos; terceiro, reduzir tempos de *setup* para menos de dez minutos.

#### **2.2.3.6 Perdas nos movimentos**

Os movimentos dos trabalhadores podem ser divididos em desperdício e em trabalho. Para Ohno (1997), os movimentos desnecessários realizados pelos trabalhadores são desperdícios e devem ser eliminados. Há dois tipos de trabalho: trabalho sem valor adicionado e trabalho com valor adicionado. A Figura 4 ilustra as características dos movimentos realizados e o valor adicionado.

#### **2.2.3.7 Perdas na elaboração de produtos defeituosos**

Produtos defeituosos são todos aqueles fora da qualidade especificada ou do padrão



estabelecido e não satisfazem os requisitos de uso. Para Ghinato (1996) este tipo de perda é a mais comum e visível, e suas conseqüências diretas são o retrabalho e o eventual sucateamento.

Sistemas de produção convencionais mantêm certo nível de estoque para prevenir que produtos com defeito causem transtorno à linha de produção. Em sistemas de produção como o STP, que não permitem a formação de estoques, deve-se impedir totalmente a ocorrência de defeitos. Desta forma, a inspeção realizada nestas empresas deve prevenir os defeitos e não simplesmente encontrá-los (SHINGO, 1996a).

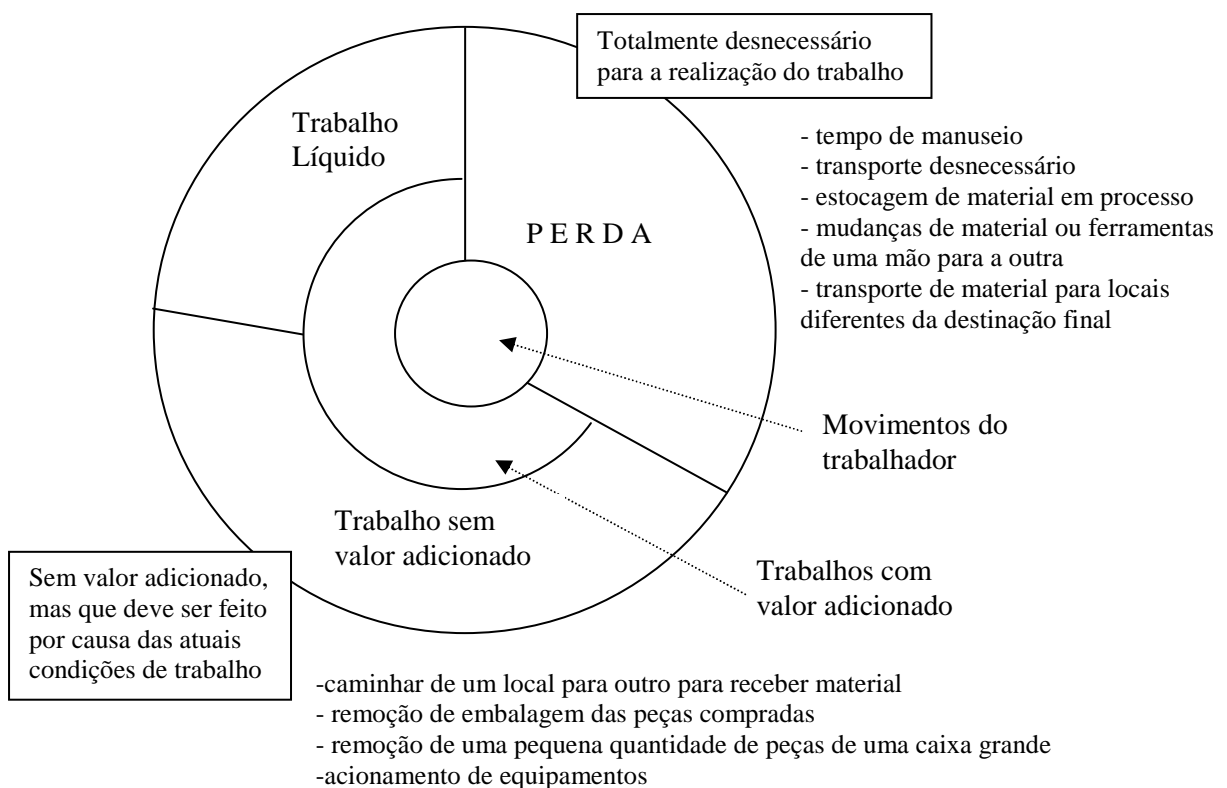


Figura 4 – Compreendendo a função manufatura  
Fonte: Ohno (1997, p. 74)

#### 2.2.4 Subsistemas do Sistema Toyota de Produção

Segundo Antunes e Klippel (2002), o STP é constituído por diferentes subsistemas, conforme apresentado abaixo.

1. Subsistema de Quebra-Zero: este subsistema comprova a importância da Manutenção Produtiva Total (MPT) para o funcionamento do STP. Segundo Ghinato (1996), as máquinas devem receber atenção especial, pois empresas que seguem o STP formam

estoques mínimos entre processos, não suficientes para absorver paradas por quebras, o que comprometeria a produção. Assim, máquinas ou equipamentos em condições precárias representam um risco maior de geração de produtos defeituosos e problemas com o fluxo de produção.

2. Subsistema de Defeito-Zero: este subsistema visa, especificamente, a atacar o problema da garantia da qualidade dos produtos e dos processos, culminando no conceito de Controle da Qualidade Zero-Defeitos (CQZD). Para Ohno (1997), a Autonomia juntamente com o JIT são os dois pilares necessários à sustentação do STP. Ghinato (1996) afirma que o conceito de CQZD constitui-se em elemento básico para que seja possível atingir de forma plena o conceito de autonomia nas Fábricas.

3a. Subsistema de Pré-Requisitos Básicos / Troca Rápida de Ferramentas (TRF): o sistema SMED (*Single Minute Exchange of Die and Tools*) significa que o tempo de preparação de máquinas deve ser completado em no máximo nove minutos e 59 segundos. O sistema JIT só tem significado quando suas técnicas e métodos práticos, que são o seu coração, forem bem compreendidos. Segundo Shingo (1996a), a redução dos tempos de *setup* é um elemento essencial para o sucesso do STP, permitindo a produção contra-pedido sem a formação de estoques.

3b. Subsistema de Pré-Requisitos Básicos / Operação-Padrão: O conceito de Operação-Padrão foi desenvolvido originalmente por Taiichi Ohno com o objetivo de balancear a carga de trabalho na manufatura, estabelecer uma seqüência de trabalho padrão e controlar o inventário visando manter a menor quantidade do mesmo para executar uma determinada seqüência de trabalho. Conforme Ohno (1997), cada processo necessita folhas de padrão de trabalho claras e concisas com os seguintes três elementos: primeiro, o tempo de ciclo com o tempo de produção de uma unidade; segundo, seqüência de trabalho; terceiro, inventário padrão que informa o mínimo necessário para a continuidade do processo.

3c. Subsistema de Pré-Requisitos Básicos / *Layout* celular e produção em fluxo unitário: o objetivo é adotar *layouts* que ao mesmo tempo apresentem um fluxo produtivo linear e sejam flexíveis a ponto de produzir os diversos produtos e volumes demandados. Segundo Shingo (1996a, p.136), “a produção com fluxo de peças unitárias requer o balanceamento das quantidades, pequenos lotes e sincronização entre os processos. Isso causa um grande número de operações de transporte”. Uma técnica importante para minimizar o tempo total de transporte necessário é alterar o *layout* da planta.

4. Subsistema de Sincronização e Melhorias Contínuas: Ohno (1997) afirma que saiu dos supermercados americanos a idéia de visualizar o processo inicial em uma linha de produção como se fosse uma loja, aonde o cliente (processo final) vai até o supermercado (processo inicial) e compra produtos (peças necessárias) no momento e na quantidade em que precisa. O sistema de supermercado foi adotado na Toyota por volta de 1953 e, mais tarde, chamado de *kanban*, um sistema que impede totalmente a superprodução e consegue o JIT. Para o bom funcionamento do *kanban* é necessária a administração dos processos permitindo que estes fluam tanto quanto possível, que estejam nivelados ao máximo e realizados conforme os métodos padronizados de trabalho.

#### 2.2.4.1 Relação dos subsistemas do STP com os sete grandes tipos de perdas

Antunes e Klippel (2002) demonstram, através da Figura 5, a interação (inter-relação) entre os subsistemas do STP e as sete grandes perdas nos sistemas produtivos.

Subsistemas \ Perdas	Perdas						
	Superprodução	Transporte	Processamento próprio-mente dito	Produtos com defeitos	Estoque	Movimento	Espera
<b>Quebra-zero</b>	☺	●	◇	☺	☺	▲	▲
<b>Defeito-zero/ Autonomia</b>	☺	▲	◇	☺	☺	●	●
<b>TRF</b>	☺	▲	◇	☺	☺	☺	◇
<b>Operação-Padrão</b>	▲	●	●	☺	▲	☺	☺
<b>Layout celular/ Fluxo unitário</b>	☺	☺	●	☺	☺	☺	☺
<b>Sincronização/ Melhorias contínuas</b>	☺	◇	●	◇	☺	◇	☺

☺ Interação Forte      ▲ Interação Moderada      ◇ Interação Fraca      ● Nenhuma Interação

Figura 5 – Inter-relação entre os subsistemas do STP e as sete perdas

Fonte: Adaptado de Antunes e Klippel (2002)

Desta relação foram feitas algumas observações críticas pelos autores:

- os subsistemas de TRF e de *layout* celular atacam o maior número de perdas nos sistemas produtivos;
- eliminar a fabricação de produtos defeituosos depende da aplicação da maioria dos

subsistemas;

c) o elevado grau de correlação entre as perdas por superprodução e a maioria dos subsistemas;

d) a forte inter-relação entre as perdas no movimento com os subsistemas de TRF, operação-padrão, *layout* celular e fluxo unitário;

e) a forte relação do subsistema de sincronização e melhorias com a eliminação das perdas por superprodução, perdas por estoque e perdas por espera.

#### 2.2.4.2 Inter-relação entre os subsistemas do STP

De forma semelhante ao mostrado no item anterior, Antunes e Klippel (2002) realizaram a inter-relação entre os subsistemas do STP conforme Figura 6.

Subsistemas	Quebra-zero	Defeito-zero/ Autonomação	TRF	Operação-Padrão	<i>Layout</i> celular/ Fluxo unitário	Sincronização/ Melhorias contínuas
<b>Quebra-zero</b>	✘	☺	▲	◇	☺	☺
<b>Defeito-zero/ Autonomação</b>	☺	✘	▲	▲	☺	☺
<b>TRF</b>	▲	☺	✘	◇	☺	☺
<b>Operação-Padrão</b>	☺	☺	☺	✘	☺	☺
<b><i>Layout</i> celular/ Fluxo unitário</b>	●	◇	●	▲	✘	☺
<b>Sincronização/ Melhorias contínuas</b>	☺	☺	☺	☺	☺	✘

☺ Interação Forte    ▲ Interação Moderada    ◇ Interação Fraca    ● Nenhuma Interação

Figura 6 – Inter-relação entre os diversos subsistemas do STP  
Fonte: Adaptado de Antunes e Klippel (2002)

Desta inter-relação, os autores deduziram algumas observações de caráter qualitativo: primeiro, a forte interação em dois terços das interações possíveis entre os subsistemas; segundo, a forte interdependência do subsistema de sincronização e melhoria contínua com todos os demais; terceiro, a influência do subsistema de operação-padrão em todos os demais; e quarto, o subsistema *layout* depende do bom funcionamento de todos os demais.

Para alcançar a redução de perdas, diversas técnicas e ferramentas foram desenvolvidas para este fim.

## **2.3 TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA A REDUÇÃO DE PERDAS**

Nesta seção será feita a fundamentação teórica de diversas técnicas e ferramentas selecionadas em função do seu objetivo, ou seja, direcionadas à análise ou redução de perdas nos processos produtivos, e aplicáveis em empresas com características como as analisadas neste trabalho.

### **2.3.1 Cadeia de valor**

Examinar um processo de produção pela perspectiva do cliente, ou seja, entender o que o cliente, tanto interno como externo, deseja com um determinado processo, define valor. “Pelos olhos do cliente, você pode observar um processo e separar os passos que agregam valor dos que não o fazem” (LIKER, 2005, p. 46).

A importância dada pelo STP à identificação do valor nos processos é descrito por Womack e Jones (1998, p.1) quando conceitua pensamento enxuto como “uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz”, e afirmam que valor é o ponto de partida para o pensamento enxuto, que é definido pelo cliente final, mas criado pelo produtor.

A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico (seja ele um bem, um serviço, ou, cada vez mais, uma combinação dos dois) a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio:

- a tarefa de solução de problemas que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia;
- a tarefa de gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um detalhado cronograma; e
- a tarefa de transformação física, que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente (WOMACK; JONES, 1998, p. 8).

Para a implantação da mentalidade enxuta, cinco princípios ou etapas foram propostas por Womack e Jones (1998):

1. Valor – conhecer detalhadamente o que agrega valor em cada produto a partir da perspectiva do cliente final;
2. Cadeia de valor – especificar com precisão a cadeia de valor de cada produto e

eliminar as perdas. A análise da cadeia de valor demonstra geralmente que ocorrem três tipos de ação ao longo de sua extensão: (1) etapas que criam valor; (2) etapas que não criam valor, mas que são inevitáveis com as atuais tecnologias e ativos de produção; (3) etapas que não criam valor e devem ser evitadas imediatamente;

3. Fluxo – gerar um fluxo contínuo e balanceado na cadeia de valor obtida, ou seja, “fazer com que as etapas restantes, que criam valor, fluam” (WOMACK; JONES, 1998, p. 11). O foco da produção no departamento deve ser posto de lado, uma mudança na mentalidade das pessoas. Segundo Luz e Buair (2004, p. 3), “ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá ao produto uma atualidade: a empresa pode atender a necessidade dos clientes quase que instantaneamente”;

4. Produção puxada – permitir ao cliente o acionamento da cadeia de valor através de um sistema de produção puxado;

5. Perfeição – buscar a melhoria contínua da cadeia de valor e conseqüente redução de perdas, com a participação de todos os envolvidos no processo.

### **2.3.2 Mapeamento do fluxo de valor**

Para Rother e Shook (2003, p. 4), “o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que segue o fluxo de valor”. Criar um fluxo de valor enxuto desde a matéria-prima até o produto acabado é o objetivo principal da produção enxuta. O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta simples e apropriada para formar um fluxo de valor enxuto.

O mapeamento do fluxo de valor do material ou da informação é uma técnica utilizada com excelentes resultados, cujo objetivo é expor e analisar processos produtivos e as perdas nestes processos sob a perspectiva da definição de valor para o cliente final. Pode ser explicado da seguinte maneira: selecione uma família de produtos e siga a trilha da produção de porta-a-porta da planta, do consumidor ao fornecedor. Após, cuidadosamente, desenhe o mapa do estado atual de seus fluxos de material e de informação. Em seguida, elabore o mapa do estado futuro de como o seu valor deveria fluir, seguindo fluxos futuros melhorados de material e de informação (QUEIROZ et al., 2004, p. 2).

Para Scuccuglia e Lima (2004, p. 3), o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta informal de comunicação, de planejamento de negócios e para gerenciar o

processo de mudança. O mapeamento do fluxo de valor segue as etapas: desenho do estado atual, desenho do estado futuro e plano de trabalho.

A Figura 7 ilustra as etapas ou passos do mapeamento do fluxo de valor. Para Rother e Shook (2003), identificar famílias de produtos de acordo com as semelhanças de processo é o primeiro passo do mapeamento do fluxo de valor, ou seja, identificar produtos que possuem processos semelhantes e utilizam mesmos equipamentos.

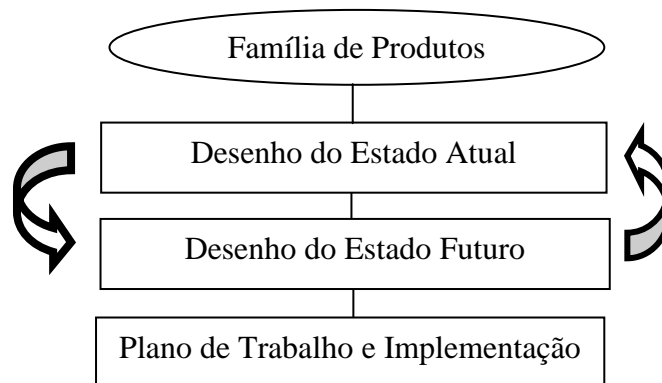


Figura 7 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor  
Fonte: Rother e Shook (2003)

O segundo passo é desenhar o estado atual, resultado de uma coleta de informações no chão de fábrica. Através de um desenho faz-se uma demonstração visual de cada processo do fluxo de material e de informação. No passo seguinte, desenha-se o estado futuro e os problemas visualizados no mapa atual devem ser eliminados ou minimizados.

O último passo é realizar um plano que leve ao estado futuro, como realizar a sua implementação e colocar em prática. Depois de implementado o estado futuro, um novo mapa deverá ser traçado na busca da melhoria contínua no nível do fluxo de valor, ou seja, eliminar fontes de desperdício e agregar valor ao cliente.

### 2.3.3 Objetivos de desempenho

Os valores percebidos pelos atuais e potenciais clientes das organizações devem ser o foco dos processos definindo o que é ou não importante para a manufatura, sendo as necessidades dos consumidores típicos, agora e no futuro, o que irá determinar os objetivos de desempenho de manufatura. São exemplos de objetivos de desempenho: o preço, a qualidade do produto, a qualidade de engenharia, o tempo de consulta, o tempo de manufatura, a confiabilidade de entrega, a flexibilidade de projeto, a flexibilidade de entrega e a flexibilidade de volume. Segundo Slack (2002) os objetivos de desempenho se dividem em:

1. objetivos ganhadores de pedidos - influem diretamente no nível de ou quantidade de pedidos;
2. objetivos qualificadores - o desempenho da empresa precisa estar acima de um particular nível para ser considerada quando os consumidores fizerem seus pedidos;
3. objetivos menos importantes - comparado com outros objetivos de desempenho, são pouco importantes.

### 2.3.4 Troca Rápida de Ferramentas

O tempo disponível para a produção está relacionado com o tempo de execução do *setup* e com o tamanho dos lotes de produção. Produzir grandes lotes somente é aceito como resposta a grandes pedidos. A crescente demanda do mercado por produtos diversificados e a conseqüente redução na quantidade produzida de cada tipo de produto, costuma ser a fonte de problemas e um desafio às empresas. Para atender a esta característica da demanda, a empresa produtora necessita de numerosas operações de *setup* (SHINGO, 2000, p. 36).

A TRF, ou Troca de Ferramenta em um Dígito (SMED), é uma ferramenta utilizada para a redução dos tempos de *setup* desenvolvida por Shigeo Shingo na década de 1950. A TRF é essencial para a manutenção da estratégia competitiva das empresas em relação aos clientes e mercados, em especial, para alcançar a produção JIT, onde tais qualidades dependem da redução do *lead time*. Baixo *lead time* está relacionado com a redução dos estoques intermediários, da sincronização da produção e do tamanho dos lotes de fabricação. A redução do tamanho dos lotes é função da redução dos tempos de *setup*, ou seja, alta dependência com a TRF (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

Para Shingo (2000, p. IX) o ideal é não precisar do *setup*, mas, enquanto eles forem necessários, devem ser estruturados para serem realizados em um toque. Afirma que “a redução do tempo de *setup* é, na verdade, a chave para a eliminação de gargalos, para a redução de custos e para a melhoria da qualidade dos nossos produtos. Os *setups*, desta perspectiva, são os elementos críticos de todo o processo” e propõe que se “construa um sistema produtivo capaz de responder, sem desperdícios, às mudanças de mercado e, além disto, de reduzir os custos pela própria natureza do método utilizado”.

Os elementos requeridos para a realização de *setups* eficientes em operações tradicionais são: (i) conhecimento do funcionamento e da estrutura da máquina, equipamento, ferramenta, matriz e outros elementos envolvidos; (ii) habilidade e experiência na montagem



e remoção dos elementos envolvidos, e na medição, centragem, ajuste e calibragem (SHINGO, 2000).

As operações de *setup*, todo o tipo de arranjo ou preparação que deve ser realizado antes de iniciar um conjunto diferente de operações, foram divididas por Shingo em dois tipos: *setup* interno, operações realizadas quando a máquina obrigatoriamente está parada, como a fixação e remoção de matrizes, e haverá perda de produção; *setup* externo, operações que podem ser realizadas com a máquina funcionando, como o transporte de matrizes, e não deve representar perda de produção.

Tempo de *setup* interno total contempla desde a desaceleração do equipamento até o início da produção do primeiro item dentro das especificações e com o equipamento na velocidade normal de produção. As etapas do *setup* interno estão demonstradas na Figura 8 (GUIMARÃES, 2005).

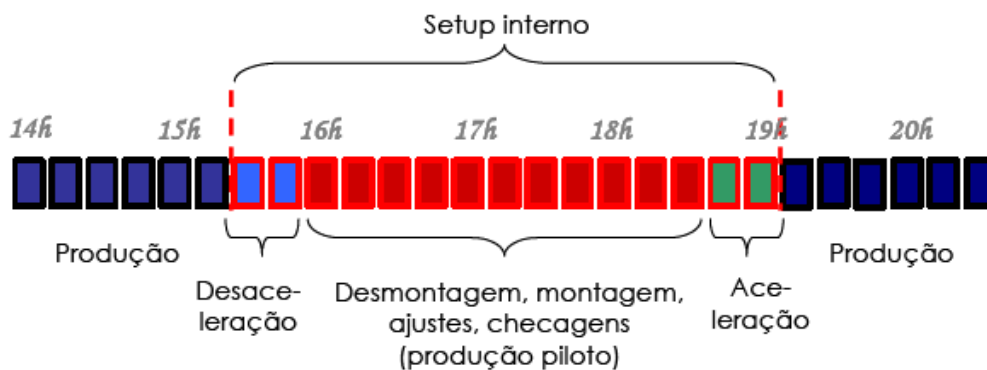


Figura 8 – Atividades de *setup* interno  
Fonte: Guimarães (2005, p. 3)

A redução do tempo de *setup* ocorre de forma progressiva, passando por quatro estágios básicos, conforme Figura 9. Para Sugai et al. (2007), os estágios são explicados e estão ordenados da seguinte forma:

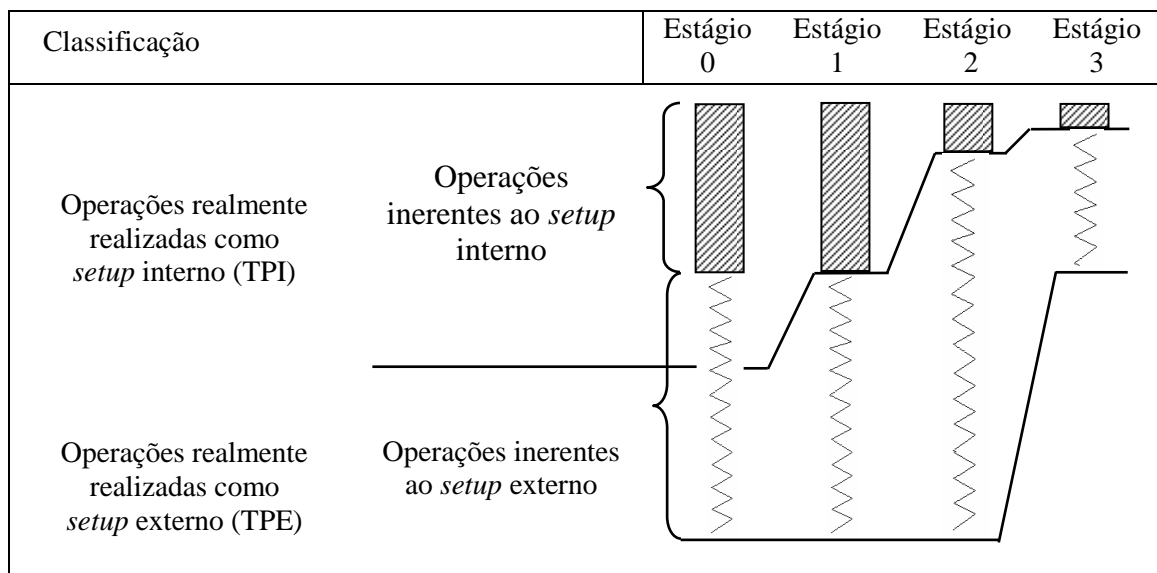
1. Estágio 0 ou preliminar – As atividades de *setup* externo e interno ainda não se distinguem, apresenta apenas parâmetros de tempo inicial das atividades realizadas no *setup*. O uso do cronômetro, estudo do método, análise da filmagem da operação, ou observações e discussões informais com os trabalhadores, são o suficiente neste estágio.

2. Estágio 1 – Separar as operações de *setup* interno e externo. As operações são classificadas como *setup* interno, aquelas que devem ser executadas com a máquina parada, e como *setup* externo, aquelas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. A

utilização de um *checklist*, a verificação das condições de funcionamento e a melhoria no transporte de matrizes, são técnicas associadas a este estágio.

3. Estágio 2 – Converter *setup* interno em *setup* externo. As operações selecionadas como de *setup* interno devem ser reexaminadas e verificar algum equívoco, e fazer um esforço para converter estas atividades em *setups* externos. Técnicas associadas a este estágio são a preparação antecipada, a padronização de funções e a utilização de guias intermediárias.

4. Estágio 3 – Melhorar de forma sistemática as operações de *setup* interno e externo. Algumas técnicas associadas a este estágio são a melhoria na estocagem e no transporte de matrizes, batentes, guias, etc; realizar operações em paralelo, eliminar ajustes, utilizar fixadores funcionais e a mecanização.



Procedimentos de <i>setup</i> : passos básicos	Estágio 0		Estágio 1		Estágio 2		Estágio 3	
	TPI	TPE	TPI	TPE	TPI	TPE	TPI	TPE
Preparação e verificação funcional das matérias-primas, ferramentas e dispositivos de fixação		~~~~~		~~~~~		~~~~~		~~~~~
Fixação e remoção de matrizes, lâminas, etc.	■		■		■~~~~~		■	
Centragem, dimensionamento, estabelecimento das condições operacionais	■		■		■~~~~~		■~~~~~	
Processamento de teste, ajustes	■		■		■		■	
Total	■~~~~~	~~~~~	■~~~~~	~~~~~	■~~~~~	~~~~~	■~~~~~	~~~~~

Figura 9 – Estágios conceituais para a melhoria de *setup*  
Fonte: Adaptado de Shingo (2000, p. 49)

### 2.3.5 Método de Análise de Pareto

A Análise de Pareto é um método simples e eficiente para classificar e priorizar os problemas das empresas. Esta técnica separa os problemas em duas classes: os poucos vitais e os muito triviais. A análise revela quais causas são responsáveis pelos maiores efeitos (CAMPOS, 1999). O Método de Análise de Pareto permite:

- a) Dividir um problema grande num grande número de problemas menores e que são fáceis de serem resolvidos com o envolvimento das pessoas da empresa.
- b) Como o Método de Análise de Pareto é baseado sempre em fatos e dados, ele permite PRIORIZAR PROJETOS.
- c) Da mesma forma, o método permite o estabelecimento de METAS concretas e atingíveis (CAMPOS, 1999, p. 199).

Segundo Campos (1999), o método de análise de Pareto é dividido nas cinco etapas a seguir listadas e conforme Figura 10:

1. Identificação do problema – um resultado indesejável é identificado pela empresa. Este resultado indesejável pode ser produto ou serviço com baixa qualidade, reclamações de clientes, custo elevado, atrasos de entrega, insatisfação dos empregados, elevado número de acidentes, etc.

2. Estratificação – o problema é dividido em estratos ou camadas de problemas de origens diferentes. É um método para buscar a origem do problema. Às pessoas envolvidas, que possam colaborar na análise, é perguntado: como ocorre o problema? Algumas ferramentas devem ser utilizadas isoladamente ou em conjunto: 5W1H, diagrama de Ishikawa, diagrama de relação, diagrama de afinidades e diagrama de árvore.

3. Coleta de dados – com os estratos identificados, o próximo passo é levantar dados e verificar a importância de cada um com base em dados e fatos e não, em opiniões. Uma planilha de coleta de dados (*check-list*) facilita o levantamento de dados nos estratos indicados na etapa anterior.

4. Priorizar os estratos – com a ajuda do diagrama de Pareto poucos estratos (2 ou 3) serão escolhidos como problemas. Esta técnica permite ao gerente conseguir ótimos resultados com poucas ações. Na análise de perdas a experiência mostra que a maioria das perdas são explicadas por poucas causas. Na Figura 11, o diagrama de Pareto representa graficamente os motivos dos defeitos e sua frequência.

5. Atribuir responsabilidade pela solução dos problemas.

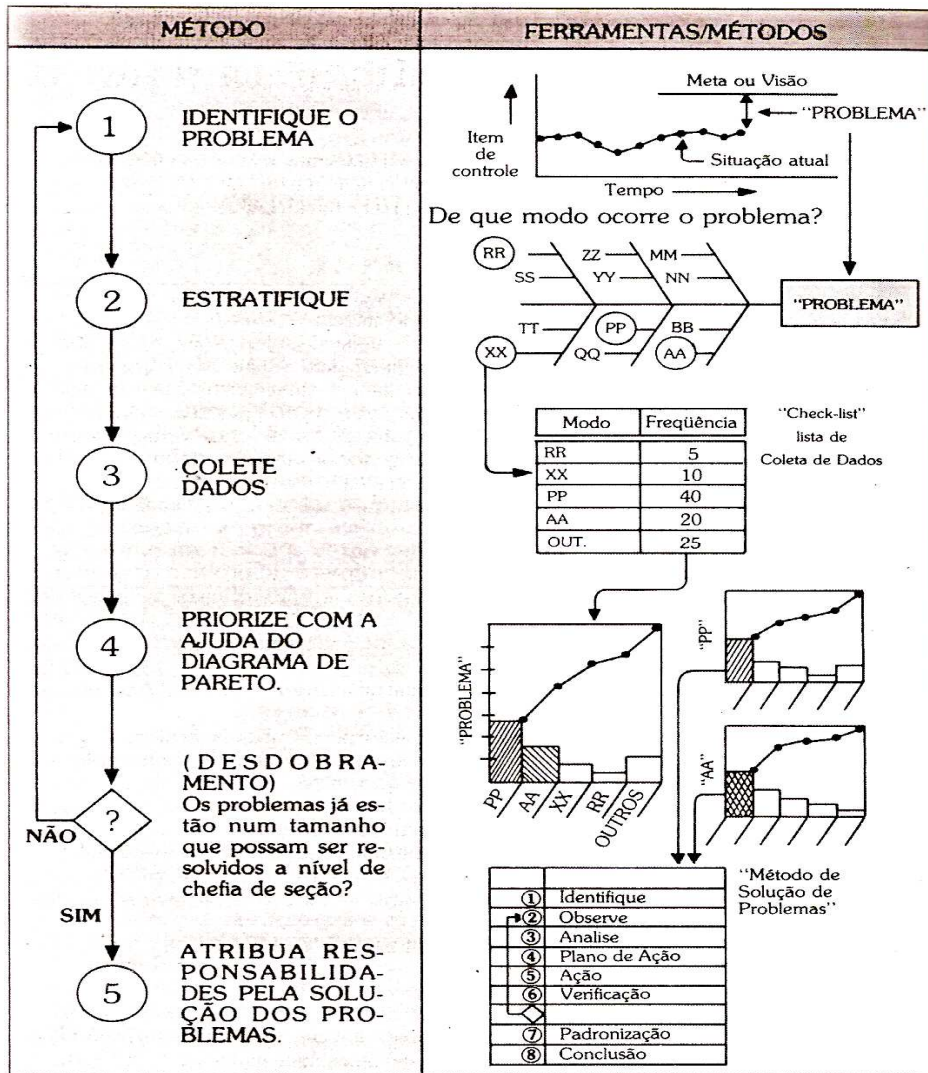


Figura 10 – Método da Análise de Pareto  
 Fonte: Campos (1999, p. 200)

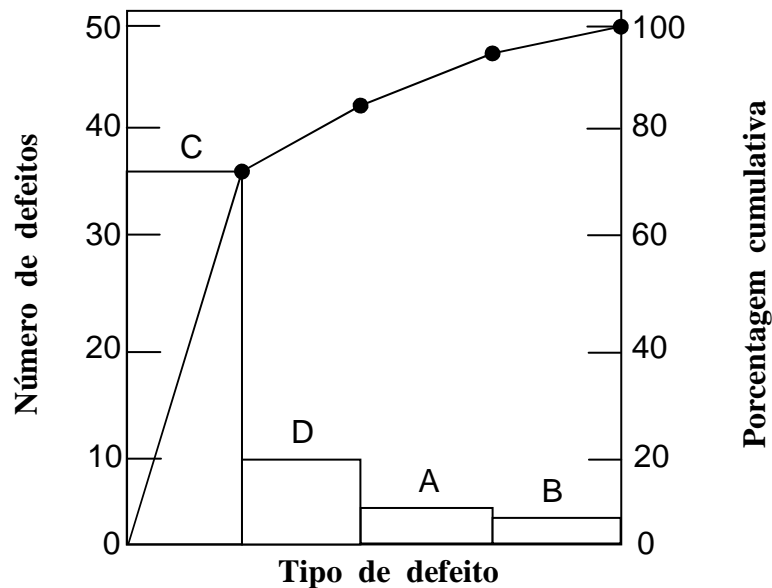


Figura 11 – Gráfico de Pareto  
 Fonte: Ritzman e Krajewski (2004, p. 112)

### 2.3.6 Cinco Porquês e 5W1H

Cinco porquês e 5W1H são duas técnicas eficientes utilizadas na procura das causas reais dos problemas e perdas. Para Shingo (1996a) e Brocka (1994) 5W1H significa:

- Quem (Who) – sujeito da produção. Quem deve fazer isto?
- O quê (What) – objetos da produção. O que pode ser feito?
- Quando (When) – tempo. Quando vai chegar?
- Onde (Where) – espaço. Onde fazer isto?
- Por quê (Why) – encontrar a causa para cada uma das perguntas acima. Por que fazer desta maneira?
- Como (How) – métodos – Como fazer isto?

Shingo (1996a) afirma que para cada um dos fatores – quê, quem, onde, quando e como – deve-se perguntar por quê, por quê, por quê, por quê, por quê? Perguntar uma vez nunca é suficiente. E perguntando cinco vezes, o como devemos solucionar o problema também será esclarecido.

Segundo Liker (2005, p. 246), “normalmente, o processo de perguntar por quê leva a um motivo mais distante no processo. Pode ser um defeito que ocorre na montagem, mas a raiz do problema está no fornecedor da matéria-prima”. Para Shingo (1996a, p. 117) “perguntar Por quê? 5 vezes nos impede de terminar a investigação antes de termos atingido a raiz do problema, que é o objetivo fundamental da melhoria”.

O STP tem sido construído com base na prática e na evolução da abordagem científica de perguntar cinco vezes por quê e descobrir a verdadeira causa do problema, muitas vezes escondido atrás de sintomas óbvios. A autonomia e o sistema *kanban* surgiram da aplicação desta técnica (OHNO, 1997).

A análise dos cinco porquês também é usada como parte de um processo de sete passos, a solução prática de problemas. A Figura 12 demonstra o processo de solução prática de problemas utilizado na Toyota. Antes da análise dos cinco porquês, a solução prática de problemas exige que se compreenda o problema. Conforme Liker (2005, p. 249), instrutores da Toyota “descobriram que a parte mais difícil é compreender a situação completamente antes de proceder a análise dos cinco porquês”.

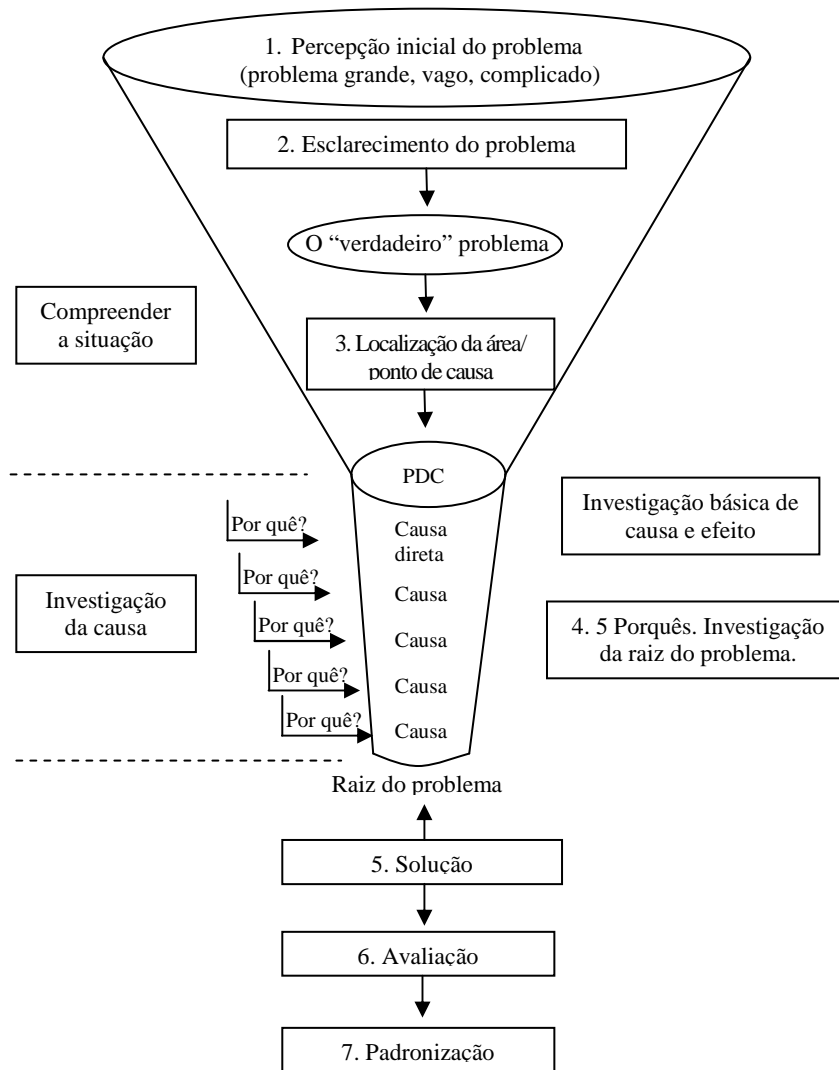


Figura 12 – Solução prática de problemas na Toyota  
 Fonte: Liker (2005, p. 249)

### 2.3.7 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, também chamado de diagrama espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, é uma representação gráfica das causas e efeitos de determinado problema. Na linha principal do diagrama está o problema básico que está sendo investigado. Linhas adicionais à principal indicam potenciais fatores ou causas primárias que poderiam estar motivando o problema. Outras ramificações ligadas às linhas adicionais, conforme Figura 13, indicam fatores ainda mais detalhados, causas secundárias ou terciárias. As causas primárias normalmente consideradas são os 6M: método, mão-de-obra, material, máquinas, moeda e medidas (BLACK, 1998; BROCKA, 1994).

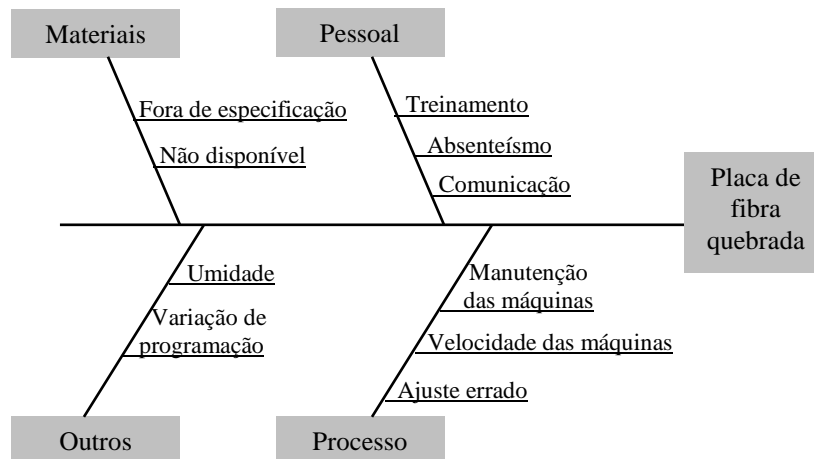


Figura 13 – Diagrama de Causa e Efeito  
 Fonte: Ritzman e Krajewski (2004, p. 112)

### 2.3.8 Folha de verificação

O passo inicial na melhoria da qualidade das operações é a coleta de dados. Os dados auxiliam na identificação dos principais problemas e a intensidade da ação corretiva (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004). A folha de verificação é uma ferramenta utilizada para a coleta de dados de um processo de fabricação ou serviços. Esta ferramenta, mostrada na Figura 14, utiliza um formulário bem planejado que simplifica a coleta de dados, evita confusão e reduz erros (BROCKA, 1994).

Tipo de defeito	Contagem	Total
A. Rasgos no tecido	IIII	4
B. Tecido descolorido	III	3
C. Placa de fibra quebrada	IIII IIII IIII II IIII IIII III I	36
D. Pontas irregulares	IIII II	7
Total		50

Figura 14 - Folha de verificação para defeitos no revestimento do teto  
 Fonte: Ritzman e Krajewski (2004, p. 112)

Conforme Brassard (1985), a folha de verificação é um ponto lógico para o início da maioria dos ciclos de solução de problemas. Sua construção segue as seguintes etapas: (i) estabelecer exatamente o evento estudado; (ii) definir o período no qual os dados serão coletados; (iii) o formulário deve ser claro e de fácil manuseio; (iv) o tempo para a coleta deve ser suficiente; (v) a coleta deve ser consistente e honesta.

### 2.3.9 Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD)

O CQZD tem como meta garantir que um sistema seja capaz de produzir produtos livres de defeitos. A ocorrência de defeitos é eliminada através da identificação e controle das causas (GUIMARÃES, 2005). Para Shingo (1996a, p. 255), “defeitos geram desperdícios em si mesmos e causam confusão no processo de produção”.

Ghinato (1996, p. 91) cita quatro pontos fundamentais para atingir zero defeitos:

1. Utilização da inspeção na fonte. Esse método de inspeção tem caráter preventivo, capaz de eliminar completamente a ocorrência de defeitos pois a função controle é aplicada na origem e não sobre os resultados.
2. Utilização de inspeção 100% ao invés de inspeção por amostragem.
3. Redução do tempo decorrido entre a detecção de uma anormalidade e a aplicação da ação corretiva.
4. Reconhecimento de que os trabalhadores não são infalíveis. Aplicação de dispositivos à prova-de-falhas (*Poka-yoke*) cumprindo a função controle junto à execução.

Para Shingo (1996a), em empresas onde não é permitida a superprodução, a ocorrência de defeitos deve ser impedida totalmente. Para isso, a inspeção deve ser capaz de prevenir os defeitos e não simplesmente encontrá-los. Três estratégias estão relacionadas à inspeção preventiva: primeiro, o controle na fonte; segundo, a auto-inspeção, que responsabiliza os trabalhadores por encontrar e corrigir defeitos gerados na própria operação; e terceiro, a inspeção sucessiva, os trabalhadores checam o trabalho realizado pelos colegas.

### 2.3.10 Sistema *Poka-yoke*

*Poka-yoke*, ou dispositivo à prova de erros, é um mecanismo desenvolvido para a detecção automática das anormalidades que, acoplado diretamente aos processos de fabricação, ou operações de transporte, inspeção e estocagem, impede a execução irregular de uma atividade. Este mecanismo realiza a inspeção 100%, eliminando a desvantagem desta inspeção, que era considerada dispendiosa, demorada, cansativa e ineficaz (GHINATO, 1996).

Para Shingo (1996a) a função de regulação dos métodos de inspeção *poka-yoke*, conforme Figura 19, pode ser usada para corrigir erros de duas maneiras: primeiro, o método de controle, aquele que quando é ativado o *poka-yoke* a máquina ou processo pára até que a condição causadora de defeito tenha sido corrigida; segundo, o método de advertência, aquele que quando é ativado o *poka-yoke* o trabalhar é alertado por um alarme ou sinal luminoso, mas o processo não pára e continua gerando o defeito.



A escolha entre os dois métodos depende da frequência e a possibilidade de corrigir ou não os defeitos. Defeitos pouco frequentes e possíveis de serem corrigidos utilizam o método de advertência, e defeitos mais frequentes, geralmente, exigem o método de controle. O poka-yoke de controle é o mais eficiente na maioria dos casos.

Conforme Ghinato (1996) a função de detecção é dividida em três categorias:

a) Método de contato – detecta defeitos na forma ou dimensão através de dispositivos que se mantêm em contato com o produto na ocasião da inspeção.

b) Método do conjunto – verifica se nenhum movimento ou passo de uma seqüência pré-estabelecida foi negligenciada.

c) Método das etapas – evita que o operador realize por engano uma etapa que não faz parte da operação.

A Figura 15 é uma representação esquemática do *poka-yoke*, suas funções e métodos. Shingo (1996a) define um roteiro na escolha de métodos efetivos de controle da qualidade. Primeiro passo é identificar o sistema de inspeção que melhor satisfaz as necessidades do processo. O próximo passo é identificar o método *poka-yoke* que satisfaça a função de inspeção desejada, método de controle ou advertência. O último passo é definir o tipo ou design do dispositivo *poka-yoke*, de contato, de conjunto ou de etapas.

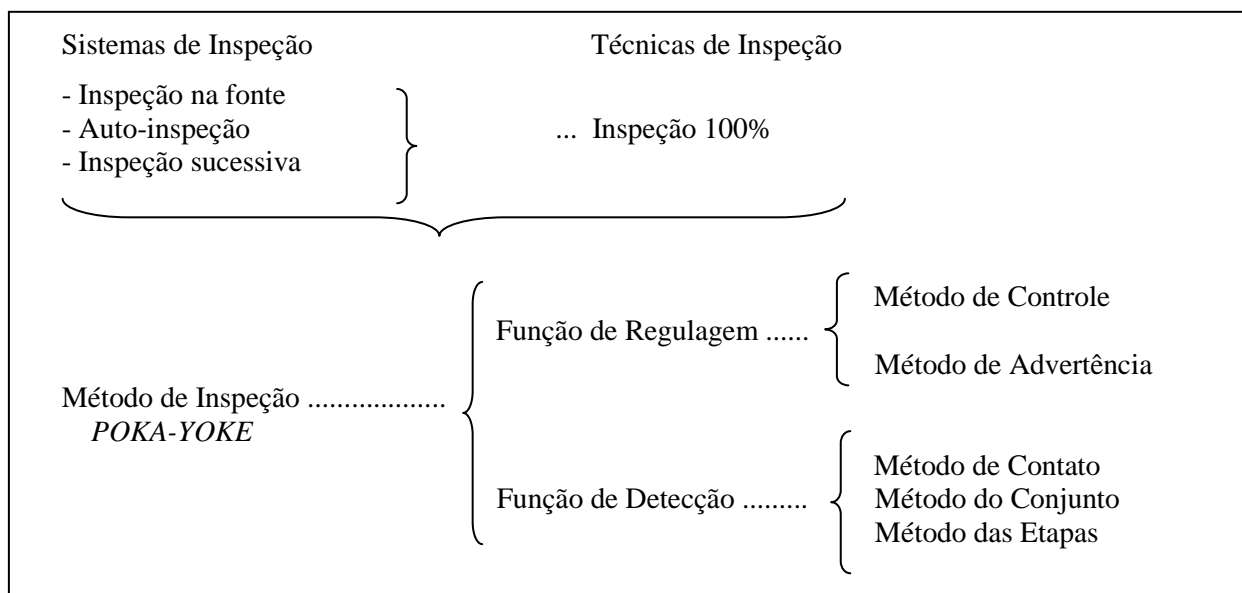


Figura 15 – Métodos de inspeção *Poka-yoke*  
Fonte: Adaptado de Shingo (1996a, p. 57)

## 2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

Nesta seção é realizada uma fundamentação teórica sobre indicadores de desempenho, em especial, a importância de se mensurar o comportamento dos sistemas de produção.

### 2.4.1 Conceito

Conforme Porto e Estrada (2004) indicadores de desempenho são guias que permitem as organizações medir a eficácia das ações tomadas, bem como, medir os desvios entre o programado e o realizado. Para a aplicação deste trabalho será necessário mensurar os problemas ou perdas nos processos produtivos, o que será feito com alguns indicadores de desempenho.

Para Tiepolo e Rebelato (2004), uma medida de desempenho é como uma métrica utilizada para quantificar a eficiência e/ou efetividade da ação, onde a medição de desempenho é o processo de quantificar a eficiência e a efetividade da ação. Além dos dados financeiros, outros indicadores de desempenho são importantes para as empresas, como: qualidade, satisfação dos clientes, inovação e participação de mercado.

Segundo Harrington (1993), medir o desempenho é algo comum e fundamental no dia-a-dia das pessoas e das organizações. Muitos processos empresariais são medidos somente no final do processo o que resulta um *feedback* pequeno sobre as atividades individuais. Pontos de medição juntos a cada atividade resultam em um *feedback* direto, imediato e relevante. “Se você não puder medir o processo, não poderá controlá-lo; se não puder controlá-lo, não poderá gerenciá-lo; e, se não puder gerenciá-lo, não poderá aperfeiçoá-lo” (HARRINGTON, 1993, p. 98).

Campos (1999) afirma que os processos têm um ou mais resultados ou efeitos. Para gerenciar cada processo é necessário medir ou avaliar os seus efeitos. Itens de controle de um processo ou indicadores de desempenho são índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo. A Figura 16 mostra alguns indicadores de desempenho selecionados entre os sugeridos para empresas do ramo metal-mecânico e que, por uma relativa semelhança, podem ser utilizados nas empresas do setor de beneficiamento de pedras preciosas.

A principal preocupação, quando realizada a medição de desempenho tradicional, está relacionada ao uso eficiente dos recursos, que utiliza, por exemplo, indicadores de

desempenho como a produtividade, retorno sobre investimentos e custo padrão. Utilizar indicadores de produção tradicionais pode resultar, por exemplo, a criação de barreiras para o desenvolvimento de novos produtos (MARTINS; COSTA NETO, 1998).

INDICADOR	OBJETIVO	FÓRMULA	RES
Índice de Rejeição de Itens de fornecedor / mês	Avaliação do grau de qualidade dos itens fornecidos.	$\frac{\text{n}^\circ \text{ de itens ou peso rejeitado}}{\text{n}^\circ \text{ de itens ou peso recebido}}$	%
Nº de Reclamações de Cliente	Avaliação do desempenho dos produtos na visão do cliente.	$\frac{\text{n}^\circ \text{ de reclamações recebidas}}{\text{n}^\circ \text{ de produtos faturados}}$	%
Índice de Desperdício (peças)	Avaliação do nº ou peso do material sucateado durante o processo produtivo.	$\frac{\text{n}^\circ \text{ de peças refugadas}}{\text{n}^\circ \text{ de peças produzidas}}$	%
Índice de Desperdício (peso)	Avaliação do nº ou peso do material sucateado durante o processo produtivo.	$\frac{\text{Total desperdiçado (peso)}}{\text{Total consumido (peso)}}$	%
Nº total de horas de treinamento por funcionário	Avaliação do nº de horas de treinamento dado a cada funcionário em determinado período.	$\frac{\text{h de treinamento} \times \text{func. treinados}}{\text{n}^\circ \text{ médio de func. no período}}$	h / func.
Absentéismo	Avaliação do percentual de faltas no mês ou do percentual de horas perdidas por faltas, no mês.	a) $\frac{\text{Total de faltas no mês}}{\text{n}^\circ \text{ médio de func.} \times \text{n}^\circ \text{ de dias úteis}}$	%
		B) $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de h não trabalhadas por faltas}}{\text{n}^\circ \text{ total de h trabalhadas}}$	%
Turn-over	Avaliar o grau de rotatividade no período.	$\frac{\text{n}^\circ \text{ total de func. que saíram com reposição}}{\text{n}^\circ \text{ médio de func. no período}}$	%
Faturamento por funcionário	Avaliação da participação dos funcionários na produção da empresa.	$\frac{\text{Valor bruto do faturamento no ano}}{\text{n}^\circ \text{ médio de func. no ano}}$	R\$ / func.
Produtividade (produtos)	Avaliação no nº de produtos faturados entregue por funcionário, em determinado período.	$\frac{\text{n}^\circ \text{ total de produtos entregue}}{\text{n}^\circ \text{ médio de func. no período}}$	nº de produtos / func.
Produtividade (peso)	Avaliação do peso entregue por funcionário, em determinado período.	$\frac{\text{n}^\circ \text{ total da tonelage entregue}}{\text{n}^\circ \text{ médio de func. no período}}$	Peso / func.
Satisfação do cliente	Avaliar a satisfação do cliente.	Índice de 0 a 100, obtido em pesquisa junto ao cliente.	%
Giros de inventário por ano	Avaliar o nº de vezes que o estoque roda por ano.	$\frac{\text{Valor líquido das vendas}}{\text{Valor líquido médio do estoque}}$	Vezes
Acidentes	Avaliar o percentual de acidentes com afastamento, em relação ao nº total de funcionários em determinado período.	$\frac{\text{n}^\circ \text{ total de h perdidas por acidente no mês}}{\text{n}^\circ \text{ total de h trabalhadas por func.} \times \text{n}^\circ \text{ médio de func. no mesmo período}}$	%
Mão-de-obra direta / indireta	Avaliação da relação mão-de-obra direta com a mão-de-obra indireta dentro da empresa em determinado período.	$\frac{\text{n}^\circ \text{ médio de func. mão-de-obra direta}}{\text{n}^\circ \text{ médio de func. mão-de-obra indireta}}$	Vezes

Figura 16 - Indicadores de produção e qualidade  
Fonte: Associação do Aço do Rio Grande do Sul (2007)

Medir os processos e os resultados, globais ou pontuais, e compará-los aos objetivos predeterminados é fundamental para que uma organização seja competitiva. Segundo Müller (2003, p. 102), “não basta escolher a rota; é preciso medir se a empresa está nela”. No passado, media-se o desempenho de poucas variáveis, geralmente ligadas ao uso de recursos na empresa. Hoje, faz-se necessário a medição de desempenho em diversas dimensões no

cenário competitivo da empresa.

Ainda segundo Müller (2003), um sistema de medição de desempenho após determinar o seu objetivo (por que medir?) e as variáveis que serão medidas, precisa definir como irá medi-las. São exemplos de modelos de avaliação de desempenho: (i) modelos com ênfase financeira, tais como o EVA (*Economic Value Added*) e a Teoria da Restrições (TOC); (ii) modelo clássico, tal como a Gestão da Qualidade Total (TQM); (iii) modelos estruturados, tais como o BSC (*Balanced Scorecard*), o CI (Capital Intelectual) e o PNQ (Prêmio Nacional para a Qualidade); (iv) modelos específicos, tais como o Modelo Quantum, Rummler e Brache, e Sink e Tuttle.

#### **2.4.2 Produtividade**

Nos processos de obtenção de um bem e/ou serviço (saídas do processo de transformação) vários fatores de produção são utilizados (entradas do processo de transformação), tais como: capital, mão-de-obra, matéria-prima, materiais, informação, energia, etc. Operações que não agregam valor às saídas do processo constituem desperdício e aumentam o custo final do produto. Portanto, a eliminação das perdas determina uma redução de custo e um aumento de produtividade e competitividade (MARQUES apud DEON, 2001).

Para Gaither e Frazier (2002) produtividade é a relação entre a quantidade de produtos ou serviços produzidos com os recursos utilizados.

A produtividade de um recurso é a quantidade de produtos ou serviços produzidos num intervalo de tempo dividido pela quantidade necessária desse recurso. A produtividade de cada recurso pode e deve ser medida. Por exemplo, medidas como as que se seguem poderiam ser usadas para determinar a produtividade num intervalo de tempo:

- Capital: número de produtos produzidos dividido pelo valor do ativo.
- Materiais: número de produtos produzidos dividido pelo dinheiro gasto em materiais.
- Mão-de-obra direta: número de produtos produzidos dividido pelas horas de mão-de-obra direta.
- Gastos gerais: número de produtos produzidos dividido pelo dinheiro despendido com gastos gerais (GAITHER; FRAZIER, 2002, p. 459).

#### **2.5 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

De acordo com o relatado anteriormente nesta revisão, pode-se depreender que as pedras preciosas representam um importante potencial para o crescimento econômico da região do Vale do Taquari, visto a proximidade com a matéria-prima, a experiência da região no ramo há mais de quarenta anos, as ações atuais de órgãos do governo federal que buscam

fortalecer o setor e a possibilidade de agregar maior valor aos produtos fabricados.

Também, quanto às características atuais dos processos produtivos do setor na região, observa-se condições para importantes melhorias nestes através da aplicação de técnicas e ferramentas que auxiliam no entendimento de problemas e representam possibilidades de métodos para resolvê-los. Assim, a necessidade de organizar a produção e conseqüentemente um modelo adaptado para tal representa, conforme condições postas pelo mercado e visto a estagnação do setor na região, uma importante ação para modificar o cenário atual, proporcionando vantagens competitivas para as empresas.

A seguir, o capítulo 3 estrutura uma metodologia para alcançar os objetivos propostos nesta dissertação, que busca inicialmente o conhecimento do setor, para então entendê-lo e, por fim, propor um modelo que possibilite a melhoria dos processos, em especial através da redução das perdas nestes.

### 3 METODOLOGIA PROPOSTA

Este capítulo expõe a metodologia a ser aplicada no desenvolvimento do trabalho propriamente dito, que visa atender aos objetivos definidos no capítulo 1. O método de pesquisa científica deste trabalho enquadra-se como uma *survey*. De acordo com Babbie (2003), a pesquisa de *survey* envolve a coleta e quantificação de dados. Cada pesquisa de *survey* se refere a um tipo particular de pesquisa social empírica, assim, há muitos tipos e razões diferentes para se fazer *surveys*. Geralmente, as *surveys* visam à descrição da população, entretanto podem realizar também asserções explicativas. A pesquisa *survey* pode ser definida como um sistema de coleta de dados usado para descrever, comparar ou explicar conhecimento, atitudes e comportamentos.

Quanto aos fins, esta pesquisa é classificada como exploratória e descritiva. Pesquisa exploratória é aquela que tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. É realizada em área com pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Pesquisa descritiva é aquela que busca descrever as características de uma determinada população ou fenômeno, não tendo o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, mas serve de base para tal explicação (GIL, 2002; VERGARA, 1998).

Quanto aos meios de investigação, classifica-se como um estudo de campo. Estudo de campo é uma investigação local, desenvolvida através da observação direta das atividades do grupo estudado, podendo incluir entrevistas, a aplicação de questionários, testes e observação participante ou não.

A estrutura da metodologia proposta está dividida em cinco etapas. A Figura 17 apresenta um fluxograma com as etapas de pesquisa e suas respectivas descrições.

#### 3.1 PLANEJAMENTO DO MÉTODO

A primeira etapa realizada neste trabalho é o planejamento do método utilizado para o seu desenvolvimento. Para isto, é necessário inicialmente estabelecer o objetivo, para então definir o que fazer, por que, como, onde e por quem será realizada a pesquisa. A exposição destas questões está no desenvolvimento deste capítulo.

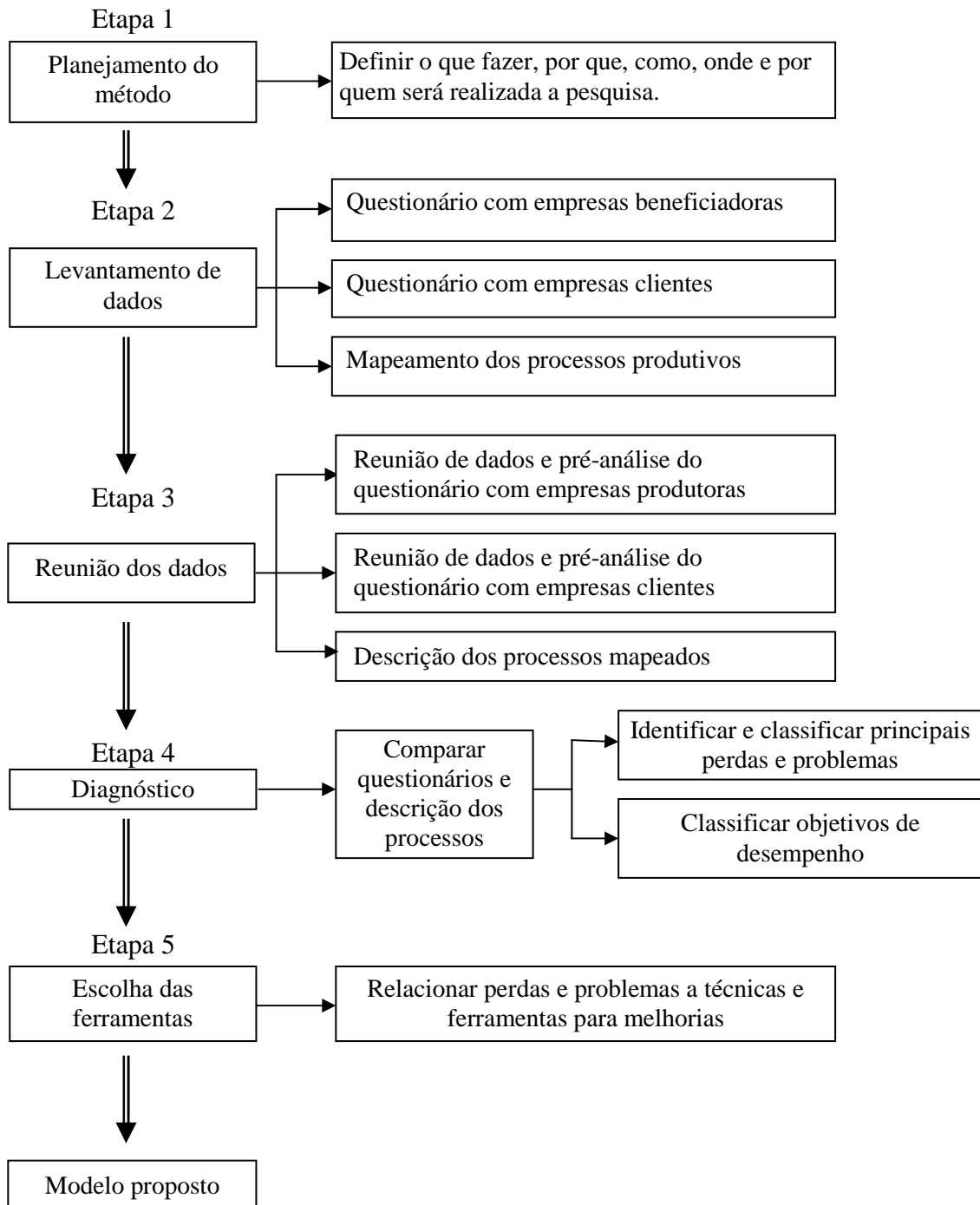


Figura 17 – Fluxograma da metodologia utilizada

### 3.1.1 Caracterização da amostra

A busca de informações sobre o ambiente estudado ocorre através da aplicação de questionários e realização de mapeamentos de processos. Informações, junto a órgãos ou entidades de cada região, foram obtidas para conhecer quais empresas compõem os setores nas regiões pesquisadas.

No Vale do Taquari, sobre empresas do setor de beneficiamento de pedras preciosas e joalheiras, buscou-se informações junto ao Escritório do Arranjo Produtivo Local (APL) de Gemas e Jóias, ao SEBRAE-RS, à Secretaria Municipal de Indústria e Comércio de Lajeado e à Secretaria de Extensão Empresarial do Centro Universitário UNIVATES, todos localizados no município de Lajeado, município que centraliza as atividades na região.

No município de Guaporé, sobre empresas do setor joalheiro neste município, buscou-se informações junto ao SEBRAE-RS e ao Escritório do APL de Gemas e Jóias. Embora não sejam exaustivas, as listas com as empresas levantadas servem de guia para a busca destas e aplicação dos questionários.

### **3.1.2 Definição dos instrumentos utilizados**

Para atender ao objetivo proposto é necessário utilizar instrumentos que permitam análises detalhadas e análises gerais dos processos produtivos e das empresas do setor. Análises mais detalhadas das empresas do setor de beneficiamento de pedras preciosas são colhidas, principalmente, dos mapeamentos dos processos de produção. Estes são feitos, sempre que possível, nas empresas que responderem aos questionários, e de forma mais demorada em duas destas empresas, os quais estão descritos neste trabalho, possibilitando uma comparação entre eles e fonte de informações sobre os processos neste trabalho analisados.

Para as análises gerais são realizadas duas pesquisas, ambas quantitativas, através da aplicação de questionários. O primeiro questionário é aplicado junto às empresas beneficiadoras de pedras preciosas e o segundo questionário junto às empresas do setor joalheiro, clientes ou potenciais clientes das empresas beneficiadoras, e que agregam ou podem agregar valor no país à pedra beneficiada. Através deste questionário objetiva-se conhecer a visão e o potencial do cliente direto na cadeia do setor joalheiro.

Fazem parte dos questionários perguntas sobre dados básicos das empresas e temas que sejam pertinentes e colaborem na consecução do objetivo deste trabalho de forma simples e direta. Questões levantadas por pessoas que atuam na área e a percepção do pesquisador em visitas a empresas beneficiadoras de pedras preciosas, serviram de base para a elaboração das perguntas que compõem os questionários, os quais permitem que questões abertas sejam postas pelos entrevistados, complementando suas respostas.

Os questionários são testados inicialmente com uma empresa e realizado correções e



melhorias se necessário. Os questionários refeitos são testados com uma segunda empresa, podendo, conforme a percepção do pesquisador, serem confirmados ou passarem por novas alterações.

### **3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS**

Esta seção expõe o método de trabalho utilizado para a aplicação dos três instrumentos citados no item 3.1.2, através dos quais são levantados os dados para o desenvolvimento do trabalho, explicando, principalmente o que, como, onde e por quem será feito.

#### **3.2.1 Questionário com empresas beneficiadoras**

Conforme citado no item 3.1.1, este questionário é aplicado às empresas pertencentes ao setor no Vale do Taquari, e está dividido em quatro partes, conforme apresentado no Apêndice A deste trabalho. A primeira parte do questionário levanta dados gerais da empresa pesquisada, a segunda, dados relacionados aos processos produtivos, os recursos existentes e a percepção de perdas e problemas nestes processos. A terceira parte visa medir a importância ou prioridade dada pela empresa pesquisada a uma série de objetivos de desempenho e a quarta e última parte, busca comparar o atual desempenho desta empresa com seus principais concorrentes, utilizando os objetivos de desempenho já analisados na parte anterior. A coleta destes dados deve propiciar maior conhecimento dos sistemas produtivos, suas dificuldades, a visão estratégica e as características das empresas do setor com foco na manufatura.

O questionário deve ser aplicado de maneira pessoal, por pessoa capacitada com o entendimento teórico e prático do tema da pesquisa, junto ao proprietário da empresa ou gerente de produção; preferencialmente no seu local de trabalho, procurando a uniformidade do método. Quando aplicados os questionários, o pesquisador deverá incentivar e facilitar outras colocações feitas pelos pesquisados, utilizando-se de questões abertas que agreguem novos dados à pesquisa.

#### **3.2.2 Questionário com empresas clientes**

Este questionário é aplicado, conforme item 3.1.1, a um grupo de empresas do setor joalheiro, clientes ou potenciais clientes das empresas pesquisadas no item anterior. O setor joalheiro representa um mercado importante entre as várias possibilidades de destino das

pedras preciosas beneficiadas.

O questionário está dividido em três partes, conforme Apêndice B deste trabalho. A parte I levanta dados gerais da empresa pesquisada, a parte II dados ligados aos seus fornecedores e as pedras preciosas beneficiadas. A parte III objetiva medir a importância ou prioridade dada pela empresa pesquisada a uma série de objetivos de desempenho relativos aos fornecedores de pedras preciosas beneficiadas. A coleta destes dados deve propiciar maior conhecimento dos clientes das empresas beneficiadoras de pedras preciosas, suas necessidades e dificuldades atuais com esta matéria-prima.

O questionário é aplicado pessoalmente pelo pesquisador, ou por pessoa treinada por este, junto ao proprietário da empresa ou gerente de produção, preferencialmente no seu local de trabalho, procurando a uniformidade do método. Quando aplica os questionários, o pesquisador deve incentivar e facilitar outras colocações feitas pelos pesquisados, questões abertas, que agreguem novos dados à pesquisa.

### **3.2.3 Mapeamento do processo produtivo**

O acompanhamento do processo produtivo *in loco* nas empresas do setor de beneficiamento de pedras preciosas é realizado, sempre que possível, quando da aplicação dos questionários nestas pelo pesquisador. Este mapeamento visa descrever e ilustrar variabilidades em características produtivas nas empresas alvo. Para o mapeamento serão considerados os processos voltados à produção de pedras preciosas destinadas à indústria joalheira, com tamanhos e em municípios diferentes. Esta atividade de mapeamento resume-se na análise de todas as operações do processo, a forma de dependência entre as operações e o fluxo do processo produtivo atual, incluindo, em particular, questões ligadas a perdas nos processos.

A aplicação deste instrumento é necessária para o levantamento de dados mais detalhados do processo produtivo e agregar uma visão maior da prática à pesquisa. O pesquisador deverá permanecer na empresa o tempo que for necessário para acompanhar todas as operações pertinentes ao processo analisado.

### **3.3 REUNIÃO DOS DADOS**

Os dados levantados nos questionários junto às empresas beneficiadoras e às empresas clientes são totalizados por questão, e devem ser reunidos e apresentados de forma a

permitir uma leitura que possibilite a análise destes. As questões abertas colocadas pelos entrevistados são descritas abaixo da totalização. Este conjunto, questões abertas e totalização, deve ser analisado questão por questão.

Cada processo mapeado e descrito será dividido nas diversas operações que o compõe, apresentado na forma de um fluxograma, com cada operação descrita individualmente. Além da descrição completa dos processos, são destacadas questões que podem ser importantes para a análise de possíveis perdas ou problemas nos processos produtivos. Os processos mapeados serão comparados entre si, buscando identificar suas semelhanças e diferenças.

### **3.4 DIAGNÓSTICO**

Com base nos dados levantados e informados no item 3.3, será realizado um diagnóstico de questões diretas e indiretas ligadas aos processos de beneficiamento de pedras preciosas, buscando o conhecimento da situação atual destes processos, em especial os pontos que resultam em alguma forma de perda ou problema. É realizada a correlação entre questões de um mesmo questionário, de questionários diferentes, entre os mapeamentos e entre questões dos questionários e mapeamentos para permitir um diagnóstico mais completo.

As principais perdas e problemas nos processos serão identificados e classificados através deste diagnóstico e analisados os objetivos de desempenho das empresas do setor na região. Esta definição será importante para a escolha das técnicas e ferramentas que irão compor o modelo sugerido, conforme item seguinte deste trabalho.

### **3.5 ESCOLHA DE TÉCNICAS E FERRAMENTAS APROPRIADAS**

Neste último item será definido, utilizando o material desenvolvido até então, um modelo para análise e redução de perdas em processos de beneficiamento de pedras preciosas no Vale do Taquari. Modelo este composto basicamente de técnicas e ferramentas escolhidas com base na identificação e classificação das perdas e problemas, conforme item 3.4, e a revisão bibliográfica. Tal modelo, além das técnicas e ferramentas, contemplará também outras ações, como formas diferentes de atuar, de acordo com o porte de cada empresa e o perfil das pessoas responsáveis (nível de escolaridade e conhecimento da área) e envolvidas (gerentes, assessores e mesmo operadores do processo) na aplicação das técnicas e ferramentas.

Para a escolha das técnicas e ferramentas, alguns critérios importantes devem ser considerados: primeiro, a simplicidade no entendimento para a implantação e utilização destas por parte das empresas; segundo, o custo do investimento não pode ser alto, representando suas próprias condições inerentes à empresa; e, terceiro, o retorno com aplicação deve aparecer no curto ou, no máximo, no médio prazo.

Objetiva-se aplicar o modelo resultante em empresas do setor na região após o término deste trabalho como forma de testar o que está sendo proposto e colaborar efetivamente para que as empresas do setor melhorem e voltem a crescer na região. Os resultados obtidos serão divulgados para outras regiões por meio de órgão ou entidades, buscando difundir o modelo proposto e colaborar para o fortalecimento do setor nas diversas regiões do país.

## **4 RESULTADOS**

Compõe este capítulo o desenvolvimento do trabalho propriamente dito, conforme metodologia apresentada no capítulo anterior, descrevendo o que foi realizado, os resultados levantados junto às empresas beneficiadoras de pedras preciosas no Vale do Taquari e empresas clientes ou potenciais clientes destas, um diagnóstico e, por fim, o modelo para análise e redução de perdas nos processos produtivos para as empresas do setor na região.

### **4.1 LEVANTAMENTO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS**

Esta seção apresenta os três instrumentos utilizados para o levantamento de dados (dois modelos de questionários e mapeamento de processos), a forma de aplicação destes e os dados por eles levantados, que servirão de base para análises e, conseqüentemente, para o diagnóstico do setor na região e o modelo proposto.

#### **4.1.1 Questionário com empresas beneficiadoras**

Neste item será descrito e comentado o resultado da aplicação do questionário realizado com empresas beneficiadoras de pedras preciosas do Vale do Taquari. Para a aplicação do questionário levantou-se uma lista com 52 empresas em entidades da região, conforme item 3.1.1. Todas as empresas foram procuradas, entretanto algumas empresas relacionadas ao serem procuradas haviam sido desativadas ou mudaram seu endereço para local incerto, outras se recusaram a participar do estudo, e outras constavam na lista inicial como duas empresas e estavam organizadas como somente uma, restando assim 32 empresas. Todos os questionários foram aplicados durante o segundo semestre de 2006.

Os questionários foram aplicados pessoalmente junto ao proprietário ou funcionário responsável pelo setor de produção, permitindo a colocação de questões abertas e buscando a uniformidade de procedimentos, atendendo assim o que foi definido no item 3.2.1. Esta descrição, apresentada a seguir, está dividida em quatro itens, em conformidade com a subdivisão do questionário utilizado.

##### **4.1.1.1 Dados gerais sobre as empresas pesquisadas**

As empresas que responderam ao questionário estão todas localizadas no Vale do Taquari, nos municípios de Arroio do Meio, Cruzeiro do Sul, Estrela, Lajeado, Nova Bréscia,

Putinga e Teutônia.

O número médio de funcionários nas empresas entrevistadas é de 8,75. Estas empresas foram classificadas neste trabalho em três faixas de tamanho, conforme Tabela 10. A primeira faixa, nomeada como empresa do tipo familiar, é formada por empresas com até cinco funcionários, sendo uma característica da maioria destas a contratação de familiares para compor o seu quadro de pessoal e funciona, em muitos casos, junto à residência do empresário. Na segunda faixa estão as empresas de pequeno porte com até 15 funcionários e na terceira faixa empresas com mais de 15 funcionários. Este levantamento mostra a tendência do setor no Vale do Taquari, formado por micros e pequenas empresas, e a não existência de empresa de grande porte.

Tabela 10 – Tamanho das empresas beneficiadoras em função do número de funcionários

Tipo de Empresa	Número de funcionários	Número de empresas	Percentual (%)
Familiar	Até 5 funcionários	19	59,38
Pequena	6 a 15 funcionários	8	25,00
Média	16 ou mais funcionários	5	15,63
	TOTAL	32	100,00

Quanto ao faturamento médio mensal, os dados levantados confirmaram a tendência em relação ao porte das empresas do setor na região, conforme mostrado na Tabela 11, formado, na sua maioria, por micro e pequenas empresas. Oito empresas recusaram-se a informar o valor médio das vendas mensais. Observou-se também que é característica de algumas empresas somente prestar serviços a outras de maior porte, realizando algumas partes do processo produtivo como terceirizadas destas.

Tabela 11 – Faturamento médio mensal das empresas beneficiadoras

Valor das vendas médias mensais	Número de empresas	Percentual (%)
Até R\$ 5.000,00	11	45,83
R\$ 5.001,00 a R\$ 20.000,00	7	29,17
R\$ 20.001,00 a R\$ 60.000,00	3	12,50
R\$ 60.001,00 ou mais	3	12,50
TOTAL	24	100,00

O destino das vendas realizadas por 59% das empresas é somente o mercado interno brasileiro e 41% destas trabalham com o mercado externo, sendo que somente uma empresa trabalha exclusivamente com este mercado. Muitas empresas, principalmente aquelas que citaram como destino somente o estado do Rio Grande do Sul, afirmaram que os seus clientes revendem parte ou totalmente seus produtos ao exterior. Desta forma pode-se concluir que o percentual de empresas que trabalham diretamente e indiretamente com o mercado externo é

superior ao apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 – Destino das vendas das empresas beneficiadoras

Destino das vendas	Número de empresas	Percentual (%)
Somente para o estado do RS	12	37,50
Somente para o Brasil	7	21,88
Somente para outros países	1	3,13
Para o Brasil e para o exterior	12	37,50
TOTAL	32	100,00

A Tabela 13 apresenta a escolaridade dos funcionários nas empresas pesquisadas, dados que demonstram o baixo grau de instrução dos funcionários no setor, ou seja, em 50% destas a maioria dos funcionários não possui ensino fundamental completo. Perguntadas sobre a existência de um ou mais funcionários com curso técnico em lapidação de pedras, somente três empresas afirmaram ter funcionários com o curso que foi oferecido durante alguns anos pelo SENAI de Lajeado. Alguns entrevistados entendem que a experiência no ramo pode ser mais importante que a escolaridade no sistema regular de ensino.

Tabela 13 – Escolaridade dos funcionários das empresas beneficiadoras

Escolaridade da maioria dos funcionários	Número de empresas	Percentual (%)
Ensino fundamental incompleto	16	50,00
Ensino fundamental completo	7	21,88
Ensino médio completo	6	18,75
Ensino superior completo ou incompleto	3	9,38
TOTAL	32	100,00

A Tabela 14 apresenta a regularidade de beneficiamento dos tipos de pedras pelas empresas. Destacam-se a ágata, a ametista, o cristal, o quartzo-rosa e o citrino. É importante fazer uma relação com as principais reservas minerais existentes no estado do Rio Grande do Sul, conforme capítulo 2 deste trabalho, a ágata e a ametista. O questionário não analisou o volume trabalhado com cada tipo de pedra.

Quanto à origem das pedras brutas utilizadas, conforme Tabela 15, somente duas empresas possuem garimpo próprio, o que indica uma baixa verticalização no setor. A maioria dos fornecedores destas empresas, seja garimpo ou intermediário, está no estado do RS, mas muitas empresas compram em outros estados do Brasil e em outros países devido a grande diversidade de pedras existente e solicitada pelos clientes. Fora do Brasil, o Uruguai é o principal fornecedor de pedras brutas das empresas da região.

Tabela 14 – Tipos de pedras regularmente beneficiadas

Tipo de pedra	Nº Empresas	Percentual (%)	Tipo de pedra	Nº Empresas	Percentual (%)
Ágata	27	84,38	Ovesidiana	5	15,63
Ametista	22	68,75	Água Marinha	4	12,50
Cristal	18	56,25	Calcita	4	12,50
Quartzo Rosa	14	43,75	Esmeralda	4	12,50
Citrino	13	40,63	Opala	3	9,38
Jaspe	10	31,25	Gipcita	2	6,25
Quartzo	10	31,25	Alexandrita	2	6,25
Rutilo	9	28,13	Outras Pedras	4	12,50
Topázio	7	21,88	Total Empresas*	32	100,00

\* Representa o total de empresas, não o somatório das colunas. Possibilidade de escolha múltipla.

Tabela 15 – Origem das pedras brutas

Origem das pedras brutas	Número de empresas	Percentual (%)
Garimpo próprio	2	4,26
Terceiros no Vale do Taquari	8	17,02
Terceiros em todo estado do RS	23	48,94
Terceiros em outros estados do Brasil	8	17,02
Terceiros em outro países	6	12,77
TOTAL *	47	100,00

\* Possibilidade de escolha múltipla

#### 4.1.1.2 Dados dos processos nas empresas pesquisadas

Neste item foram realizadas perguntas sobre os processos produtivos com o objetivo de levantar características e dificuldades dos processos realizados nas empresas pesquisadas. O beneficiamento pode ocorrer através de diversos tipos de processos. O processo de lapidação comum das pedras, aquele que não produz pedras tipo cabochão ou pedras facetadas, foi encontrado em 56,2% das empresas, seguido pela fabricação de peças artesanais em 50% destas. O processo de lapidação tipo cabochão e o facetamento foram menos encontrados como apresentado na Tabela 16. Estes dois processos são importantes para a produção de pedras com maior valor agregado, normalmente destinadas à indústria joalheira.

Tabela 16 – Processos de beneficiamento realizados pelas empresas

Tipos de processos realizados	Número de empresas	Percentual (%)
Lapidação	18	56,25
Artesanato	16	50,00
Cabochão	9	28,13
Martelação	8	25,00
Facetamento	8	25,00
Outros processos	4	12,50
Total de Empresas Participantes *	32	100,00

\* Representa o total de empresas, não o somatório das colunas. Possibilidade de escolha múltipla.



As principais máquinas encontradas nas empresas, conforme dados da Tabela 17, são as de polimento e rebolos, ambas em 81,2% das empresas, seguidas pela serra manual, serra automática, furadeira e o vibrador. Estas são máquinas ou equipamentos com menor valor relativo e com pouca tecnologia instalada. Máquinas como a calibradora e a cabocheira, importantes para o ganho de qualidade e produtividade na produção de pedras voltadas à indústria joalheira, e que agregam um maior valor a matéria-prima, só foram encontradas em 28,1% e 25% das empresas respectivamente.

Tabela 17 – Máquinas existentes nas empresas beneficiadoras

Tipo de máquina	Nº empresas	Percentual (%)	Tipo de máquina	Nº empresas	Percentual (%)
Máq. Polimento	26	81,25	Lixadeira	21	65,63
Rebolo	26	81,25	Balança	13	40,63
Serra manual	25	78,13	Pré-formadora	11	34,38
Furadeira	22	68,75	Calibradora	9	28,13
Serra automática	22	68,75	Cabocheira	8	25,00
Vibrador	22	68,75	Gravadora	3	9,38
Forno	21	65,63	Total Empresas*	32	100,00

\* Representa o total de empresas, não o somatório das colunas. Possibilidade de escolha múltipla.

A operação de corte, automática ou manual, é a primeira operação na maioria dos processos de beneficiamento das pedras preciosas. Esta operação, além de importante para o maior aproveitamento da pedra bruta, determina a quantidade de trabalho necessário para a realização das operações seguintes, ou seja, um corte próximo da dimensão final da peça significará menor trabalho a realizar nas operações de acabamento. Desta forma, um estudo prévio das dimensões e forma de corte pode aumentar a produtividade do processo e o aproveitamento da matéria-prima.

Quanto à forma de escolha das pedras brutas e a preparação do processo de corte, 58,3% das empresas responderam que a definição da forma de realizar estas atividades é do operador da máquina baseado unicamente em sua experiência. Em 12,5% das empresas há uma forma padronizada determinada pela empresa para a realização destas atividades e para 29,1% das empresas há uma forma padronizada que contempla a realização de estudo da dimensão da pedra bruta a ser cortada em função da dimensão das peças finais. Muitos entrevistados entendem que não há como melhorar o aproveitamento atual das pedras e que perdas com pedras brutas não são representativas.

Perguntadas sobre a percepção da ocorrência de perdas ou problemas nos seus processos atuais, que poderiam ser reduzidos ou eliminados, a maioria afirmou que estes ocorrem em suas empresas, e para 40%, conforme Tabela 18 estas perdas são em grande

número.

Tabela 18 – Percepção de perdas e problemas nos processos produtivos

Perdas ou problemas nos processos produtivos	Nº de empresas	Percentual (%)
Há muitas perdas que poderiam ser reduzidas ou eliminadas	13	40,63
Há algumas perdas que poderiam ser reduzidas ou eliminadas	7	21,88
Há poucas perdas que poderiam ser reduzidas ou eliminadas	8	25,00
Não há perdas que poderiam ser reduzidas ou eliminadas	3	9,38
Não tem opinião formada	1	3,13
TOTAL	32	100,00

A Tabela 19 mostra o resultado esperado pelos entrevistados com a aplicação de técnicas ou ferramentas para melhorias do sistema produtivo. Quase 16% dos entrevistados pensam que não haverá qualquer tipo de melhoria e 40% acreditam que deverá melhorar muito. Nesta pergunta o entrevistador costumava exemplificar técnicas e ferramentas para melhor entendimento pelo entrevistado, visto que alguns demonstraram desconhecimento.

Tabela 19 – Resultado esperado com a aplicação de técnicas e ferramentas

Aplicação de técnicas ou ferramentas	Número de empresas	Percentual (%)
Deve melhorar muito	13	40,63
Deve melhorar	7	21,88
Deve melhorar pouco	6	18,75
Não deve melhorar	5	15,63
Não tem opinião formada	1	3,13
TOTAL	32	100,00

Quanto a dificuldades percebidas com relação a algumas questões ligadas às pedras brutas, conforme Tabela 20, a maioria das empresas expressou como principal dificuldade a qualidade insatisfatória destas, não atendendo suas necessidades. As principais questões abertas levantadas foram as seguintes: (i) o processo ideal de compra das pedras brutas é a escolha do material por um comprador experiente diretamente no local onde estão depositadas as pedras, atividade que representa um aumento nos custos das empresas, mas é considerada indispensável; (ii) a classificação demasiada das pedras representa aumento do custo destas, sendo importante a análise custo *versus* benefício; (iii) mesmo com grande experiência, nunca se sabe o que tem dentro da pedra; (iv) há poucos fornecedores de pedras brutas; (v) as pedras com qualidade e tamanho ideal costumam ser exportadas; (vi) pedras trincadas são resultado, geralmente, do processo de dinamitar as minas e geram muitas perdas nos processos de beneficiamento; (vii) custo alto da matéria-prima no Brasil quando comparado ao valor nos demais países; (viii) desaprovação às baixíssimas alíquotas dos tributos sobre a exportação de

pedras brutas em comparação à alta tributação para beneficiar internamente, o que é considerado por muitos a principal justificativa para o baixo grau de beneficiamento das pedras no Brasil.

Tabela 20 – Dificuldades com pedras brutas

Dificuldades com a matéria-prima (pedras brutas)	Grande dificuldade		Média dificuldade		Pequena dificuldade		Não há dificuldade		Não tem opinião		TOTAL
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
O prazo de entrega das pedras brutas é muito longo	2	6,3	3	9,4	3	9,4	23	72	1	3,1	32
Fornecedor não cumpre com o prazo de entrega combinado	2	6,3	0	0	3	9,4	27	84	0	0	32
Qualidade das pedras brutas é insatisfatório	9	28	12	38	4	13	7	22	0	0	32
Tamanho das pedras brutas é insatisfatório	4	13	4	13	10	31	14	44	0	0	32
Prazo para pagamento das pedras brutas é insatisfatório	9	28	5	16	2	6,3	15	47	1	3,1	32

Questões sobre máquinas, equipamentos e ferramentas, conforme apresentado na Tabela 21, demonstraram que a falta de recursos para adquiri-los foi apontada como a principal dificuldade para as empresas. Também a relação custo *versus* benefício para a compra de novas máquinas e a inexistência de máquinas no mercado que atendam as suas necessidades, mostraram ser questões que representam relativa dificuldade para as empresas. As questões abertas para este item foram: (i) a dificuldade para obter financiamentos e o custo destes (taxa de juros e taxas de serviço); (ii) máquinas oferecidas no mercado nacional e com preço de venda compatível não representam melhorias significativas; (iii) falta de máquinas com tecnologia avançada que resultem em aumento significativo na produtividade e na qualidade, e redução dos custos de produção; (iv) alta ociosidade da capacidade instalada (sugestão: utilização conjunta).

Tabela 21 – Dificuldades com máquinas, equipamentos e ferramentas

Dificuldades com máquinas, equipamentos e ferramentas.	Grande dificuldade		Média dificuldade		Pequena dificuldade		Não há dificuldade		Não tem opinião		TOTAL
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
Há falta de recursos financeiros para adquirir novas máquinas e equipamentos e melhorar o sistema produtivo	20	63	2	6,3	1	3,1	8	25	1	3,1	32
As máquinas e os equipamentos são muito caros e não compensa o investimento (relação custo X benefício)	15	47	5	16	3	9,4	8	25	1	3,1	32
As máquinas e os equipamentos oferecidos no mercado não atendem todas as nossas necessidades.	13	41	5	16	3	31	10	31	1	3,1	32

Entre as questões ligadas a mão-de-obra direta, a principal dificuldade percebida pelas empresas é a baixa capacitação da mão-de-obra. A Tabela 22 também mostra que o valor pago para contratar funcionários qualificados e treinados, também foi considerado uma dificuldade relativa. Nas questões abertas, foi mencionado o alto índice de desemprego atual como algo que colabora para a motivação ou interesse dos funcionários na execução de suas tarefas e reduz o rodízio destes. Entretanto, o trabalho foi considerado repetitivo, sujo e insalubre, principalmente devido à utilização do óleo diesel em máquinas como as serras circulares, um fator de desmotivação. Também foram levantadas outras questões como: (i) a baixa criatividade e colaboração dos funcionários para melhorias e redução dos problemas nos processos produtivos; (ii) alta tributação, encargos trabalhistas, sobre funcionários contratados; (iii) necessidade de treinamento intensivo para os funcionários realizarem produtos com qualidade.

Tabela 22 – Dificuldades com a mão-de-obra direta

Dificuldades com a mão-de-obra direta.	Grande dificuldade		Média dificuldade		Pequena dificuldade		Não há dificuldade		Não tem opinião		TOTAL
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
Não há mão-de-obra direta capacitada ou treinada na região.	12	38	10	31	5	16	4	13	1	3,1	32
Para contratar mão-de-obra qualificada preciso pagar salários acima da média.	12	38	5	16	4	13	6	19	5	16	32
Funcionários estão desmotivados devida às características do processo produtivo.	4	13	7	22	4	13	14	44	3	9,4	32
Há grande rodízio de funcionários.	2	6,3	4	13	4	13	18	56	4	13	32

A pesquisa mostra, conforme Tabela 23, que a maioria das empresas tem dificuldades nos processos produtivos de beneficiamento de pedras preciosas, principalmente com relação ao processamento e características da matéria-prima. Nas questões abertas, foram colocadas as seguintes: (i) preocupação com a qualidade do produto no final da cadeia deve começar no momento da extração da pedra; (ii) problemas com manutenção dos equipamentos; (iii) gestão ambiental; (iv) baixa capacitação e colaboração dos funcionários para a melhoria dos processos; (v) maquinário não é o ideal, normalmente é uma adaptação; (vi) falta de recursos; (vii) diversidade das características das pedras.

A Tabela 24 mostra que a baixa quantidade solicitada em cada pedido foi considerada a principal dificuldade apresentada com relação aos clientes. Nas questões abertas, as principais colocações foram: (i) alta qualidade exigida em comparação ao preço pago pelo cliente; (ii) alta inadimplência e prazo para pagamento, principalmente no mercado

interno; (iii) dificuldades nas vendas em função da valorização na moeda brasileira nos últimos anos; (iv) dificuldades para atender a necessidade dos clientes por produtos novos e inovadores de forma constante; (v) baixo prazo para entrega obriga as empresas a realizar horas extras e estoques; (vi) alta tributação nas vendas.

Tabela 23 – Dificuldades gerais com os processos produtivos

Dificuldades com os processos produtivos em sua empresa.	Grande dificuldade		Média dificuldade		Pequena dificuldade		Não há dificuldade		Não tem opinião		TOTAL
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Nosso processo produtivo é muito complexo e de difícil padronização.	12	38	6	19	4	13	9	28	1	3,1	32
Não temos pessoal capacitado para realizar melhorias nos processos produtivos.	9	28	8	25	4	13	7	22	4	13	32
Não temos máquinas ideais para realizar melhorias nos processos produtivos.	12	38	3	9,4	5	16	10	31	2	6,3	32
A matéria-prima é difícil de ser processada e com características muito variadas.	12	38	9	28	4	13	6	19	1	3,1	32

Tabela 24 – Dificuldades com os clientes

Dificuldades com os clientes.	Grande dificuldade		Média dificuldade		Pequena dificuldade		Não há dificuldade		Não tem opinião		TOTAL
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Características dos produtos solicitados pelos clientes são muito complexas.	5	15,6	6	18,8	6	18,8	15	46,9	0	0,0	32
Características dos produtos solicitados não são suficientemente especificados.	2	6,3	6	18,8	7	21,9	17	53,1	0	0,0	32
Prazo dado pelos clientes para entrega dos meus produtos é insuficiente.	5	15,6	7	21,9	6	18,8	14	43,8	0	0,0	32
Quantidade solicitada é pequena e não permite uma produção em série e de baixo custo.	8	25,0	10	31,3	7	21,9	6	18,8	1	3,1	32

#### 4.1.1.3 Objetivos de desempenho

Em uma escala de 0 a 10, onde 10 representa importância máxima, as empresas informaram o grau de importância ou prioridade dado aos objetivos de desempenho listados na Tabela 25, com o intuito de analisar a estratégia de manufatura adotada por estas. Este levantamento mostra que os objetivos de desempenho confiabilidade de entrega, produção e projeto de produtos com qualidade são os considerados mais importantes, enquanto flexibilidade no prazo e na quantidade, e custo de produção foram considerados menos importantes.

Tabela 25 – Importância dada a objetivos de desempenho - Visão do Fornecedor

Objetivos de desempenho	Mediana	Média
1. Fazer os produtos conforme solicitado pelo cliente. Fazer certo as coisas.	10	9,03
2. Fazer os projetos conforme solicitado pelo cliente. Projetar certo as coisas.	10	8,81
3. Ser capaz de produzir em curto prazo de tempo. Fazer as coisas com rapidez.	9	8,06
4. Entregar no prazo combinado. Fazer as coisas em tempo e ter confiabilidade.	10	9,38
5. Ter baixo custo de produção. Fazer as coisas mais baratas.	8	7,81
6. Ter capacidade de alterar o produto e atender solicitação do cliente. Fazer produtos diferentes.	9	8,69
7. Ter capacidade de alterar o prazo de entrega e atender ao cliente. Fazer com prazos de entrega diferentes.	8	7,19
8. Ter capacidade de alterar a quantidade produzida e atender ao cliente. Fazer quantidades diferentes.	8	7,19

#### 4.1.1.4 Comparação de desempenho com os concorrentes

Através de uma escala semelhante à utilizada no item anterior, onde 10 representa superioridade máxima aos concorrentes, os entrevistados responderam como percebem sua empresa em relação aos atuais concorrentes, quanto aos objetivos de desempenho listados na Tabela 26. O levantamento mostrou que as empresas beneficiadoras de pedras preciosas do Vale do Taquari, quando se comparam aos seus concorrentes, da própria região ou de qualquer outra localidade, entendem que nos objetivos de confiabilidade de entrega, projetar e produzir com qualidade possuem uma pequena superioridade a estes. Nos objetivos de custo de produção, flexibilidade no prazo de entrega e no volume, as empresas consideraram seu desempenho igual aos concorrentes.

#### 4.1.2 Questionário com empresas joalheiras

Neste item será descrito e comentado o resultado da aplicação do questionário realizado com empresas joalheiras, clientes ou potenciais clientes das empresas beneficiadoras de pedras preciosas. Para a aplicação do questionário levantou-se uma lista com mais de 100 empresas do ramo joalheiro em entidades da região do Vale do Taquari e do município de Guaporé, conforme item 3.1.1. A maioria das empresas listadas foram procuradas, em especial as de maior porte, visto o seu maior potencial como cliente e o provável maior esclarecimento para responder o questionário. Algumas das empresas relacionadas, ao serem procuradas haviam sido desativadas ou mudaram seu endereço para local incerto, várias se recusaram a participar do estudo, e outras constavam na lista inicial como duas empresas e

estavam organizadas somente como uma, restando assim 26 empresas. Todos os questionários foram aplicados durante o segundo semestre de 2006 e primeiro semestre de 2007.

Tabela 26 – Comparação de desempenho com os atuais concorrentes

Objetivos de desempenho	Mediana	Média
1. Fazer os produtos conforme solicitado pelo cliente. Fazer certo as coisas.	6	6,47
2. Fazer os projetos conforme solicitado pelo cliente. Projetar certo as coisas.	6	6,56
3. Ser capaz de produzir em curto prazo de tempo. Fazer as coisas com rapidez.	5	6,00
4. Entregar no prazo combinado. Fazer as coisas em tempo e ter confiabilidade.	6	6,75
5. Ter baixo custo de produção. Fazer as coisas mais baratas.	5	5,75
6. Ter capacidade de alterar o produto e atender solicitação do cliente. Fazer produtos diferentes.	5	6,06
7. Ter capacidade de alterar o prazo de entrega e atender ao cliente. Fazer com prazos de entrega diferentes.	5	5,75
8. Ter capacidade de alterar a quantidade produzida e atender ao cliente. Fazer quantidades diferentes.	5	5,88

Os questionários foram aplicados pessoalmente junto ao proprietário ou funcionário responsável pelo setor de produção, permitindo a colocação de questões abertas e buscando a uniformidade de procedimentos, atendendo assim o que foi definido no item 3.2.2. Esta descrição, apresentada a seguir, está dividida em três itens, em conformidade com a subdivisão do questionário utilizado.

#### 4.1.2.1 Dados gerais sobre as empresas pesquisadas

As empresas entrevistadas estão localizadas no estado do RS, principalmente no município de Guaporé, onde há uma concentração de empresas joalheiras, compradores potenciais de pedras preciosas. O número médio de funcionários nas empresas entrevistadas, conforme Tabela 27, é de 38,7 funcionários, um número relativamente alto quando comparado ao número de funcionários nas empresas beneficiadoras de pedras preciosas. A participação parcial das empresas, em especial, as de menor porte, compromete relativamente este resultado.

Quanto ao destino das vendas, o percentual de empresas que trabalha diretamente com o mercado externo é significativo, ou seja, em torno de dois terços como mostra a Tabela 28. Entretanto, nenhuma empresa trabalha exclusivamente com clientes do exterior o que foi observado em uma empresa beneficiadora, conforme Tabela 14.

Tabela 27 - Tamanho das empresas joalheiras entrevistadas em função do número de funcionários

Tipo de Empresa	Número de funcionários	Número de empresas	Percentual (%)
Micro	Até 10 funcionários	7	26,92
Pequena	11 a 40 funcionários	12	46,15
Média	41 a 99 funcionários	4	15,38
Grande	Mais de 100 funcionários	3	11,54
	TOTAL	26	100,00

Tabela 28 - Destino das vendas das empresas joalheiras

Destino das vendas	Número de empresas	Percentual (%)
Somente para o estado do RS	2	7,69
Somente para o Brasil	7	26,92
Para o Brasil e para o exterior	17	65,38
TOTAL	26	100,00

A escolaridade da maioria dos funcionários nas empresas joalheiras é bastante superior ao das empresas beneficiadoras de pedras, como mostram as Tabelas 29 e 13 deste trabalho. Mais de 60% daquelas empresas possuem a maioria de seus funcionários com pelo menos o ensino médio completo, enquanto que em mais de 70% das empresas beneficiadoras entrevistadas a maioria de seus funcionários possuem no máximo o ensino fundamental completo.

Tabela 29 – Grau de instrução dos funcionários nas empresas joalheiras

Grau de instrução da maioria dos funcionários	Número de empresas	Percentual (%)
Ensino fundamental incompleto	1	3,85
Ensino fundamental completo	9	34,62
Ensino médio completo	12	46,15
Ensino superior completo ou incompleto	4	15,38
TOTAL	26	100,00

#### 4.1.2.2 Dados sobre as matérias-primas adquiridas pela empresa pesquisada

Os principais tipos de pedras naturais utilizados pelas empresas entrevistadas na produção de jóias são a ágata, a ametista, o cristal, o quartzo rosa, o rutilo e a água marinha. Diversas outras pedras foram citadas, entre elas o diamante. Os dados levantados quanto ao percentual de utilização de pedras naturais e pedras sintéticas ou artificiais mostrou, conforme resumo na Tabela 30, que, entre as jóias produzidas com pedras, 59,2% destas são com pedras sintéticas ou artificiais e que 40,8% são com pedras naturais. O percentual de jóias produzidas utilizando qualquer tipo de pedra é de 45,6%, ou seja, apenas 21,8% das jóias produzidas pelas empresas joalheiras entrevistadas possuem pedras preciosas naturais. Conforme afirmação



de diversos entrevistados, o principal motivo que leva a utilização de pedras não naturais é o baixo custo, principalmente na produção de jóias de baixo valor ou bijuterias, e quando o produto é composto por várias pedras. As pedras não naturais mais utilizadas, conforme os entrevistados são o strass e as pedras de vidro.

Tabela 30 – Utilização de pedras naturais e pedras não naturais na produção de jóias

% de pedras utilizadas	Pedras Naturais	Pedras não Naturais	Jóias com Pedras
de 0% a 19%	8	4	4
de 20% a 39%	7	2	7
de 40% a 59%	2	5	4
de 60% a 79%	4	4	7
de 80% a 99%	1	9	4
100%	4	2	0
TOTAL	26	26	26

A Tabela 31 mostra a origem das pedras beneficiadas e, também, a baixa verticalização do setor com apenas duas empresas joalheiras proprietárias também de empresa beneficiadora de pedras preciosas. Perguntados sobre o porte das principais empresas fornecedoras de pedras naturais, apenas sete entrevistados responderam que possuem mais do que 20 funcionários e dezoito responderam que estas possuem no máximo 20 funcionários, o que reafirma o pequeno porte das empresas do setor de beneficiamento de pedras preciosas. Um entrevistado disse desconhecer o porte dos seus principais fornecedores.

Tabela 31 – Origem das pedras beneficiadas

Origem das pedras naturais beneficiadas	Número de empresas	Percentual (%)
Beneficiadora própria	2	7,69
Empresas do Vale do Taquari	9	34,62
Empresas de outras regiões do estado do RS	10	38,46
Empresas de outros estados do Brasil	15	57,69
Empresas de outros países	2	7,69
Não compra pedra natural	2	7,69
Total de empresas entrevistadas *	26	100,00

\* Possibilidade de escolha múltipla

Levantou-se a percepção do custo percentual médio das pedras naturais ou sintéticas, hoje utilizadas pelas empresas, em relação ao custo final de produção das jóias. O custo relativo informado, conforme Tabela 32, é de 33,4%. Os entrevistados informaram que este percentual varia significativamente com o tipo de pedra utilizada e com a quantidade destas por jóia. Os dados informados são apenas uma percepção do custo, pois nenhuma empresa possuía, ao menos a mãos, análise de custos de produção, e algumas afirmaram não conhecer detalhadamente os custos de produção de seus produtos finais.

Tabela 32 – Custo percentual médio das pedras em relação ao custo total das jóias

% do custo das pedras no custo total da jóia	Número de empresas	Percentual (%)
até 10% do custo da jóia	2	7,69
de 11% a 20% do custo da jóia	4	15,38
de 21% a 30% do custo da jóia	9	34,62
de 31% a 40% do custo da jóia	7	26,92
de 41% a 50% do custo da jóia	3	11,54
mais que 50% do custo da jóia	1	3,85
Total de empresas entrevistadas	26	100,00

A Tabela 33 mostra dificuldades diversas das empresas joalheiras com seus fornecedores de pedras. A principal dificuldade apontada é o alto prazo de entrega das pedras, seguido do não cumprimento da data de entrega combinada e da produção fora da dimensão especificada. Sobre este item os entrevistados fizeram as seguintes colocações como questões abertas: (i) não há catálogos com dimensões, formas e cores; (ii) não há uma nomenclatura padronizada para as diversas formas e tipos de pedras beneficiadas para a indústria joalheira; (iii) há falta de material e ferramental para os projetistas; (iv) poucos fornecedores de pedras naturais conseguem garantir dimensão conforme pedido e pedras sem trincas; (v) conhecem poucas empresas beneficiadoras de pedras (pouca divulgação); (vi) além do menor custo, os pedidos de pedras sintéticas dificilmente apresentam problemas com qualidade, forma, dimensão e quantidade; (vii) a pedra beneficiada para compor jóias necessita geralmente qualidade superior e dimensão padronizada, diferente daquelas utilizadas em peças artesanais.

Tabela 33 – Dificuldades das empresas joalheiras com fornecedores de pedras lapidadas

Dificuldades com fornecedores de pedras lapidadas	Grande dificuldade		Média dificuldade		Pequena dificuldade		Não há dificuldade		Não tem opinião		TOTAL
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
O prazo de entrega das pedras lapidadas é muito longo	8	31	3	12	5	19	10	38	0	0	26
Fornecedor de pedras lapidadas não cumpre com o prazo de entrega combinado	6	23	3	12	3	12	12	46	2	7,7	26
Qualidade das pedras lapidadas é insatisfatório	1	3,8	6	23	12	46	5	19	2	7,7	26
Dimensão das pedras lapidadas é insatisfatório	3	12	11	42	2	7,7	7	27	3	12	26
Prazo para pagamento das pedras lapidadas é insatisfatório	0	0	5	19	6	23	15	58	0	0	26

Quanto às dificuldades relacionadas com seus clientes, conforme Tabela 34, as empresas apontaram o atendimento do prazo solicitado como a principal, seguido da

dificuldade de produzir pequenos lotes com baixos custos de produção e a alta flexibilidade do sistema produtivo para atender as solicitações dos clientes. Os entrevistados fizeram as seguintes colocações como questões abertas: (i) problemas com inadimplência; (ii) reafirmaram dificuldades com negociação quanto ao prazo de entrega; (iii) demanda instável, principalmente em função da moda, fortemente influenciada pela mídia; (iv) mercado interno trabalha com volumes muito baixo de pedidos; (v) valorização da moeda brasileira dificulta negociação com mercado externo.

Tabela 34 – Dificuldades das empresas joalheiras com seus clientes

Dificuldades das empresas joalheiras com seus clientes	Grande dificuldade		Média dificuldade		Pequena dificuldade		Não há dificuldade		Não tem opinião		TOTAL
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Produtos solicitados pelos clientes são muito complexos	2	7,7	5	19	6	23	12	46	1	3,8	26
Produtos solicitados não são suficiente especificados	1	3,8	1	3,8	5	19	18	69	1	3,8	26
Prazo para entrega é insuficiente	4	15	6	23	10	38	5	19	1	3,8	26
Quantidade solicitada é pequena e não permite uma produção em série e de baixo custo	3	12	6	23	7	27	9	35	1	3,8	26
Cliente faz solicitações que exigem alta flexibilidade do nosso sistema produtivo	2	7,7	7	27	7	27	10	38	0	0	26

#### 4.1.2.3 Objetivos de desempenho

Em uma escala de 0 a 10, onde 10 representa importância máxima, as empresas joalheiras quantificaram objetivos de desempenho nas suas relações de negócio com empresas beneficiadoras de pedras preciosas. O resultado deste levantamento, mostrado na Tabela 35, aponta como principal objetivo de desempenho a confiabilidade de entrega no prazo combinado, seguido por projetar conforme solicitado, produzir com a qualidade solicitada e o custo de produção.

#### 4.1.3 Mapeamento do processo produtivo

O mapeamento do processo produtivo foi realizado em 19 entre as 32 empresas beneficiadoras de pedras preciosas que responderam ao questionário. Em duas destas empresas o mapeamento foi realizado com maiores detalhes que estão descritos a seguir. Para exemplificar os processos foram escolhidas empresas com tamanhos diferentes e em

municípios diferentes, uma considerada de pequeno e outra de médio porte, em comparação com as demais na região, que realizam processos de beneficiamento completos, desde a matéria-prima até o produto final, e produzam prioritariamente para empresas do ramo joalheiro. Muitas empresas observadas não realizam o processo completo de beneficiamento, outras não têm o foco na produção de gemas para a indústria joalheira e outras não permitiram conhecer o seu processo produtivo. Por questão de sigilo o nome das empresas e sua localização não estão descritos neste trabalho.

Tabela 35 – Importância dada a objetivos de desempenho - Visão do Cliente

Objetivos de desempenho	Mediana	Média
1. Fazer os produtos conforme solicitado pelo cliente. Fazer certo as coisas.	9	8,38
2. Fazer os projetos conforme solicitado pelo cliente. Projetar certo as coisas.	9	8,57
3. Ser capaz de produzir em curto prazo de tempo. Fazer as coisas com rapidez.	9	7,92
4. Entregar no prazo combinado. Fazer as coisas em tempo e ter confiabilidade.	9	8,92
5. Ter baixo custo de produção. Fazer as coisas mais baratas.	9	8,11
6. Ter capacidade de alterar o produto e atender solicitação do cliente. Fazer produtos diferentes.	8	7,46
7. Ter capacidade de alterar o prazo de entrega e atender ao cliente. Fazer com prazos de entrega diferentes.	8	7,42
8. Ter capacidade de alterar a quantidade produzida e atender ao cliente. Fazer quantidades diferentes.	8	7,46

#### 4.1.3.1 Mapeamento do processo – Empresa 1

A Empresa 1 está instalada em um prédio maior dividido em diversas salas iguais, sendo que ela ocupa três destas salas de aproximadamente 30 m<sup>2</sup> cada, colocadas lado a lado, com somente uma porta na frente de cada sala, o que dificulta a comunicação e o deslocamento entre estes três ambientes. O fluxo de funcionários e materiais entre as salas não é contínuo, embora não possa ser desprezado. A empresa teve o início das atividades em 2001 e produz diversos tipos de produtos finais, a maioria para a indústria joalheira, destacando-se a produção de cabochões. O arranjo físico é misto com tipos de *layout* por processo e por produto. A empresa possui atualmente treze funcionários, sendo que o mapeamento foi realizado no segundo semestre de 2006.

### **a) Descrição do processo de produtivo**

O setor produtivo da empresa está dividido nos seguintes sub-setores: planejamento da produção, armazenagem, corte, recorte, colagem e descolagem, formação geométrica, acabamento, polimento, furação e controle da qualidade. A Figura 18 apresenta o fluxograma do processo de lapidação de pedras preciosas desde o momento do planejamento da produção até a inspeção do produto final pronto para entrega ao cliente, supondo a existência da matéria-prima necessária. Abaixo estão descritas as etapas do mapeamento do processo.

1. Planejamento da produção - É realizado por um dos sócios e passado ao setor produtivo através de ordens de produção baseadas, geralmente, em pedidos firmes e, em caso de ociosidade, na previsão de demanda futura. O responsável pelo planejamento analisa a melhor utilização da capacidade produtiva, evitando a formação de gargalos, evitando atrasos na entrega dos produtos e a formação de estoques intermediários, e considerando as necessidades de manutenção preventiva das máquinas. Este trabalho é feito manualmente, baseado na experiência do profissional, que, tendo em vista o tamanho da empresa, acredita realizar a tarefa a contento.

2. Recebimento da ordem de produção - Os operadores responsáveis pelo corte ou pelo recorte da pedra recebem as ordens produtivas no seu local de trabalho ou buscam junto ao programador da produção quando terminam as anteriores e não há novas ordens aguardando. Estas podem conter apenas um tipo de produto final ou uma série destes. Quando há diversos produtos finais escolhem a seqüência do trabalho através de semelhanças como: a forma e a dimensão dos produtos finais, e o tipo de pedra bruta. Normalmente, acompanha a ordem de produção, além dos dados sobre a dimensão e o tipo de pedra, uma amostra do produto final.

3. Buscar e selecionar a matéria-prima - Os operadores responsáveis pelo corte ou recorte buscam as pedras brutas que podem estar depositadas a até 10 metros distantes do local onde serão processadas. Selecionam qualitativa e quantitativamente as pedras de acordo com o pedido através da sua experiência. A quantidade levada pode ser maior ou menor que a necessária, ocasionando sobra de pedras brutas ou a necessidade de uma nova ida ao depósito de pedras brutas. A empresa possui um depósito de pedras próprias e outro com pedras recebidas do cliente para realizar o trabalho. Há casos em que a empresa realiza apenas serviços de beneficiamento, recebendo do cliente as pedras brutas. É comum ocorrer problemas com a quantidade recebida do cliente, pois é difícil de calcular o rendimento das

pedras brutas.

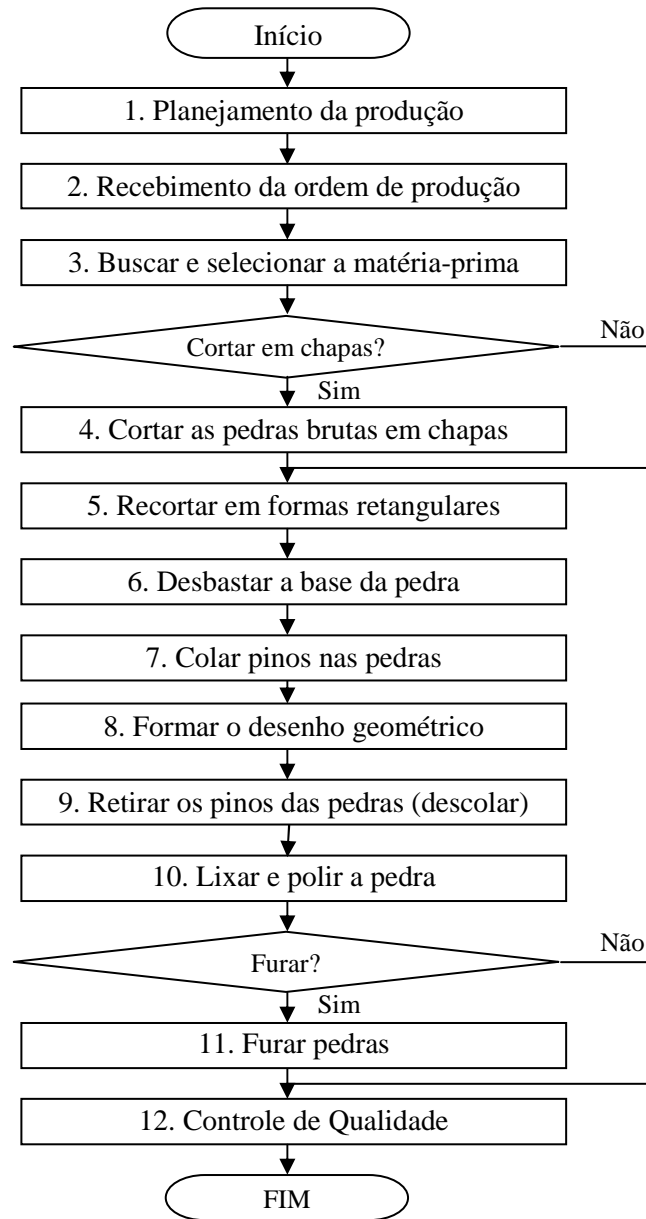


Figura 18 – Fluxograma do processo de produção na Empresa 1

4. Cortar as pedras brutas em chapas - O corte é feito manualmente em uma serra circular com diâmetro entre 420 e 600 mm. Pedras brutas de pequena dimensão, usuais nesta empresa, não passam por esta operação. A pedra bruta é cortada em chapas com espessura 2 a 3 mm superior a altura do produto final. A preparação da máquina para a operação resume-se unicamente na fixação da pedra bruta. O avanço da mesa onde a pedra está colocada é realizado de forma manual de acordo com a espessura da chapa. Não há régua acoplada a máquina para auxiliar o operador neste trabalho. As peças cortadas são analisadas pelo próprio operador verificando se a qualidade atende as necessidades da próxima operação que

está distante 3 metros, onde, geralmente, ocorre a formação de estoque intermediário.

5. Recortar em formas retangulares – O recorte é feito manualmente em uma serra circular com diâmetro de 270 mm, onde é dado à pedra um formato retangular aproximado ao produto final. Esta formação consiste de uma base plana e de laterais com dimensões de 2 a 3 mm superior ao produto final. A altura deve ser no mínimo um pouco superior a do produto final, formada, geralmente, pelo formato original da pedra. A máquina possui batentes ajustáveis para facilitar o recorte nas dimensões planejadas, mas não há uma régua acoplada para facilitar o posicionamento do batente pelo operador, que ora é realizado com o auxílio de um paquímetro. A realização deste ajuste, quando necessário, demora entre 2 e 5 minutos. A operação de recorte é, conforme o responsável do setor de produção, a que limita a quantidade produzida na empresa, ou seja, o atual gargalo do processo produtivo. Esta empresa trabalha significativamente com pedras de pequeno porte, o que elimina a operação de corte das pedras brutas em chapas, mas torna a operação de recorte menos produtiva. Pedras brutas de maior dimensão têm um preço de venda por kg maior. Para compensar as prováveis peças refugadas nas operações seguintes, o número de pedras recortadas é 20% superior à quantidade solicitada pelo cliente. O próprio operador analisa a qualidade das peças recortadas ao realizar a operação e passa o lote pronto à próxima operação, realizada ao lado, podendo ocorrer uma pequena formação de estoque intermediário.

6. Desbastar a base da pedra – A base da pedra recortada é desbastada em um rebolo, operação necessária para a melhor aderência do pino posteriormente colado à pedra. O lote é transportado para o setor de colagem distante 10 metros, onde se forma um pequeno estoque intermediário aguardando a próxima operação.

7. Colar pinos nas pedras – A empresa utiliza uma cola semelhante à *Super Bonder* para a colagem dos pinos, também chamados de canetas, nas pedras. O pino serve para fixar posteriormente a pedra em máquinas cabocheiras, por exemplo. Os pinos feitos normalmente de latão devem ser colados no centro da base da pedra. A colagem dos pinos é feita manualmente uma a uma sem um equipamento para garantir a colagem dos pinos no centro das pedras. Esta restrição é o principal motivo que leva a empresa a cortar as laterais 2 a 3 mm além da dimensão do produto final, como relatado na operação 5, tornando as cabocheiras menos produtivas. O lote de peças é transportado para o setor de formação distante 10 metros, onde se forma um pequeno estoque intermediário aguardando a próxima operação.

8. Formar o desenho geométrico (caboção) – Nesta operação são utilizadas

geralmente máquinas cabocheiras que se assemelham a máquinas copiadoras ou pantográficas, que formam as pedras seguindo uma matriz metálica com o formato do produto final. A empresa possui uma máquina cabocheira automática e três máquinas cabocheiras manuais. O pino ou caneta é fixado à máquina cabocheira na extremidade oposta aquela onde a pedra está colada. Esta é desbastada em um rebolo até a sua forma final. A máquina cabocheira manual necessita de um operador para a realização de toda a operação, enquanto que a máquina cabocheira automática permite ao funcionário operar duas ou mais máquinas ao mesmo tempo. Na cabocheira automática o operador coloca e retira o pino com a pedra, verifica a qualidade dos cabochões produzidos e realiza a preparação da máquina quando há troca de matriz. O tempo para preparação de uma cabocheira varia de 2 até 10 minutos. Segundo o responsável da produção, esta variação está associada com a dificuldade da peça a ser feita e da sorte.

O lote é levado para o setor de descolagem que está a 10 metros de distância, onde se forma um pequeno estoque intermediário aguardando a próxima operação. Este e os demais transportes realizados na empresa são feitos pelos operadores das máquinas, ou por quem termina uma atividade e fica ocioso, ou por qualquer outro que está se movimentando e aproveita para realizar esta tarefa também, característica típica de empresas de pequeno porte.

9. Retirar os pinos das pedras (descolar) – Os pinos são retirados das pedras com o auxílio de produtos como álcool e a realização de movimentos de torção no pino. O lote descolado é transportado para o setor de acabamento que está a 10 metros de distância, onde aguardará outros lotes para início da operação seguinte.

10. Lixar e polir a pedra – Esta operação é realizada em máquinas vibradoras onde as pedras preciosas são misturadas com outras pedras comuns, água e uma pequena quantidade de um pó abrasivo. A operação de lixar normalmente é feita em dois momentos. No primeiro momento as pedras ficam no vibrador por 24 horas e então lavadas. No segundo momento estas mesmas pedras com os mesmos componentes ficam no vibrador por mais 12 horas e então são lavadas. Depois de lixadas as pedras são polidas nestas mesmas máquinas vibradoras onde são colocadas as pedras preciosas, as pedras comuns, água e um pó para polimento chamado de trípoli. O processo é repetido duas, três ou quatro vezes, demorando cada um de 12 a 24 horas. Esta diversidade depende do tipo de pedra trabalhada e o grau de qualidade do polimento esperado no produto final. Desta forma o processo de polimento pode demorar de dois a quatro dias, totalizando, junto com o processo de lixação, de quatro a seis dias. Feito o polimento estas pedras são lavadas e manualmente separadas das pedras comuns.



11. Furar pedras – Em alguns produtos finais são realizados furos, o que é feito utilizando máquinas furadeiras. É uma operação manual realizada geralmente após o polimento.

12. Controle de qualidade – Após o polimento ou a furação, quando esta ocorrer, é realizado o controle de qualidade de todos os produtos finais por um dos sócios da empresa. As peças com problemas são separadas e anotadas as quantidades de peças boas e rejeitadas. Na empresa há a preocupação com o desenvolvimento da capacidade dos funcionários para a verificação da qualidade dos produtos a cada etapa do processo produtivo.

#### **b) Considerações diversas do processo na Empresa 1**

Além da descrição do processo, outras questões pertinentes foram observadas na Empresa 1. A compra da matéria-prima (pedras brutas) sempre é feita por um ou pelos dois proprietários da empresa diretamente no local de venda, onde escolhem as pedras uma a uma de acordo com a qualidade necessária e o tamanho adequado. O proprietário entrevistado afirma que realizar a compra desta forma é fundamental para a redução de problemas no processo produtivo e a qualidade do produto final. Afirmou que quem não realiza a compra desta forma, receberá pedras de qualidade não apropriada e terá problemas tendo em vista a grande diversidade. Também colocou que o ideal seria trabalhar com as chamadas pedras limpas, aquelas que não possuem trincas ou qualquer marca. Entretanto, uma pedra limpa tem um custo muitíssimo maior que uma pedra com trincas. As trincas normalmente são ocasionadas nas explosões feitas nas minas.

Quanto a formação de estoques de pedras brutas na empresa, esta busca comprar unicamente para atender os pedidos recebidos e as previsões de vendas que são realizadas com base na experiência dos proprietários. Quando a empresa foi visitada, o estoque próprio de matéria-prima estava, conforme entrevistado, entre R\$ 2.000,00 a R\$ 3.000,00. Também havia pedras brutas de clientes aguardando o processo de beneficiamento. Além do estoque de pedras brutas, há também a formação de pequenos estoques intermediários de produtos semi-acabados, conforme descrição anterior, e um pequeno estoque de produtos acabados, resultado de produções acima da quantidade solicitada pelos clientes.

Sobre a manutenção de máquinas e equipamentos, o entrevistado afirmou que é política da empresa evitar paralisações da produção devido à quebra de máquinas. Para isto realiza manutenção preventiva das máquinas feita por um dos proprietários em períodos de

tempos pré-definidos e, sempre que possível, em momentos quando as máquinas estão ociosas. Quanto a realização de *setups*, observou-se que o tempo gasto por troca de ferramenta ou preparação de máquina não é significativo, geralmente está abaixo de 10 minutos, entretanto quando realizados vários lotes pequenos o tempo total gasto pode ser expressivo.

O entrevistado afirmou que a empresa busca a constante melhoria dos processos. Entretanto, não há trabalhos ou estudos no sentido de melhorá-los, nem incentivos para a cooperação dos funcionários neste sentido. Problemas com questões ergonômicas e perdas nos métodos e movimentos de produção, são exemplos de situações que necessitam de melhorias significativas. A empresa realiza as atividades baseada principalmente na experiência profissional de um dos sócios.

#### **4.1.3.2 Mapeamento do processo – Empresa 2**

A Empresa 2 está instalada em um pavilhão com dimensão de aproximadamente 300 m<sup>2</sup>, a maioria em um único ambiente, o que facilita a comunicação e o transporte entre os setores. Teve o início das atividades em 2005 e produz diversos tipos de produtos finais, preferencialmente para a indústria joalheira, destacando-se a produção de cabochões seguido da produção de chapas para jóias. O arranjo físico existente é por processo. Atualmente a empresa trabalha com vinte e um funcionários. O mapeamento foi realizado no segundo semestre de 2006.

##### **a) Descrição do processo de produtivo**

O setor produtivo da empresa está dividido nos seguintes sub-setores: planejamento da produção, armazenagem, corte, recorte, colagem e descolagem, formação geométrica, acabamento, tintura e queima, polimento, furação, e controle da qualidade. A Figura 19 apresenta o fluxograma do processo de lapidação de pedras preciosas desde o momento do planejamento da produção até a inspeção do produto final pronto para entrega ao cliente, supondo a existência de matéria-prima necessária. Abaixo estão descritas as etapas do mapeamento do processo, como realizado no item 4.1.3.1.1, entretanto se evitará a repetição de explicações sobre características semelhantes de processos.

1. Planejamento da produção - É realizada pelo proprietário da empresa em conjunto com o gerente da produção, baseados geralmente nos pedidos recebidos. O maior objetivo na

programação é atender aos pedidos no prazo combinado e na qualidade requerida. Esta tarefa é feita manualmente baseada na experiência dos profissionais, sem dados suficientemente detalhados do sistema produtivo para um trabalho mais aprofundado, como tempos de produção.

2. Recebimento da ordem de produção – O operador das serras automáticas ou os operadores das serras manuais recebem as ordens produtivas no seu local de trabalho ou buscam junto ao programador da produção quando terminam as anteriores. Estas costumam conter apenas um tipo de produto final, informando a quantidade solicitada pelo cliente, as dimensões e características da peça e, geralmente, acompanha uma amostra da pedra beneficiada. O seqüenciamento de produção das ordens é definido pelos operadores em conjunto com o gerente de produção.

3. Buscar e selecionar a matéria-prima – O operador da serra automática ou os operadores das serras manuais buscam a matéria-prima no estoque que está distante até 7 ou 10 metros, respectivamente. As pedras são escolhidas visualmente através da experiência do operador e carregadas sem o auxílio de qualquer equipamento. A maioria das pedras trabalhadas nesta empresa têm dimensões maiores que as utilizadas na Empresa 1. Pedras de pequeno porte não passam pelo corte das pedras em chapas nas serras automáticas, indo direto para a operação de recorte nas serras manuais.

4. Cortar as pedras brutas em chapas – A operação de corte das pedras em chapas é realizada em máquinas automáticas com serra circular de 420 a 600 mm de diâmetro. A serra está colocada no interior de uma caixa metálica. No fundo desta caixa é colocado um lubrificante, a empresa utiliza óleo diesel, que fica em contato com a parte inferior da serra. Quando a máquina está operando a caixa é completamente fechada por questões de segurança e limpeza. A empresa possui nove serras automáticas, o que representa uma capacidade superior a necessidade atual. Cada pedido costuma utilizar uma única máquina. Havendo vários pedidos, diversas máquinas são utilizadas ao mesmo tempo e operadas, geralmente, por apenas um funcionário o que resulta em eventuais esperas em uma máquina.

Pedras brutas, como por exemplo a ágata, após serem fixadas à máquina recebem um corte inicial com o objetivo de conhecer as características internas da pedra e decidir por sua utilização ou não para atender ao pedido. O tempo gasto para fixar a pedra varia de 2 a 5 minutos. A quantidade de chapas cortadas nesta operação é 50% maior do que a existente na ordem de produção, tendo em vista prováveis perdas nas operações seguintes. O cálculo do número de peças que renderá cada chapa pode ou não ser feito com o auxílio de um

paquímetro. A espessura de cada chapa costuma ser de 2 a 3 mm superior a espessura do produto final, geralmente a espessura total é entre 6 e 12 mm. As chapas cortadas dificilmente possuem uma espessura 100% uniforme, pois a lâmina da serra, devido ao esforço, costuma inclinar. O lote de peças cortadas é colocado ao lado da próxima operação, operação de recorte, distante em torno de 3 metros. Normalmente ocorre a formação de algum estoque intermediário.

5. Recortar em formas retangulares – O recorte é uma operação manual realizada como na Empresa 1, com folgas laterais de 2 a 3 mm. Assim, uma peça retangular de 12 x 18 mm é recortado com 15 x 21 mm. A serra manual tem batentes que auxiliam o operador na realização do recorte da pedra. Para o recorte de peças retangulares o ajuste necessita ser feito duas vezes e demora entre 2 e 5 minutos cada regulagem. A produtividade nesta operação é muito variada de acordo com o tipo e a qualidade da pedra trabalhada, ocorrendo seguidos problemas com lascas ou quebra das pedras em função de trincas existentes e outros motivos como a velocidade de corte. O percentual de pedras perdidas com pedras lascadas ou quebradas varia de 5 a até 50%. Parte das pedras com problemas e com ainda boa dimensão, prismas com pelo menos 10 mm de cada lado, costumam ser utilizadas na confecção de outros produtos finais, tais como estrela, meia-lua, coração e pingente, não produzidos nas cabocheiras. O lote pronto das peças acompanhado da ordem de produção são levados ao local onde é realizada a próxima operação distante 5 metros. É responsabilidade dos operadores a análise da qualidade peça por peça, retirando do processo as que não estão conformes. Há a formação de um pequeno estoque intermediário entre as operações.

6. Colar pinos nas pedras – A colagem dos pinos nas peças recortadas é feita utilizando um pó chamado de lacre, resultado de uma mistura, que aquecido se torna líquido e quando resfriado une as peças. Na operação de colagem o funcionário pega com uma pinça o pino aquecido em uma chapa metálica quente, passa rapidamente sobre o pó e procura colocá-lo no centro da base da pedra recortada. O funcionário não possui qualquer instrumento para encontrar o centro exato da peça, como na Empresa 1. Em dias de calor muito forte pode haver problemas de descolagem. Após a colagem, o lote das peças é levado para a operação 7 ou 8, ambas distantes 4 metros, onde se forma estoques intermediários maiores, pois a operação 8 é gargalo no sistema produtivo atual da empresa.

7. Retirar excesso na calibradora – Quando há máquina calibradora ociosa e fila de produtos para serem trabalhados na cabocheira, a empresa utilizada a calibradora para diminuir o gargalo da operação 8, através de um desbaste lateral que aproxima a peça à

dimensão do produto final, reduzindo o tempo da operação 8.

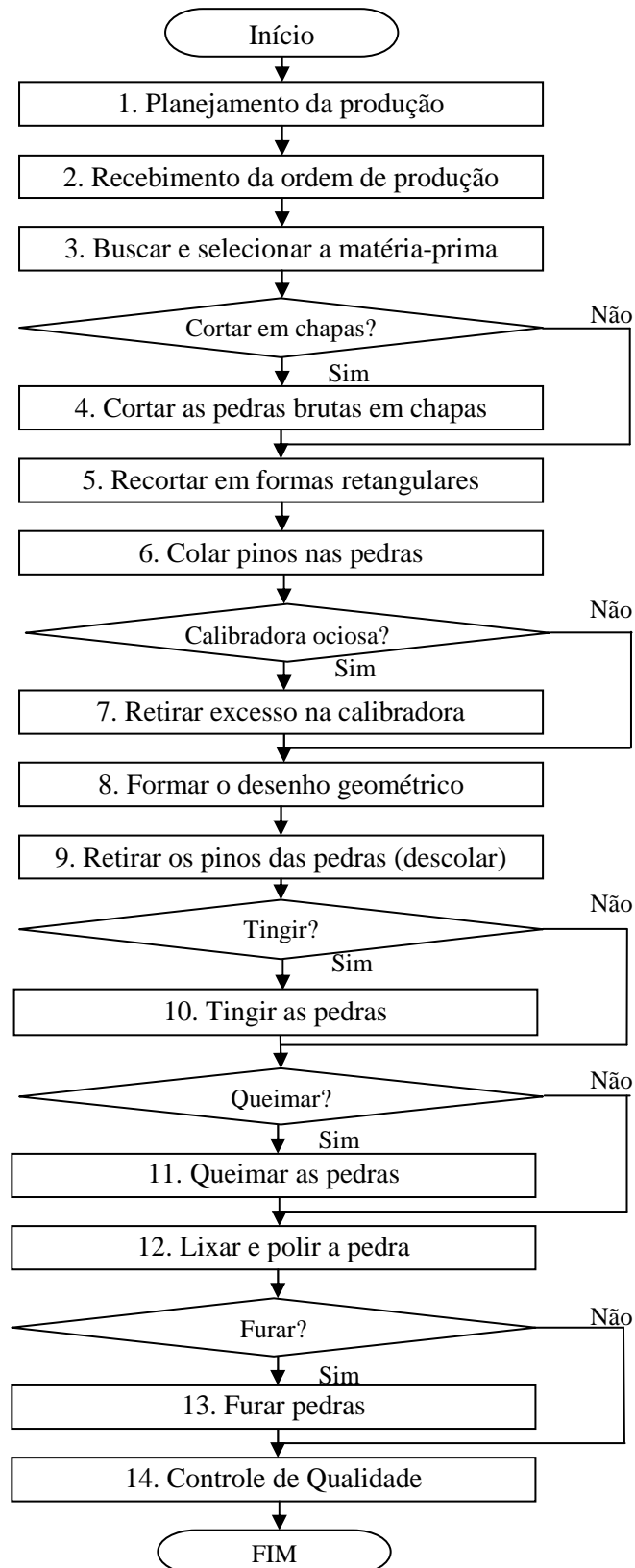


Figura 19 – Fluxograma do processo de produção na empresa 2

8. Formar o desenho geométrico (cabochão) – Nesta operação são utilizadas

geralmente máquinas cabocheiras como na Empresa 1. A Empresa 2 possui quatro cabocheiras manuais e nenhuma automática. O tempo gasto para desbastar uma pedra varia de acordo com o tamanho da pedra final e o tipo de pedra trabalhada. Um ciclo completo costuma demorar de 40 a 50 segundos nas pedras menores e menos duras, e até 150 segundos nas pedras maiores e mais duras. O tamanho do lote que a empresa costuma trabalhar varia entre 50 e 200 peças. O operador da máquina cabocheira faz uma análise visual da qualidade da pedra produzida e uma funcionária está encarregada de fazer uma análise mais detalhada, de tempo em tempo, utilizando um paquímetro para verificar as dimensões e anotar a quantidade produzida e rejeitada até no período analisado. O lote de peças formadas na cabocheira volta ao setor de colagem a 4 metros de distância onde a espera para ser processado é pequena.

9. Retirar os pinos das pedras (descolar) – Os pinos são descolados das pedras colocando as peças em água quente com um pouco de álcool. A operação é fácil e rápida de ser realizada e deixa as pedras limpas sem restos de lacre. O lote de peças é levado para o setor de tintura e polimento a 10 metros de distância onde a espera para ser processado costuma ser pequena.

10. Tingir as pedras – A operação de tintura ou tingimento só é realizada em certos tipos de pedras, principalmente a ágata que é a pedra mais trabalhada na empresa. Esta é uma operação muito demorada, variando o tempo para sua realização de acordo com o tipo de cor do produto final. A participação do funcionário se resume à preparação do banho, colocação e retirada das pedras no banho e na estufa, e controle da operação. Pedras tingidas em preto ficam três dias banhadas em uma solução dentro de uma estufa, enquanto que pedras com outras cores ficam até sete dias banhadas em solução dentro da estufa. O lote de peças tingidas pode passar para a operação de queima ou ir direto para a lixação e polimento. Ambas as operações ocorrem no mesmo ambiente não existindo praticamente transporte. O tempo de espera do lote, em ambos os casos, pode ser significativo devido ao demorado ciclo de cada uma das operações seguintes.

11. Queimar as pedras – Para a produção de alguns tipos de produtos finais, madreperla, por exemplo, as peças passam por uma queima em um forno, operação que demora em torno de 24 horas. As pedras são colocadas no forno com uma temperatura inicial por volta de 100 graus Celsius. Esta temperatura é aumentada em 20 graus Celsius a cada hora até chegar a 250 graus Celsius, temperatura na qual permanece por duas horas. O forno é desligado e fica fechado para o resfriamento natural até chegar a uma temperatura próxima da

ambiente.

12. Lixar e polir a pedra – A operação de lixação e polimento das pedras é realizada utilizando uma máquina vibradora onde são colocadas as pedras preciosas junto com outras pedras comuns, água e um pó abrasivo. A complexidade desta operação depende do tipo de pedra trabalhada. O ciclo completo desta operação para pedras duras como a ágata inicia permanecendo por duas etapas na máquina vibradora utilizando como pó a lixa 100, uma terceira etapa com a lixa 180, a quarta etapa com a lixa 400, a quinta etapa com a lixa 1000 e, a etapa final, o polimento utilizando trípoli. Em cada etapa as pedras permanecem por dezesseis horas na máquina vibradora e então são lavadas e adicionado o novo pó. Pedras menos duras começam o processo na lixa 180.

13. Furar pedras – A operação de furação é realizada em poucos produtos finais. É uma operação manual, feita em uma furadeira, que deve ser realizada após o polimento tendo em vista o preenchimento dos furos pelo pó.

14. Controle de Qualidade – O controle de qualidade final é realizado em todas as peças. O número de peças rejeitadas nesta inspeção é muito variado. Certos tipos de pedras costumam ter uma rejeição maior. O total de peças rejeitadas desde o início do processo, varia entre 5 a até um pouco mais de 50% em alguns casos. A empresa está atualmente tentando identificar as causas destas não conformidades, entretanto não há nenhuma técnica específica sendo utilizada.

## **b) Considerações diversas do processo na Empresa 2**

A compra da matéria-prima, como na Empresa 1, é realizada diretamente no local de venda pelo proprietário ou gerente da produção que escolhe as pedras. Quantidades menores são transportadas pelo próprio comprador, enquanto que quantidades maiores são enviadas via transportadora e entregues rapidamente. A maior dificuldade na compra está em encontrar todo o conjunto de pedras necessárias na qualidade e quantidade procurada.

Para evitar compras e deslocamentos muito seguidos a empresa opta por realizar algum estoque de pedras brutas. O valor médio mantido em estoque de pedras brutas gira em torno de R\$ 4.000,00. Algumas pedras ficam estocadas por mais do que 30 dias, por exemplo, a ágata. Pedras menos demandadas e de maior custo, costumam ficar menos em estoque. A formação de estoque intermediário é variável, mas costuma ser baixo devido a relação da capacidade de produção existente *versus* produção atual.

A empresa também mantém algum estoque de produtos acabados, resultado da superprodução em função das possíveis não conformidades. Para um pedido de 100 peças, são produzidas no corte chapas para 150 peças, visto que espera-se chegar no final do processo com 100 a 110 peças conformes. Estas peças são oferecidas aos compradores ou guardadas em estoque para futuras compras. Hoje a empresa tem um estoque razoável de produtos finais.

Quanto à manutenção de máquinas e equipamentos, a empresa tem apresentado problemas com paralisações da produção devido à quebra de máquinas, agindo geralmente de forma corretiva. Ciente desta situação, a empresa está estudando uma melhor maneira de atuar preventivamente e diminuir estes problemas. Sobre a realização de *setups*, observou-se exatamente o mesmo que na Empresa 1.

Quanto à melhoria nos processos através de novos métodos e redução de movimentos, observou-se pouco sendo realizado, embora os entrevistados tiverem afirmado que estão sempre buscando a melhoria da forma de produzir. A empresa realiza as atividades baseada no conhecimento passado pelos fabricantes de máquinas e na experiência dos funcionários.

Os dados apresentados permitem algumas conclusões sobre questões pertinentes aos processos produtivos das empresas analisadas, base para a formação de um diagnóstico do setor.

## **4.2 DIAGNÓSTICO**

Esta seção analisa os dados levantados e descritos na seção 4.1, relacionando, identificando e classificando características dos processos produtivos, para fundamentar um diagnóstico das empresas do setor na região e, em seguida, encaminhar um modelo, baseado em técnicas, ferramentas e outras ações, para análise e redução de perdas nos processos de produção.

### **4.2.1 Análise dos dados levantados**

A análise neste item é realizada, principalmente, através de comparações entre os diversos dados levantados. A Tabela 36 relaciona o número e variedade de máquinas existentes nas empresas pesquisadas com o porte destas, e mostra que as empresas familiares não possuem maquinário apropriado o que dificulta o seu crescimento, enquanto que nas empresas de médio porte esta dificuldade é menor.



Tabela 36 – Tamanho das empresas *versus* conjunto de máquinas existente

<b>Tamanho</b>	familiar	pequena	média	<b>TOTAL</b>
<b>Máquinas existentes</b>				
Pouca variedade	25,0%	6,3%	0,0%	31,3%
Média Variedade	31,3%	9,4%	3,1%	43,8%
Média Variedade com Cabucheira	3,1%	6,3%	6,3%	15,6%
Alta Variedade com Cabucheira	0,0%	3,1%	6,3%	9,4%
<b>TOTAL</b>	59,4%	25,0%	15,6%	100,0%

A maioria dos processos realizados no setor tem como característica o alto grau de manufatura e a baixíssima automação. A inexistência de maquinário adequado para o aumento da produtividade e qualidade dos produtos foi citada como uma dificuldade pelos entrevistados e verificado quando da realização do mapeamento. Uma parte significativa das máquinas existentes foi produzida de forma artesanal, sob encomenda a mecânicos da região ou através de fabricação própria. Há dificuldade de acesso e capacidade de investimento, principalmente das empresas de pequeno porte, ao maquinário específico oferecido no mercado para o setor, muitas vezes produzido somente no exterior. A relação do tamanho da empresa com o grau de dificuldade percebido para realizar melhorias nos processos produtivos devido à falta de máquinas ideais, conforme Tabela 37, mostrou uma maior dificuldade por parte das empresas de menor porte em relação às de maior porte.

Tabela 37 – Tamanho das empresas *versus* dificuldade devido à ausência de máquinas

<b>Tamanho</b>	familiar	pequena	média	<b>TOTAL</b>
<b>Ausência de Máquinas</b>				
Grande Dificuldade	30,0%	6,7%	3,3%	40,0%
Média Dificuldade	0,0%	6,7%	3,3%	10,0%
Pouca Dificuldade	10,0%	6,7%	0,0%	16,7%
Nenhuma Dificuldade	16,7%	6,7%	10,0%	33,3%
<b>TOTAL</b>	56,7%	26,7%	16,7%	100,0%

\* Duas empresas não responderam esta questão

Relacionando o tamanho das empresas com a escolaridade da maioria dos funcionários, conforme Tabela 38, verifica-se o aumento desta de acordo com o tamanho da empresa. A relação também mostra que todas as empresas com escolaridade superior completo ou incompleto são empresas familiares, ou seja, os proprietários e seus familiares possuem maior escolaridade e os funcionários contratados pelas empresas normalmente têm escolaridade menor.

A escolaridade da maioria dos funcionários relacionada à dificuldade em processar a matéria-prima, conforme Tabela 39, não mostrou diferenças significativas, exceto nas

empresas com grau de escolaridade superior, onde a dificuldade com o processamento, segundo os entrevistados, reduz para zero.

Tabela 38 – Tamanho das empresas *versus* escolaridade da maioria dos funcionários

<b>Tamanho</b>	familiar	pequena	média	<b>TOTAL</b>
<b>Escolaridade dos Funcionários</b>				
Fundamental incompleto	57,9%	50,0%	20,0%	50,0%
Fundamental completo	21,1%	12,5%	20,0%	18,8%
Médio completo	5,3%	37,5%	60,0%	21,9%
Superior completo ou incompleto	15,7%	0,0%	0,0%	9,3%
<b>TOTAL</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 39 – Escolaridade dos funcionários *versus* dificuldade em processar a matéria-prima

<b>Escolaridade</b>	Fundamental Incompleto	Fundamental Completo	Médio Completo	Superior	<b>TOTAL</b>
<b>Processar MP</b>					
Grande Dificuldade	31,3%	50,0%	57,1%	0,0%	37,5%
Média Dificuldade	43,8%	0,0%	28,6%	0,0%	28,1%
Pouca Dificuldade	18,8%	16,7%	0,0%	0,0%	12,5%
Nenhuma Dificuldade	6,3%	16,7%	14,3%	100,0%	18,8%
Não- resposta	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%	3,1%
<b>TOTAL</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

A Tabela 40 que relaciona o tamanho da empresa com o destino das vendas, mostra uma maior dificuldade das empresas de menor porte em realizar vendas fora do estado do RS, enquanto que a maioria das empresas de médio porte vendem para diversos estados do Brasil e para o exterior.

Tabela 40 – Tamanho das empresas *versus* destino das vendas

<b>Tamanho</b>	familiar	pequena	média	<b>TOTAL</b>
<b>Destino Vendas</b>				
RS	52,6%	25,0%	0,0%	37,5%
Brasil	21,1%	12,5%	20,0%	18,8%
Brasil e Exterior	21,1%	50,0%	60,0%	34,4%
Exterior	5,3%	12,5%	0,0%	6,3%
Não-resposta	0,0%	0,0%	20,0%	3,1%
<b>TOTAL</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

A qualidade das pedras brutas é uma das causas primeiras para as dificuldades na produção de pedras beneficiadas, conforme Tabelas 20 e 23 que apresentam dados referentes à matéria-prima. Os dados levantados sobre a dificuldade das empresas beneficiadoras com a qualidade das pedras brutas cruzados com a dificuldade em processar estas pedras mostra que a maioria das empresas que acredita ter dificuldades devido à qualidade insatisfatória das pedras brutas também tem dificuldade com o processamento destas, conforme Tabela 41.

Entretanto, todas as empresas que percebem pouca dificuldade com a matéria-prima afirmaram ter grande dificuldade para processá-las.

Tabela 41 – Dificuldade com a qualidade da matéria-prima *versus* dificuldade em processar a matéria-prima

<b>Processar MP</b> <b>Qualidade MP</b>	Grande Dificuldade	Média Dificuldade	Pouca Dificuldade	Nenhuma Dificuldade	<b>TOTAL</b>
Grande Dificuldade	25,0%	55,6%	25,0%	16,7%	31,3%
Média Dificuldade	33,3%	22,2%	75,0%	33,3%	37,5%
Pouca Dificuldade	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%
Nenhuma Dificuldade	8,3%	22,2%	0,0%	50,0%	18,8%
<b>TOTAL</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

A forma de realizar a operação de corte relacionado ao tamanho das empresas mostrou que um percentual significativo das empresas de maior tamanho realiza esta operação seguindo um padrão de trabalho com uma análise da dimensão de cada pedra em função do tamanho e quantidade das peças a serem produzidas. Situação oposta ocorre quando a análise é feita com as empresas familiares que geralmente realizam a operação baseadas unicamente na experiência do operador ou no máximo há uma padronização, mas sem análise da dimensão, conforme Tabela 42.

Tabela 42 – Tamanho das empresas *versus* forma de realizar a operação de corte das pedras brutas

<b>Tamanho</b>	familiar	pequena	média	<b>TOTAL</b>
<b>Operação Corte</b>				
Experiência Operador	71,40%	21,40%	7,10%	100,00%
Padronizada	66,70%	33,30%	0,00%	100,00%
Padr. Análise Dimensão	14,30%	28,60%	57,10%	100,00%
Não-resposta	75,00%	25,00%	0,00%	100,00%
<b>TOTAL</b>	59,40%	25,00%	15,60%	100,00%

A percepção da ocorrência de perdas ou problemas nos processos produtivos relacionados à convicção de redução destes com a aplicação de técnicas ou ferramentas no sistema produtivo, conforme Tabela 43, mostrou que a maioria daquelas empresas que percebem perdas também acredita na aplicação de técnicas e ferramentas como forma de melhorar o processo produtivo.

A Figura 20 faz uma comparação entre a importância dada a objetivos de desempenho pelos fornecedores de pedras beneficiadas, a importância dada pelos seus clientes e a avaliação comparativa com seus concorrentes atuais, conforme dados apresentados nas Tabelas 25, 26 e 35. A seqüência de prioridade dada à maioria dos objetivos nas três pesquisas comparadas é semelhante, exceto os objetivos de desempenho baixo custo e

flexibilidade no produto. Os esforços realizados pelas empresas beneficiadoras na produção de produtos diferentes é maior que o valor dado pelos clientes, enquanto que estes percebem maior valor no custo de produção em comparação à percepção daquelas empresas.

Tabela 43 – Aplicação de técnicas *versus* percepção de problemas nos processos produtivos

Aplicação Técnicas	Melhora Muito	Melhora Pouco	Melhora Pouco	Não Melhora	Não tem Opinião	TOTAL
Há muitas perdas	69,2%	42,9%	0,0%	20,0%	0,0%	40,6%
Há algumas perdas	30,8%	42,9%	80,0%	60,0%	50,0%	46,9%
Não há perdas	0,0%	0,0%	20,0%	20,0%	50,0%	9,4%
Não tem opinião	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%
<b>TOTAL</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

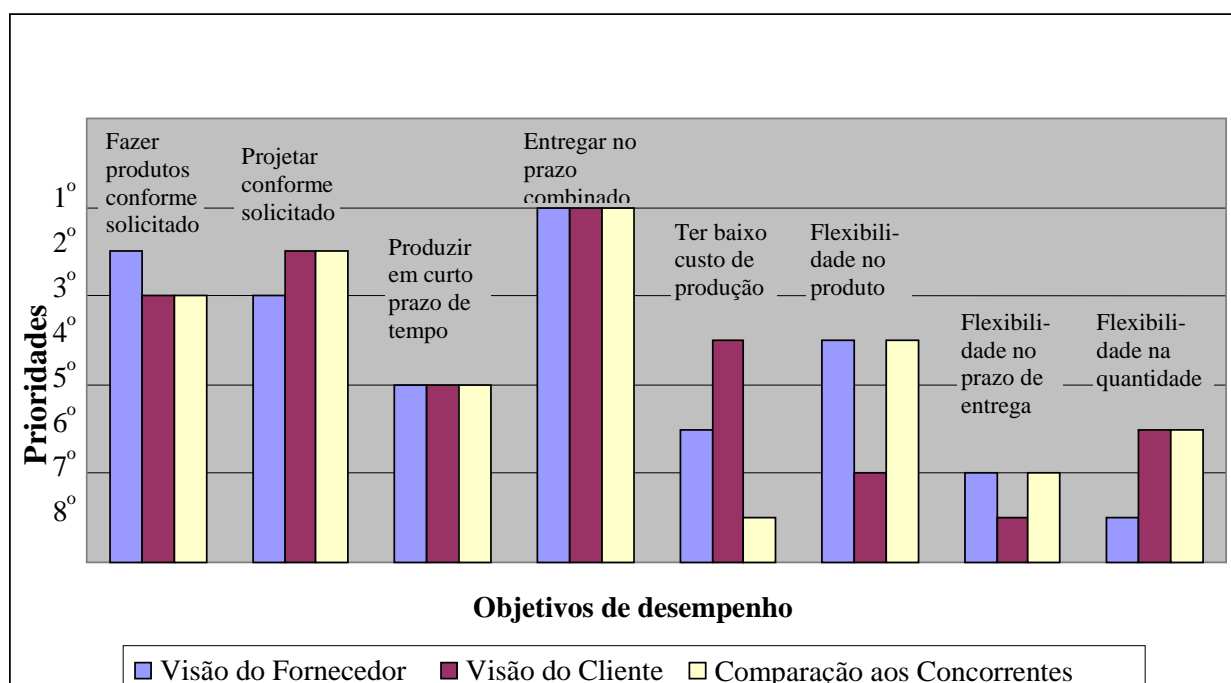


Figura 20 – Comparação da importância dada a objetivos de desempenho

O objetivo de desempenho confiabilidade no prazo de entrega foi o primeiro nos três levantamentos apresentados na Figura 20. Entretanto, este objetivo foi apontado, nas questões abertas e nos itens das Tabelas 24 e 33 que tratam desta questão, como uma dificuldade na relação fornecedor com cliente. Nestas mesmas tabelas, o prazo para entrega das pedras pelas empresas beneficiadoras e colocações realizadas nas questões abertas, também mostram a existência de uma necessidade por parte dos clientes que não está sendo atendida pelos fornecedores, representando um problema na relação destas duas partes da cadeia produtiva, embora o objetivo rapidez na produção estar ordenado na quinta posição em todos os três levantamentos apresentados na Figura 20. Conclui-se que cumprir o prazo de entrega combinado e produzir com rapidez são objetivos importantes para os clientes e que não estão

sendo atendidos a contento pelos fornecedores, mas a confiabilidade no prazo de entrega tem uma percepção de valor maior para aqueles.

Os objetivos fazer como solicitado pelo cliente e projetar como solicitado pelo cliente se intercalam nos quesitos mostrados na Figura 20 na segunda e terceira posições, o que demonstra a importância destes ao setor. Os itens da Tabela 33 e as questões abertas colocadas pelos entrevistados referentes a estes dois objetivos de desempenho, mostram que há problemas nos processos produtivos, principalmente a produção na dimensão correta das peças. Fatores diversos implicam na redução da qualidade dos produtos, como maquinário existente, grau de instrução dos funcionários, qualidade da matéria-prima insatisfatória e esforço na melhoria dos processos através da implantação de novas técnicas e ferramentas, e serão analisados nos parágrafos seguintes.

As tabelas 44 e 45 mostram que, para os dois principais objetivos de desempenho, confiabilidade de entrega e produzir com qualidade, a percepção positiva das empresas de maior porte, quando estas se comparam aos seus concorrentes nestes dois itens, é superior a das empresas menores.

Tabela 44 – Tamanho da empresa *versus* comparação com concorrentes no objetivo confiabilidade de entrega

<b>Tamanho</b>	familiar	pequena	média	<b>TOTAL</b>
<b>Comparação Confiabilidade</b>				
5	47,4%	62,5%	0,0%	43,7%
6	15,8%	12,5%	0,0%	12,5%
7	0,0%	12,5%	20,0%	6,3%
8	10,5%	12,5%	40,0%	15,6%
9	5,3%	0,0%	20,0%	6,3%
10	21,1%	0,0%	20,0%	15,6%
<b>TOTAL</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 45 – Tamanho da empresa *versus* comparação com concorrentes no objetivo qualidade

<b>Tamanho</b>	familiar	pequena	média	<b>TOTAL</b>
<b>Comparação Qualidade</b>				
1	5,3%	0,0%	0,0%	3,1%
4	0,0%	12,5%	20,0%	6,3%
5	31,6%	62,5%	20,0%	37,5%
6	15,8%	12,5%	0,0%	12,5%
8	31,6%	12,5%	0,0%	21,9%
9	0,0%	0,0%	40,0%	6,3%
10	15,8%	0,0%	20,0%	12,5%
<b>TOTAL</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

#### 4.2.2 Diagnóstico final

O material descrito e analisado neste trabalho demonstra situações que levam a algumas conclusões relacionadas a perdas e problemas nas empresas beneficiadoras de pedras preciosas do Vale do Taquari, em especial, nos seus processos de produção. Estas conclusões estão divididas em dois tipos principais.

##### 1. Questões gerais, econômicas e de mercado:

- a venda de pedras brutas ao exterior tem isenção tributária ou alíquotas baixas, enquanto que o beneficiamento destas realizado no Brasil e a industrialização de produtos finais utilizando pedras beneficiadas têm uma alta carga tributária;

- a moeda brasileira valorizada dificulta a colocação dos produtos no mercado interno e externo;

- o difícil acesso ao crédito bancário e as altas taxas de juros dificultam a realização de investimentos nas empresas;

- a falta de informação e o não acesso ao mercado global de máquinas e equipamentos afastam as empresas, principalmente as menores, dos avanços tecnológicos no setor;

- a descrença no resultado do trabalho em grupo, na troca de informações e no crescimento do setor como um todo;

- a pouca divulgação e marketing do potencial de produção das empresas, tornam-nas desconhecidas, reduzindo o seu potencial de venda;

- a estagnação do setor de beneficiamento na região nos últimos anos.

##### 2. Questões específicas dos processos produtivos:

- a dificuldade para a compra de pedras brutas com dimensão e qualidade padronizada eleva o custo do processo de compra, em função do desperdício de tempo na procura de matéria-prima que atenda às necessidades;

- os problemas com a qualidade da pedra bruta e a sobra de material devido à dimensão menor ou diferente da necessária, resultam em um pequeno índice de aproveitamento da matéria-prima e a perdas de trabalho;

- perdas na produção de peças não conformes e o retrabalho;

- alto *lead time* que dificulta, principalmente, o cumprimento do prazo de entrega;
- mão-de-obra pouco treinada e não motivada para a realização do trabalho e melhorias contínuas nos processos;
- a inexistência, na maioria das empresas, de cultura voltada à melhoria dos processos através de análises dos processos e aplicação de técnicas e ferramentas;
- planejamento da produção inexistente ou inadequado gera a formação de estoques, aumento do *lead time* de produção, dificuldade para cumprir o prazo de entrega e formação de estoques;
- inexistência de balanceamento da capacidade produtiva resulta em gargalos e folgas entre operações;
- a superprodução quantitativa em função da indefinição no início do processo de peças finais conformes;
- produção sob pedido em lotes geralmente pequenos e com características variadas;
- problemas com a manutenção das máquinas que resulta em paradas de produção e qualidade inferior;
- processo com característica predominante manual e pequena automação;
- movimentos desnecessários e possibilidade de métodos de produção mais produtivos;
- tempo para troca de ferramentas ou preparação das operações é, geralmente, pequeno, mas pode ser reduzido;
- *layout* da empresa, principalmente nas de menor porte, está formado de acordo com o espaço físico existente.

As questões apresentadas na análise e diagnóstico final servem de base para a definição do modelo proposto, objetivo deste trabalho.

#### **4.3 MODELO PARA ANÁLISE DE PROCESSOS E REDUÇÃO DE PERDAS**

Esta seção estabelece a proposição de um modelo a ser aplicado nas empresas do setor de beneficiamento de pedras preciosas na região do Vale do Taquari, um dos focos deste trabalho, e com possibilidade de aplicação em empresas de outras regiões do mesmo ou de outro setor produtivo, desde que haja ambientes internos e externos semelhantes. O modelo é

composto de uma série de procedimentos, divididos em duas etapas principais: (i) análise dos processos e (ii) redução de perdas.

### **4.3.1 Análise dos processos**

Este item apresenta, inicialmente, uma exposição de indicadores ora existentes nas empresas analisadas, chamados de indicadores presentes, e, em seguida, uma análise preliminar relacionando questões postas na seção 4.2 com as sete grandes perdas. A análise dos dados levantados serviu como ponto de partida para a realização do modelo de análise propriamente dito.

#### **4.3.1.1 Indicadores presentes**

O autoconhecimento dos seus processos produtivos é realizado através de ações diferentes nas diversas empresas analisadas. Quando perguntadas sobre indicadores, observou-se a inexistência, principalmente em empresas familiares, de um trabalho voltado ao levantamento destes; e, por conseqüência, pode-se afirmar que há o desconhecimento de questões dos processos produtivos ora existentes. O resultado entre valores recebidos e valores gastos em um período, e a quantidade média produzida por dia, são os indicadores geralmente encontrados. Alguns entrevistados consideram inclusive os gastos com a manutenção da família como um dos componentes do indicador de resultado financeiro da empresa, antes citado.

Entretanto, empresas com maior esclarecimento sobre gestão e melhoria dos processos, empenham-se na busca de outros indicadores além daqueles citados no parágrafo anterior, tais como: (i) o índice de peças finais conformes em função do número de peças recortadas no início do processo; (ii) número de reclamações de clientes e a classificação do motivo destas; (iii) número de paradas de máquinas e o respectivo motivo; (iv) índice de produtividade em função do número de funcionários, que relaciona o número de funcionários contratados e a receita total; (v) índice de pedidos entregues no prazo.

Baseado nos questionários, nas questões abertas e nos mapeamentos dos processos, alguns indicadores presentes foram levantados e servem para a análise preliminar. O desempenho do setor na região, um indicador abrangente e de difícil quantificação, visto a falta de dados sobre o número total de empresas e o valor comercializado, mostrou uma tendência de declínio na última década, motivado principalmente pelo resultado financeiro



insatisfatório.

No setor de produção, as informações obtidas ou observadas sobre indicadores são: (i) índice de peças finais conformes comparado ao número de peças cortadas ou recortadas na operação inicial, mostra índices diferentes de acordo com o tipo de pedra trabalhada, variando de 90% até apenas 30% de peças conformes; (ii) índice de parada de produção devido a problemas de manutenção é considerado baixo, mais significativo nas empresas de porte menor, mas não há números levantados; (iii) tempo para a realização da troca de ferramentas é geralmente entre 1 e 5 minutos; (iv) índice de entregas após o prazo combinado é significativo; (v) *lead time*, principalmente em processos com tingimento e polimento, é alto chegando há até 7 dias.

#### **4.3.1.2 Análise preliminar**

A maioria das empresas, conforme Tabela 18, percebe a existência de perdas nos seus processos, entretanto não podem quantificá-las devido à falta de dados e indicadores, o que também prejudica a tomada de decisões e a realização de melhorias nos processos. Assim, para a análise e redução das perdas, é necessário inicialmente o levantamento de outros indicadores e de dados do sistema produtivo, além daqueles já existentes nas empresas, que possibilitem o conhecimento detalhado de cada operação e do processo como um todo, do entendimento das causas das perdas, da definição de quais perdas são prioritárias e, posteriormente, quais ferramentas ou técnicas se adaptam melhor as necessidades demonstradas.

Quanto à capacitação do quadro de pessoal ora existente para a aplicação de ferramentas, principalmente nas empresas de menor porte, observou-se que há despreparo, sendo necessária a contratação de pessoal com maior conhecimento ou serviços externos. A Figura 21 relaciona questões importantes descritas no item anterior e no 4.2.2 deste trabalho com as sete perdas definidas por Ohno e Shingo, antes de propor o modelo de análise propriamente dito, com o objetivo de entender melhor os dados levantados e definir os pontos principais necessários para análise.

A definição de modelos ou quaisquer sistemas para análise e redução das perdas passa pelo entendimento de dados pré-existentes no ambiente onde serão aplicados. Assim, para uma definição eficaz é importante o conhecimento preliminar das principais questões, dados que podem ser obtidos através da aplicação da ferramenta mapeamento do fluxo de

valor dos processos.

Perda	Questões principais
Superprodução	Sobra de produtos acabados devido à indefinição de produtos finais conformes.
Processamento propriamente dito	Corte das pedras brutas sem análise da dimensão destas, em função da quantidade de produtos finais necessários. Corte e recorte das pedras brutas com dimensões superiores as necessárias para evitar problemas no final do processo. Quebra das pedras no recorte devido a trincas e forma de realizar o trabalho. Colagem descentralizada dos pinos nas peças e sem o auxílio de ferramentas.
Fabricação de produto defeituoso	Peças não conformes quanto à dimensão, principal causa, forma geométrica, acabamento e cor quando tingidas.
Transporte	<i>Layout</i> geralmente está em função do espaço físico existente e não pela forma ideal de realizar o processo.
Espera	De acordo com a capacidade produtiva de cada empresa, há a formação de gargalos e conseqüente espera de material pelo processamento. Não há um planejamento da produção que contemple questões como o seqüenciamento ideal para evitar esperas e ociosidades de capacidade.
Estoque	Formação de algum estoque de matéria-prima, que é justificado pelas empresas devido ao trabalho para a realização de compras e ao baixo custo da maioria das pedras brutas.
Movimento	Há movimentos desnecessários na maioria das operações que podem ser eliminados. Alguns dos movimentos necessários podem ser automatizados.

Figura 21 – Questões classificadas de acordo com as sete perdas

#### 4.3.1.3 Análise

Baseado no item anterior, o modelo sugerido para análise possui a seguinte seqüência de atividades: (i) definição de quem irá realizar cada atividade; (ii) levantamento do atual roteiro de produção; (iii) levantamento do tempo-padrão de cada atividade; (iv) levantamento de dados através da folha de verificação; (v) levantamento dos indicadores de produção; (vi) análise de valor; (vii) definição das perdas e seu grau de relevância utilizando o gráfico de Pareto se possível.

Para a realização das tarefas propostas neste modelo há que se definir inicialmente quais as habilidades e capacidades necessárias dos funcionários envolvidos e a necessidade ou não de contratar pessoal externo à empresa. Dois fatores são importantes para esta definição,

ou seja, o grau de instrução existente nos diversos níveis dentro da empresa, funcionários, gerência da produção e administração, e o tamanho desta paralelamente com a complexidade dos processos lá realizados. Maior o grau de instrução, menor tamanho e menor complexidade dos processos representam menor necessidade de contratação de serviços externos a empresa e vice-versa, como sugere a Figura 22 que define quem deve realizar as atividades de análise propostas no modelo, comparando o grau de instrução dos funcionários e a complexidade dos processos realizados pela empresa. Para a definição de quem irá executar o trabalho também se deve considerar a importância da etapa de levantamento de dados e informações para a execução das demais etapas, assim como, a motivação e o envolvimento dos funcionários com sua maior ou menor participação nestas atividades.

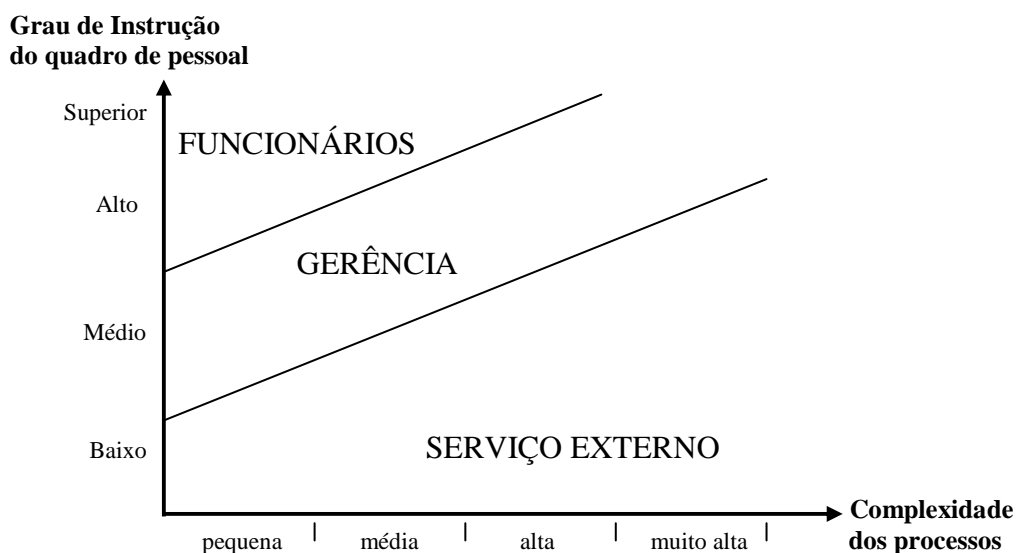


Figura 22 – Responsabilidade pelo trabalho: grau de instrução *versus* complexidade dos processos

O roteiro de produção deve descrever de forma clara, objetiva, completa e seqüenciada todo o conjunto de atividades realizadas em cada processo produtivo, indicando os recursos utilizados em cada atividade. Além de indicar pessoas, máquinas, equipamentos e instalações envolvidos, também há necessidade de determinar o tempo padrão para a realização de cada uma destas atividades e o tempo de utilização de cada um dos recursos. Para tanto se faz necessário o levantamento dos tempos padrão através de cronoanálise ou outro método de levantamento destes que são dados básicos para realizar a programação e o balanceamento da produção de forma eficaz, e levantar os custos de execução das atividades. Paralelamente ao levantamento dos tempos padrão, deve-se coletar dados dos processos utilizando a folha de verificação com o objetivo de identificar problemas e quantificá-los.

A análise eficaz dos processos e de suas perdas passa pela definição de indicadores

de produção, como por exemplo, o índice de peças conformes e a produtividade por recurso, capazes de mostrar a existência ou não de perdas, bem como a localização e quantificação destas. De posse dos dados levantados no item anterior, as empresas definem indicadores, tais como os demonstrados na Figura 23, que relaciona indicadores importantes para as empresas a uma perda ocorrida nos processos. Ou seja, há indicadores que fornecem elementos para conhecer diversas perdas, mas aqui relacionamos cada perda a apenas um indicador.

PERDA	INDICADOR	FÓRMULA	OBJETIVO
1. Superprodução de produtos acabados	Índice de produtividade de peças conformes	$\frac{\text{Peças cortadas}}{\text{Peças finais conformes}}$	Conhecer o % de peças perdidas durante o processo.
	Índice de atendimento ao cliente	$\frac{\text{Peças finais conformes}}{\text{Quantidade solicitada}}$	% de peças finais produzidas em função da quantidade solicitada pelo cliente.
2. Processamento propriamente dito	Índice de produtividade em cada operação (capacidade produtiva)	$\frac{\text{Peças produzidas}}{\text{Capacidade produtiva}}$	Nº de peças produzidas em cada operação em função da capacidade produtiva instalada.
	Índice de produtividade em cada operação (tempo padrão)	$\frac{\text{Peças produzidas}}{\text{Tempo padrão}}$	Nº de peças produzidas em cada operação em função do tempo padrão.
	Índice de desperdício (matéria-prima)	$\frac{\text{Peças produzidas (kg)}}{\text{Matéria-prima (kg)}}$	% do peso dos produtos finais em função do peso da matéria-prima.
	Índice de paradas de máquinas	$\frac{\text{Horas máquinas paradas}}{\text{Horas trabalhadas}}$	% do tempo total de máquinas paradas para manutenção de máquinas em relação ao tempo total trabalhado.
	Índice do tempo para troca de ferramentas	$\frac{\text{Horas paradas para TRF}}{\text{Horas trabalhadas}}$	% do tempo total de máquinas paradas para troca de ferramentas em relação ao tempo total trabalhado.
3. Fabricação de produto defeituoso	Índice de desperdício (peças)	$\frac{\text{Peças refugadas}}{\text{Peças produzidas}}$	% de peças perdidas em função do nº total de peças produzidas, com subdivisão por motivo.
	Índice de retrabalho (peças)	$\frac{\text{Peças com retrabalho}}{\text{Peças produzidas}}$	% de peças retrabalhadas em função do nº total de peças produzidas, com subdivisão por motivo.
	Índice de reclamações dos clientes	$\frac{\text{Reclamações recebidas}}{\text{Nº de produtos entregues}}$	% do desempenho dos produtos entregues na visão do cliente, com subdivisão por motivo.

Figura 23 – Indicadores pertinentes a perdas levantadas – Continua

Figura 23 – Indicadores pertinentes a perdas levantadas - Continuação

4. Transporte	Índice das operações de transporte	$\frac{\text{Tempo total de transporte}}{\text{Tempo padrão da operação ou processo}}$	% de tempo destino ao transporte em função do tempo total da operação ou do processo
5. Espera	Índice do tempo de espera nas operações	$\frac{\text{Tempo total de espera}}{\text{Tempo padrão da operação ou processo}}$	% de tempo de espera em função do tempo total da operação ou do processo
6. Estoque	Giro de estoque	$\frac{\text{Valor líquido das vendas}}{\text{Valor médio em estoque}}$	% de R\$ estocados em função do faturamento anual.
7. Movimento	Índice de automação	$\frac{\text{Operações automatizadas}}{\text{Operações totais}}$	% de operações automatizadas em relação ao número de operações totais.

Figura 23 – Indicadores pertinentes a perdas levantadas

Vários outros indicadores, além dos apresentados na Figura 23, podem ser utilizados de acordo com a realidade de cada empresa, tais como: (i) índice de acidentes em relação ao número total de funcionários em determinado período; (ii) índice de horas de treinamento em relação ao número total de funcionários em determinado período; (iii) índice de produtividade em função do número de funcionários, que relaciona o número de funcionários contratados e a receita total; (vi) índice de pedidos entregues no prazo; (v) *lead time* de produção.

Atividade seguinte ao roteiro completo de produção e ao levantamento de dados e indicadores é a realização da análise de valor de todas as atividades que compõem cada roteiro com o objetivo de expor as perdas nos processos produtivos sob a perspectiva da definição de valor para o cliente final. De acordo com o valor agregado, as atividades são consideradas ou não perdas. O tempo de valor agregado em uma atividade realizada por um funcionário ou máquina comparado ao tempo total definirá o percentual de perda em cada atividade. As perdas levantadas são então classificadas de acordo com o tipo e o grau de relevância, importante na definição das técnicas ou ferramentas a utilizar e quais são prioritárias. Se possível, utiliza-se o gráfico de Pareto para facilitar a visualização de quais perdas são realmente significativas.

#### 4.3.2 Redução de perdas

A segunda etapa do modelo utiliza as informações levantadas e descritas no item anterior e segue a seguinte seqüência de atividades: (i) definição das causas das perdas; (ii) técnicas e ferramentas de redução de perdas; (iii) monitoramento. A Figura 24 mostra o caminho percorrido para a eliminação das perdas, um modelo cíclico de funcionamento.

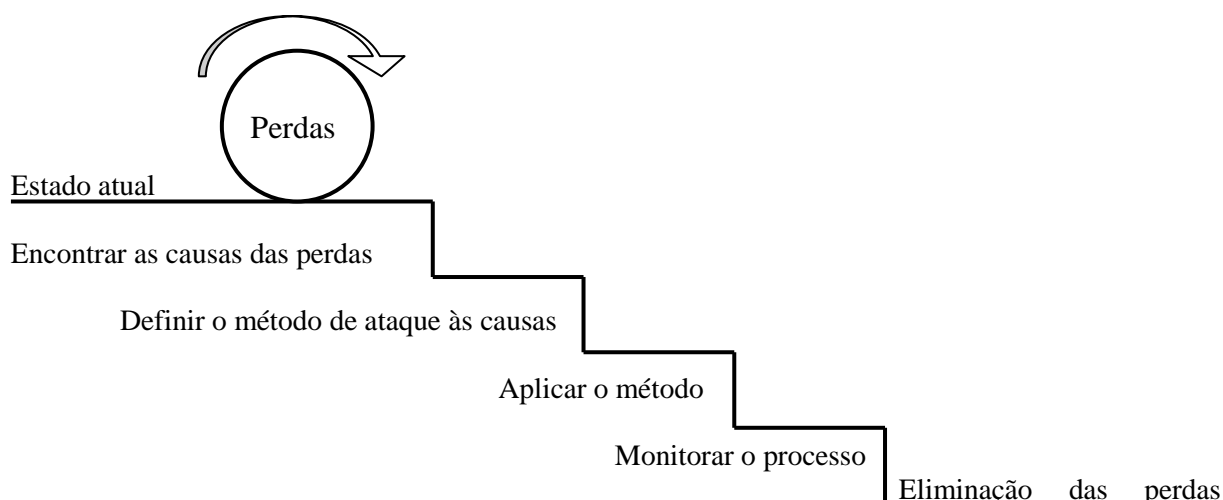


Figura 24 – Caminho para eliminação das perdas

Para a atividade inicial desta etapa, o modelo sugere as seguintes ferramentas para encontrar e definir as causas das perdas levantadas na etapa anterior: (i) cinco porquês; (ii) 5W1H; (iii) diagrama de causa e efeito; (iv) *brainstorming*. Estas são ferramentas investigativas das causas iniciais e reais de perdas e problemas nos processos produtivos. A seqüência apresentada acima é considerada a ideal, em função da facilidade de aplicação *versus* resultado. Se a utilização da primeira ferramenta for suficiente para o conhecimento das causas, não são aplicadas as demais. Se nesta fase forem necessárias novas informações não levantadas na etapa de análise, utiliza-se a folha de verificação acompanhada do gráfico de Pareto ou histograma, se possível. Todos os métodos aqui propostos costumam produzir resultados consistentes ou suficientes para o entendimento dos problemas e devem ser aplicados por pessoas treinadas e capacitadas.

Dado o diagnóstico e conhecidas as causas das perdas, parte-se para a efetiva redução destas através de ações de enxugamento e melhoria dos processos que as eliminem. Inspirado na Estratégia SOBANE (*Screening, Observation, Analysis, Expertise*), montou-se um esquema de ataque às perdas, como mostrado na Figura 25, que está dividido em quatro momentos: (i) ação direta; (ii) ação analisada; (iii) ação indireta; (vi) ação específica.

Segundo Malchaire (2004), SOBANE é uma estratégia de prevenção dos riscos que aborda progressivamente as situações de trabalho nas empresas de diferentes portes e está dividida nos seguintes níveis que resultam na prevenção: primeiro, o diagnóstico preliminar (*Screening*) que detecta ou reconhece os fatores de riscos e coloca em prática soluções evidentes; segundo, a observação (*Observation*) que trabalha os problemas não resolvidos no nível anterior, discutindo as causas e as soluções destes de maneira detalhada; terceiro, a

análise (*Analysis*) que, quando necessário, busca um profissional especializado para realizar medições indispensáveis para desenvolver soluções específicas; e quarto, a perícia (*Expertise*) quando um especialista é indispensável para o estudo e resolução de um problema específico.

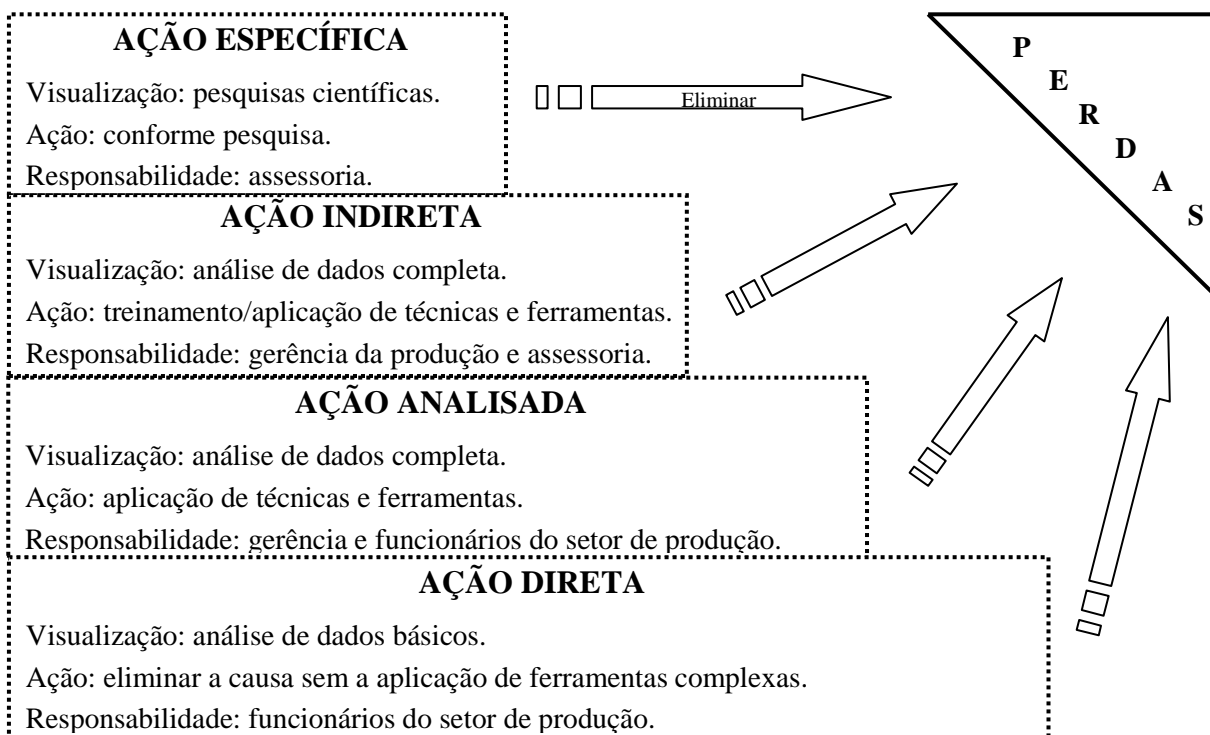


Figura 25 – Esquema para ataque e redução das perdas

No modelo descrito na figura 25 as etapas: Ação Direta, Ação Analisada, Ação Indireta e Ação Específica corresponderiam respectivamente por analogia às etapas *Screening*, *Observation*, *Analysis* e *Expertise* da estratégia SOBANE.

Assim, as perdas visualizadas com o simples levantamento de dados ou através de indicadores, e eliminadas sem a necessidade de técnicas ou ferramentas, fazem parte do grupo de perdas atacadas por Ação Direta. Ou seja, aquelas que são eliminadas de forma simples e rápida, bastando para isto a identificação da causa, a qual será suprimida ou alterada sem a necessidade de um trabalho complexo e demorado. A identificação da causa e respectiva correção são feitas pelos próprios funcionários da empresa a partir do momento que recebem informações básicas sobre o sistema produtivo e percebem a existência de perdas. Visto a simplicidade, estas são eliminadas diretamente sem a aplicação de qualquer ferramenta, dando aos funcionários a responsabilidade pela ação de eliminá-las. Nesta fase do esquema são utilizadas as informações da etapa anterior, tais como, roteiro de produção, tempos padrão, indicadores de produção e folha de verificação, e, se for o caso, organizadas em histogramas ou gráficos de Pareto.

A Ação Analisada visualiza as perdas e suas causas de forma completa, resultado da aplicação de ferramentas na etapa de análise do processo, para então realizar a redução ou eliminação destas. São perdas e causas geralmente mais complexas, não visualizadas ou eliminadas na fase anterior. Para realizar esta ação é necessária uma análise mais aprofundada e requer um conhecimento maior dos processos e das ferramentas. Entretanto, é um trabalho relativamente simples e executado pelos próprios funcionários, mas agora com a participação direta da gerência ou proprietários das empresas de acordo com o porte destas.

Para as perdas encontradas nas empresas analisadas, este modelo propõe nesta fase a aplicação das seguintes técnicas ou ferramentas: (i) estudo de movimentos; (ii) TRF; (iii) CQZD; (iv) *poka yoke*; (v) *brainstorming*. Através do estudo de movimentos pretende-se a redução destes e a substituição de alguns por outros que representem um ou alguns dos objetivos seguintes: (i) redução no tempo de trabalho; (ii) redução no esforço realizado; (iii) melhoria ergonômica; (iv) aumento na segurança do trabalho; (v) redução na produção de produtos não conformes.

A aplicação da ferramenta TRF deve colaborar na redução do tempo ora desperdiçado para a realização da atividade de preparação das operações, atividade com tempo não significativo, mas bastante freqüente nas empresas analisadas. Através do CQZD objetiva-se reduzir ou até eliminar a produção de produtos com defeitos desde a operação inicial até o produto final, não permitindo que produtos com defeitos passem para a operação seguinte. Esta ferramenta é completada pela utilização de *poka yokes* que realizam o controle junto às operações evitando e informando a produção produtos não conformes no instante da execução da operação. A última ferramenta desta fase é o *brainstorming*, o qual, através da participação de todos os funcionários ligados direta e indiretamente à perda ou problema que se deseja eliminar, objetiva solucionar causas difíceis ou de alto custo. Sugere-se a utilização desta técnica eventualmente e para questões focadas, evitando a perda de credibilidade e a pequena participação dos funcionários.

Na fase da Ação Indireta atacam-se perdas não eliminadas nas fases anteriores e que necessitam de um trabalho demorado ou constante, conduzido por pessoas especialistas da própria empresa ou assessoria externa, mas que está fundamentado na participação de todos integrantes da empresa. As ferramentas sugeridas para as empresas analisadas nesta fase são o 5S e o *kaizen*.

A fase da eliminação das perdas está concluída com a Ação Específica, composta por atividades que solicitam conhecimento e esforço superior aqueles exigidos nas fases



anteriores. As observações realizadas nas empresas analisadas mostraram necessidades que ultrapassam o ambiente interno e compõem esta fase, tais como: (i) trabalhos voltados ao estudo e produção de máquinas automatizadas que substituam a alta manufatura ora existente, de baixa produtividade e qualidade inferior; (ii) pesquisas que reduzam as incertezas quanto à qualidade da matéria-prima adquirida; (iii) pesquisas para entendimento do valor dado pelos clientes para diferentes produtos finais; (iv) investimento em engenharia de produto para o melhor aproveitamento da matéria-prima, redução de resíduos e simplificação dos processos. Melhorias nestas questões devem representar reduções nas perdas ora existentes, mas que podem ocorrer desde que haja interesse mútuo de várias empresas da cadeia produtiva, de entidades ligadas a estas empresas e de órgãos de governo.

A última atividade desta etapa e do modelo é o monitoramento dos processos e das técnicas e ferramentas implantadas. Acompanhar o andamento destes é essencial para que o investimento realizado não seja perdido e o método desacreditado. Assim, é importante que os indicadores sejam levantados de forma continuada, que se proporcione a todos os funcionários o conhecimento e o entendimento destes números, e que as correções necessárias sejam imediatamente realizadas.

## **5 CONCLUSÃO**

Neste capítulo faz-se uma conclusão sobre a dissertação realizada, alinhando os objetivos traçados com os resultados obtidos pela metodologia proposta. A conclusão resulta na reflexão sobre o estado atual dos processos encontrados, do modelo proposto e de recomendações para trabalhos futuros.

### **5.1 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS OBJETIVOS E DA METODOLOGIA UTILIZADA**

Este trabalho foi realizado com o objetivo de conhecer os processos de beneficiamento de pedras preciosas nas empresas da região do Vale do Taquari, resultando em um diagnóstico, e propor um modelo para a redução de perdas ora existentes. Justifica o objetivo proposto o limitado número de estudos no setor e a inconformidade com a saída de riquezas naturais do país, com nenhuma ou pequena retribuição para a população e para a economia brasileira.

O estudo feito junto às empresas joalheiras mostrou necessidades e dificuldades destas quando se relacionam com empresas beneficiadoras de pedras preciosas. Os dados levantados nas empresas beneficiadoras pesquisadas indicaram a presença de perdas nos processos que reduzem o potencial frente à concorrência. Assim, ações como a implantação do modelo proposto, que revertam a tendência atual e permitam o fortalecimento do setor e a agregação de valor à matéria-prima ora exportada em bruto são fundamentais e urgentes.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, dividida em cinco etapas, possibilitou conhecer o setor, principalmente os seus processos de produção, e, posteriormente, propor um modelo para a solução de alguns problemas diagnosticados. Esta parece adequada, entretanto, somente com a aplicação do modelo, uma avaliação mais completa poderá ser realizada. Também, apesar dos diversos dados levantados, acredita-se que pesquisas mais detalhadas e amplas (como estudos longitudinais) poderiam resultar em um entendimento melhor das questões pertinentes ao objeto deste trabalho. A própria análise proposta no modelo deverá mostrar novos dados que permitam um diagnóstico mais acurado dos problemas em questão.

É importante ressaltar a resistência de algumas empresas procuradas em responder o questionário, em torno de cinco beneficiadoras de pedras e quase vinte joalheiras, e,

principalmente, permitir a visita ao chão-de-fábrica para conhecer o desenvolvimento dos processos. Das 32 empresas beneficiadoras que responderam o questionário, 19 permitiram, sem nenhuma insistência, a visita ao chão-de-fábrica. Há três motivos que parecem justificar este posicionamento: primeiro, a ameaça de perda de algum segredo do seu processo para concorrentes; segundo, a possibilidade de novos entrantes devido à divulgação do setor; e por último, a descrença total em melhorias através de trabalhos como este. Por outro lado, outras empresas colaboraram e demonstraram acreditar na possibilidade de melhorias através do desenvolvimento de trabalhos como este.

## **5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO PROPOSTO**

Diagnosticada a necessidade de mudanças nas empresas analisadas, o modelo apresentado busca fortalecer o setor do beneficiamento de pedras preciosas na região, como um primeiro passo, para que este possa crescer e se perpetuar no mercado. O modelo proposto constituído pela análise e a redução das perdas é composto por ações em diversos graus de dificuldade, de investimento e de tempo para atingir resultados. Assim, processos com maior complexidade exigem pessoal com maior capacitação, tanto para a análise como a redução de perdas propriamente dita.

A etapa de análise dos processos e a ação direta da etapa de redução de perdas são compostas por ferramentas e técnicas básicas, de simples aplicação, de baixo investimento e rápido resultado; sendo, para tal necessário, um breve treinamento e preparação dos funcionários para o entendimento e importância destas aplicações. Entretanto, para as fases seguintes da etapa de redução de perdas, aumentam, conseqüentemente, o grau de dificuldade, a capacitação das pessoas envolvidas, o investimento necessário e, provavelmente, o tempo de aplicação e o tempo de percepção em termos de retorno.

As etapas iniciais, de menor envolvimento, podem ser aplicadas individualmente em cada empresa. Já a etapa final, ação específica, tem maior complexidade, necessitando de um maior envolvimento, preferencialmente através de trabalhos conjuntos, grupos de empresas, e com o auxílio de órgãos ou entidades experientes. É importante frisar que as atuais ações realizadas, pelo SEBRAE e o Arranjo Produtivo Local (APL) de Gemas e Jóias na região, ainda não foram suficientes para o setor se organizar e crescer de forma mais robusta, aumentando o valor agregado no Brasil. Assim, o trabalho conjunto das empresas na região para diferentes ações, visto o porte destas, desde a aquisição da matéria-prima com menor preço, até a compra ou desenvolvimento e utilização de máquinas e equipamentos, representa

uma maior possibilidade de melhorias e redução de perdas. Também a preocupação com toda a cadeia produtiva é fundamental, da extração das pedras até a fabricação e comercialização dos produtos finais.

Desta forma, pode-se concluir que o que está proposto no modelo é realizável, porém outras ações exigirão um trabalho maior e uma mudança profunda na cultura existente. Entre elas, conhecer ou compreender o real valor dado pelo mercado aos diferentes produtos finais e o desenvolvimento de novos produtos, para, a partir deste entendimento, desenvolver processos enxutos e máquinas e equipamentos que permitam a produção com menor custo e com a qualidade requerida.

### **5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A ausência de trabalhos relacionados à cadeia produtiva de pedras preciosas justifica a realização de diferentes novos estudos no setor. Percebe-se, nos últimos anos, um maior interesse, principalmente do governo federal, em promovê-lo, mas este é ainda muito carente em pesquisas. Assim, qualquer trabalho na área que colabore para o aumento de informações ou propostas de melhorias nos atuais processos pertinentes à cadeia produtiva de gemas e jóias será importante. Fundamentado na percepção de necessidades verificadas durante a realização deste trabalho, relacionou-se abaixo algumas recomendações para trabalhos futuros.

A primeira recomendação é a realização de pesquisas sobre as diversas formas de agregar valor às pedras preciosas e quantificá-lo. O conhecimento do valor dado pelo mercado às diferentes opções de produtos finais derivados de pedras preciosas, resultado da pesquisa sugerida, irá colaborar para a análise do fluxo de valor dos processos. Também é com base nestas informações que as empresas poderão definir processos enxutos, buscando eliminar todas as atividades que não agregam valor, e desenvolver máquinas e equipamentos apropriados.

Também é importante ao setor o desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado. As pedras preciosas, na história, foram aproveitadas das mais diversas formas e, em muitos momentos, tiveram uma valorização significativa. Resultado geralmente de sistemas produtivos artesanais, as pedras preciosas têm agregado valor quando são ou fazem parte de produtos finais, entretanto, muitas vezes, este valor agregado poderia ser maior. Assim, há a necessidade de estudar métodos para desenvolver novos produtos otimizando a

agregação de valor à matéria-prima.

Outra sugestão são trabalhos de desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos para processos de beneficiamento de pedras preciosas. Os atuais processos de produção têm como característica a manufatura e a baixa automação. Para produzir com maior velocidade e qualidade, e menor custo, o setor necessita agregar aos processos novas máquinas, com custo e tecnologia adequada a este, e que permitam uma produção flexível conforme necessidades do mercado.

Por último, sugere-se estudos que: melhorem a extração das pedras brutas das minas sem danificá-las, reduzindo a qualidade destas; descubram produtos substitutos ao óleo diesel para a realização da operação de corte, que não causem problemas ambientais. As propostas apresentadas que devem contribuir para a estruturação de um setor mais robusto e competitivo, e são provocações para outras áreas de conhecimento além da engenharia da produção, tais como, as engenharias de minas, mecânica, ambiental e de controle e automação, e ao *design*.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, José A. V.; KLIPPEL, Marcelo. **Análise crítica do inter-relacionamento das perdas e dos subsistemas do Sistema Toyota de Produção**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba: ABEPRO, 2002.
- APICS The Association for Operations Management. **APICS Dictionary**. 11 ed. Alexandria (USA): APICS, 2005.
- ASSOCIAÇÃO DO AÇO DO RIO GRANDE DO SUL – AARS. Disponível em: <<http://www.aars.com.br/estatistica11.php>>. Acesso em: 29/10/2007.
- BABBIE, Earl. **Métodos de Pesquisa de Survey**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2003.
- BANCO DE DADOS REGIONAL – BDR. **Levantamento de Dados do Setor de Pedras do Vale do Taquari**. Lajeado: Centro Universitário UNIVATES, 2003.
- BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- BORGES, Flávio H.; DALCOL, Paulo R. T. **Indústrias de Processo: Comparações e Caracterizações**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba: ABEPRO, 2002.
- BORNIA, Antônio C. **Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno**. Florianópolis: UFSC, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BRANCO, Pércio M.; GIL, Cláudio A. A. **Mapa Gemológico do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto Alegre: CPRM, 2002.
- BRASSARD, Michael. **Qualidade: Ferramentas para uma Melhoria Contínua**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1985.
- BROCKA, Bruce, BROCKA, M. Suzanne. **Gerenciamento da Qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- BRUM, Tânia M. M.; JUCHEM, Pedro L. **Gemas no Rio Grande do Sul – uma síntese**. I Salão das Pedras Preciosas. Porto Alegre: Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, 1994.
- CAMPOS, Vicente F. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- DE NEGRI, Fernanda. **Padrões Tecnológicos e de Comércio Exterior das Firms Brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.
- DEON, Agostinho M. **Medição do custo das perdas associadas ao processo produtivo de fabricação de celulose e papel**. Florianópolis: UFSC, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM). **Manual Técnico de Gemas**. 3 ed. Brasília, 2005.

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). **Anuário Mineral Brasileiro 2005**. Brasília, 2005.

FALCÃO, Antônio S. G. et al. **Mecanismo da Função Produção aplicado na análise e identificação de perdas nos processos de produção de equipes de trabalho pesado**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto: ABEPRO, 2003.

FERREIRA, Aurélio B. H. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FERROLI, Paulo C. M. et al. **Discussão Conceitual dos Possíveis Desdobramentos dos Processos de Fabricação de Produtos**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba: ABEPRO, 2002.

FOGLIATTO, Flávio S.; FAGUNDES, Paulo R. M. **Troca Rápida de Ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. São Carlos: Revista Gestão & Produção, Volume 10, 2003.

Fundação de Economia e Estatística do Estado do RS – FEE. Disponível em: <[http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg\\_coredes\\_detalhe.php?corede=Vale+do+Taquari](http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_coredes_detalhe.php?corede=Vale+do+Taquari)>. Acesso em: 29/10/2007.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Thomson Learning, 2002.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente *Just-in-Time***. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisas**. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, Igor K. et al. **Uma Abordagem mais Ampla da TRF aplicada às Indústrias de Base: Além dos 4 princípios de Shingo**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre: ABEPRO, 2005.

HARRINGTON, James. **Aperfeiçoando Processos Empresariais**. São Paulo: Makron Books, 1993.

Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM). **Aspectos Gerais do Setor de Gemas e Metais Preciosos**. Brasília, 2003.

Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM). Disponível em: <<http://www.ibgm.com.br/index.cfm?saction=estatistica&mod=65535C47551F4C3C1E0A0A1C07195746185C5A147647434C5A&idList=040700>>. Acesso em: 18/10/2007.

KINGSLEY, Rebecca. **Gemstones – a pocket companion**. Londres: Quantum Books, 1998.

KLEIN, Orlando S. **Pedras preciosas do Rio Grande do Sul: contextos econômico e social**. II Salão das Pedras Preciosas. Porto Alegre: Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, 1994.

LAMACHIA, Fábio. **Pedras preciosas do Brasil**. São Paulo: Editora do Autor, 2006.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LUZ, Águida A. C.; BUIAR, Denise R. **Mapeamento do Fluxo de Valor - Uma Ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis: ABEPRO, 2004.

MALCHAIRE, Jackes. *The SOBANE risk management strategy and the Déparis method for the participatory screening of the risks*. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2004. 77. p. 443-450.

MARTINS, Roberto A.; COSTA NETO, Pedro L. O. **Indicadores de Desempenho para a Gestão pela Qualidade Total: uma proposta de sistematização**. São Carlos: Revista Gestão & Produção, Volume 5, Número 3, 1998.

MCKENNA, Regis. **Marketing de relacionamento: estratégias bem-sucedidas para a era do cliente**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Disponível em: <[http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/consulta\\_nova/resultadoConsulta.asp](http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/consulta_nova/resultadoConsulta.asp)>. Acesso em: 22/10/2007.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM). **Políticas e Ações para a Cadeia Produtiva de Gemas e Jóias**. Brasília: Brisa, 2005.

MÜLLER, Cláudio J. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos** (MEIO – Modelo de estratégia, Indicadores e Operações). Porto Alegre: UFRGS, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PORTO, Adriana; ESTRADA, Rolando J. S. **O uso de indicadores de desempenho como suporte à gestão estratégica de uma indústria moveleira – Um estudo de caso**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis: ABEPRO, 2004.

QUEIROZ, José A. et al. **Transformação Enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis: ABEPRO, 2004.

RAMARAPU, Narender K.; MEHRA, Satish; FROLICK, Mark N. *A comparative analysis and review of JIT “implementation” research*. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 15, 1995.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Education, 2004.



ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SCUCCUGLIA, Marcelo; LIMA, Paulo C. **Aplicação da metodologia *lean manufacturing* na área administrativa**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis: ABEPRO, 2004.

SHINGO, Shigeo **O Sistema Toyota de Produção**: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, Shigeo **Sistema de Produção com Estoque Zero**: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

SHINGO, Shigeo **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, Nigel **Vantagem competitiva em manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais. 2 edição. São Paulo: Atlas, 2002.

SUGAI, Miguel; McINTOSH, Richard I.; NOVASKI, Olívio. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED)**: análise crítica e estudo de caso. São Carlos: Revista Gestão & Produção, Volume 14, 2007.

TIEPOLO, Gérson M.; REBELATO, Marcelo G. **Uma proposta de sistema de medição de desempenho aplicado à área de desenvolvimento de sistemas em empresas de serviços financeiros**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis: ABEPRO, 2004.

VALE, Eduardo. **Análise econômica das pequenas e médias empresas de mineração**: relatório final. Brasília: CPRM, 2000.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 1998.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **Soluções enxutas**: como empresas e clientes conseguem juntos criar valor e riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

### Pesquisa com Empresas Beneficiadoras de Pedras Preciosas

Prezado Empresário,

Este questionário objetiva conhecer a realidade das empresas beneficiadoras de pedras preciosas, principalmente do processo de lapidação de pedras. Sua colaboração, com o preenchimento deste questionário, servirá para um maior entendimento do setor de pedras preciosas, suas necessidades e problemas, e fonte de informação para a criação de um plano de ação com o objetivo de reduzir perdas e dificuldades nos processos produtivos de beneficiamento de pedras nas empresas.

Desde já agradeço sua contribuição.

Manfred Costa – Aluno do Curso de Pós-graduação em Engenharia da Produção da UFRGS.

#### PARTE I. Dados gerais sobre a empresa pesquisada

1. Onde está localizada sua empresa?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Região do Vale do Taquari (RS).              | <input type="checkbox"/> Outra região do estado do Rio Grande do Sul. |
| <input type="checkbox"/> Região do município de Soledade (RS).        | <input type="checkbox"/> Estado de Minas Gerais.                      |
| <input type="checkbox"/> Região do município de Ametista do Sul (RS). | <input type="checkbox"/> Outro estado do Brasil.                      |

Se possível, indique o município: \_\_\_\_\_

2. Qual o número de funcionários, inclusive familiares, com carga horária de 6 horas ou mais ao dia?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Até 5 funcionários  | <input type="checkbox"/> Até 40 funcionários.     |
| <input type="checkbox"/> Até 10 funcionários | <input type="checkbox"/> Até 60 funcionários.     |
| <input type="checkbox"/> Até 20 funcionários | <input type="checkbox"/> Mais de 60 funcionários. |

Se possível, indique o número de funcionários: \_\_\_\_\_

3. Qual o valor total das vendas mensais, em média, em sua empresa?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Até R\$ 5.000,00 por mês.  | <input type="checkbox"/> Até R\$ 60.000,00 por mês.     |
| <input type="checkbox"/> Até R\$ 10.000,00 por mês. | <input type="checkbox"/> Até R\$ 80.000,00 por mês.     |
| <input type="checkbox"/> Até R\$ 20.000,00 por mês. | <input type="checkbox"/> Até R\$ 100.000,00 por mês.    |
| <input type="checkbox"/> Até R\$ 40.000,00 por mês. | <input type="checkbox"/> Mais de R\$ 100.000,00 por mês |

Se possível, indique o valor médio mensal das vendas totais: R\$ \_\_\_\_\_

4. Qual o destino das suas vendas?

- Somente para o estado do Rio Grande do Sul.  
 Somente para o Brasil.  
 Somente para outros países  
 Para o Brasil e o exterior. Se possível citar: \_\_\_\_% para o Brasil e \_\_\_\_% para o exterior.

5. Qual o grau de instrução dos funcionários?

- A maioria possui ensino fundamental incompleto – não estudou até a 8ª série do 1º grau  
 A maioria possui ensino fundamental completo – estudou até 8ª série do 1º grau  
 A maioria possui ensino médio completo – estudou até o 3º ano do 2º grau  
 A maioria possui o ensino superior completo ou incompleto.

5.b) Há funcionários com algum curso técnico em lapidação de pedras?  Sim  Não

6. Marque todos os tipos de pedras industrializadas por sua empresa.

- |                                       |                                       |   |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Água         | <input type="checkbox"/> Água Marinha | <input type="checkbox"/> Alexandrita    |
| <input type="checkbox"/> Ametista     | <input type="checkbox"/> Calcita      | <input type="checkbox"/> Topázio        |
| <input type="checkbox"/> Citrino      | <input type="checkbox"/> Cristal      | <input type="checkbox"/> Turmalina      |
| <input type="checkbox"/> Esmeralda    | <input type="checkbox"/> Gipsita      | <input type="checkbox"/> Outras Pedras. |
| <input type="checkbox"/> Jaspe        | <input type="checkbox"/> Opala        |   |
| <input type="checkbox"/> Ovesidiana   | <input type="checkbox"/> Peridoto     |   |
| <input type="checkbox"/> Quartzo      | <input type="checkbox"/> Rutilo       |   |
| <input type="checkbox"/> Quartzo Rosa |                                       |   |

Citar se possível: \_\_\_\_\_

7. Qual a origem da maioria das pedras brutas utilizadas em sua empresa? **Marque todas** as origens.

- ( ) Garimpo próprio.  
 ( ) Terceiros em sua região.  
 ( ) Terceiros no estado do Rio Grande do Sul.  
 ( ) Terceiros em outros estados do Brasil.  
 ( ) Terceiros em outros países.

## PARTE II. Dados sobre os processos de beneficiamento da empresa pesquisada

8. Quais tipos de processos são realizados em sua empresa? **Marque todos** os processos existentes.

- ( ) Martelamento.  
 ( ) Lapidação de pedras.  
 ( ) Facetamento de pedras.  
 ( ) Cabochão.  
 ( ) Artesanato.  
 ( ) Outros processos. Citar se possível: \_\_\_\_\_

9. Quais máquinas sua empresa possui? **Marque todas** as máquinas existentes em sua empresa.

- |                      |                           |                   |
|----------------------|---------------------------|-------------------|
| ( ) Serra manual     | ( ) Balança               | ( ) Pré-formadora |
| ( ) Serra automática | ( ) Furadeira             | ( ) Gravadora     |
| ( ) Cabocheira       | ( ) Máquinas de Polimento |                   |
| ( ) Calibradora      | ( ) Lixadeira             |                   |
| ( ) Forno            | ( ) Rebolo                |                   |
| ( ) Vibrador         |                           |                   |
- ( ) Outras. Citar se possível: \_\_\_\_\_

10. Em sua empresa é realizada a operação de corte de pedras brutas?

- ( ) Sim      ( ) Não

Só responda a questão **10.b** se você respondeu "Sim" a questão **10**.

**10.b)** Na operação de corte das pedras brutas em sua empresa:

- ( ) a definição da maneira de realizar o corte é do funcionário que realiza a operação, conforme sua experiência.  
 ( ) há uma forma padronizada para realizar o corte, independente da dimensão da pedra.  
 ( ) há uma forma padronizada para realizar o corte com um estudo anterior da dimensão da pedra.

11. Você entende que há perdas ou problemas que poderiam ser reduzidos ou até eliminados nos processos produtivos atuais em sua empresa?

- ( ) Há muitas perdas e/ou problemas que poderiam ser reduzidos ou eliminados.  
 ( ) Há algumas perdas e/ou problemas que poderiam ser reduzidos ou eliminados.  
 ( ) Há poucas perdas e/ou problemas que poderiam ser reduzidos ou eliminados.  
 ( ) Não há perdas e/ou problemas que poderiam ser reduzidos ou eliminados.  
 ( ) Não tenho opinião formada.

12. Você acredita que a aplicação de **técnicas ou ferramentas** \* pode melhorar o sistema produtivo atual de sua empresa?

- ( ) Deve melhorar muito.  
 ( ) Deve melhorar.  
 ( ) Deve melhorar pouco.  
 ( ) Não deve melhorar.  
 ( ) Não tenho opinião formada.

\* **Exemplos de Técnicas ou Ferramentas** – Programas de Qualidade, Sistema de Troca Rápida de Ferramentas, Mapeamento do Processo, Análise de Valor Agregado nos Processos, Controle de Processo, Sistemas de Reconhecimento de Falhas, Sistemas de Melhorias de Processo, entre diversos outros.

Marque com um **X** qual o **grau de dificuldade** que as afirmativas abaixo representam em sua empresa.

**Por exemplo:** Se o prazo que seus fornecedores necessitam para entregar as pedras brutas é muito longo e isto representa um grande problema para a sua empresa, marque com um X a primeira coluna (Grande Dificuldade). Se você considera a afirmativa um problema médio, marque a 2ª coluna (Alguma Dificuldade), se é um problema pequeno, marque a 3ª coluna (Pouca Dificuldade), ou se não é problema para sua empresa, marque a 4ª coluna (Não há Dificuldade). Se você não tiver opinião formada sobre a afirmativa, marque a última coluna.

1. Grande Dificuldade	2. Alguma Dificuldade	3. Pouca Dificuldade	4. Não há Dificuldade	Não tenho opinião	
					<b>13. Dificuldades com a matéria-prima (pedras brutas).</b>
					a) O prazo de entrega das pedras brutas é muito longo.
					b) Fornecedor não cumpre com o prazo de entrega combinado.
					c) Qualidade das pedras brutas é insatisfatório.
					d) Tamanho das pedras brutas é insatisfatório.
					e) Prazo para pagamento das pedras brutas é insatisfatório.
					f) Outras dificuldades com a matéria-prima. Citar se possível:
					<b>14. Dificuldades com máquinas, equipamentos e ferramentas.</b>
					a) Há falta de recursos financeiros para adquirir novas máquinas e equipamentos e melhorar o sistema produtivo.
					b) As máquinas e os equipamentos são muito caros e não compensa o investimento (relação custo X benefício).
					c) As máquinas e os equipamentos oferecidos no mercado não atendem todas as nossas necessidades.
					d) Outras dificuldades com máquinas e equipamentos. Citar se possível:
					<b>15. Dificuldades com a mão-de-obra direta.</b>
					a) Não há mão-de-obra direta capacitada ou treinada na região.
					b) Para contratar mão-de-obra qualificada preciso pagar salários acima da média.
					c) Funcionários estão desmotivados devido às características do processo produtivo.
					d) Há grande rodízio de funcionários.
					e) Outras dificuldades com a mão-de-obra. Citar se possível:
					<b>16. Dificuldades com os processos produtivos em sua empresa.</b>
					a) Nosso processo produtivo é muito complexo e de difícil padronização.
					b) Não temos pessoal capacitado para realizar melhorias nos processos produtivos.
					c) Não temos máquinas ideais para realizar melhorias nos processos produtivos.
					d) A matéria-prima é difícil de ser processada e com características muito variadas.
					e) Outras dificuldades com os processos produtivos. Citar se possível:
					<b>17. Dificuldades com os clientes.</b>
					a) Características dos produtos solicitados pelos clientes são muito complexas.
					b) Características dos produtos solicitados não são suficientemente especificados.
					c) Prazo dado pelos clientes para entrega dos meus produtos é insuficiente.
					d) Quantidade solicitada é pequena e não permite uma produção em série e de baixo custo.
					e) Outras dificuldades com os clientes. Citar se possível:

### PARTE III. Dados Estratégicos – Objetivos de Desempenho

As questões 18 a 25 objetivam medir as importâncias ou prioridades dadas por sua empresa aos seguintes objetivos de desempenho.

Marque na linha abaixo de cada afirmativa seu grau de importância ao objetivo de desempenho.

Quanto mais à esquerda da linha você marcar, maior é a importância dada por sua empresa ao objetivo analisado e quanto mais à direita, menor a importância dada por sua empresa ao objetivo analisado.

**Por exemplo:** Na questão 18, se produzir conforme o seu cliente solicitou for um objetivo importante para a sua empresa, marque na linha entre alta importância e média importância, conforme demonstrado abaixo.

\_\_\_\_\_  
 Alta importância    **X**                      Média importância                      Baixa importância

**18. Fazer os produtos conforme solicitado pelo cliente. Fazer certo as coisas.**

\_\_\_\_\_  
 Alta importância                      Média importância                      Baixa importância

**19. Fazer os projetos conforme solicitado pelo cliente. Projetar certo as coisas.**

\_\_\_\_\_  
 Alta importância                      Média importância                      Baixa importância

**20. Ser capaz de produzir em curto prazo de tempo. Fazer as coisas com rapidez.**

\_\_\_\_\_  
 Alta importância                      Média importância                      Baixa importância

**21. Entregar no prazo combinado. Fazer as coisas em tempo e ter confiabilidade.**

\_\_\_\_\_  
 Alta importância                      Média importância                      Baixa importância

**22. Ter baixo custo de produção. Fazer as coisas mais baratas.**

\_\_\_\_\_  
 Alta importância                      Média importância                      Baixa importância

**23. Ter capacidade de alterar o produto e atender solicitação do cliente. Fazer produtos diferentes.**

\_\_\_\_\_  
 Alta importância                      Média importância                      Baixa importância

**24. Ter capacidade de alterar o prazo de entrega e atender ao cliente. Fazer com prazos de entrega diferentes.**

\_\_\_\_\_  
 Alta importância                      Média importância                      Baixa importância

**25. Ter capacidade de alterar a quantidade produzida e atender ao cliente. Fazer quantidades diferentes.**

\_\_\_\_\_  
 Alta importância                      Média importância                      Baixa importância

## PARTE IV. Dados Estratégicos – Comparação de Desempenho com Concorrentes

As questões 26 a 33 objetivam comparar a atual situação de sua empresa com seus principais concorrentes, em relação aos seguintes objetivos de desempenho.

Marque na linha abaixo de cada afirmativa como esta sua empresa em relação aos principais concorrentes. Quanto mais à esquerda da linha você marcar, maior é a superioridade de sua empresa no objetivo analisado e quanto mais à direita, maior a superioridade de seus principais concorrentes no objetivo analisado.

**Por exemplo:** Na questão 26 se você considera que sua empresa, no objetivo “produzir conforme solicitado pelo cliente”, está um **pouco pior** que seus principais concorrentes, marque na linha entre “mesma condição” e “inferior aos concorrentes”, conforme demonstrado abaixo.

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

**26.** Fazer os produtos conforme solicitado pelo cliente. **Fazer certo as coisas.**

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

**27.** Fazer os projetos conforme solicitado pelo cliente. **Projetar certo as coisas.**

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

**28.** Ser capaz de produzir em curto prazo de tempo. **Fazer as coisas com rapidez.**

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

**29.** Entregar no prazo combinado. **Fazer as coisas em tempo e ter confiabilidade.**

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

**30.** Ter baixo custo de produção. **Fazer as coisas mais baratas.**

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

**31.** Ter capacidade de alterar o produto e atender solicitação do cliente. **Fazer produtos diferentes.**

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

**32.** Ter capacidade de alterar o prazo de entrega e atender ao cliente. **Fazer com prazos de entrega diferentes.**

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

**33.** Ter capacidade de alterar a quantidade produzida e atender ao cliente. **Fazer quantidades diferentes.**

\_\_\_\_\_  
 Superior aos concorrentes      Mesma condição      Inferior aos concorrentes

## APÊNDICE B

### Pesquisa com Clientes de Empresas Lapidadoras de Pedras Preciosas

Prezado Empresário,

Este questionário objetiva conhecer como está o seu relacionamento (cliente), com as empresas beneficiadoras de pedras preciosas (fornecedores). Sua colaboração, com o preenchimento deste questionário, proporcionará um maior conhecimento do setor de pedras preciosas, suas necessidades e problemas, e formas de agir para eliminá-los. Estamos realizando um trabalho com o objetivo de melhorar o processamento das pedras preciosas, que deverá trazer resultados positivos para toda a cadeia produtiva.

Desde já agradeço sua colaboração,

Manfred Costa – Aluno do Curso de Pós-graduação em Engenharia da Produção da UFRGS.

#### PARTE I. Dados gerais sobre a empresa pesquisada

**Nome da Empresa:** \_\_\_\_\_

**1. Onde está localizada sua Empresa?**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Região do Vale do Taquari (RS).      | <input type="checkbox"/> Outra região do estado do Rio Grande do Sul. |
| <input type="checkbox"/> Região do município de Guaporé (RS). | <input type="checkbox"/> Outro estado do Brasil                       |

**Município:** \_\_\_\_\_

**2. Qual o número de funcionários, inclusive familiares, com carga horária de 6 horas ou mais ao dia, existentes em sua empresa?**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Até 5 funcionários  | <input type="checkbox"/> Até 60 funcionários      |
| <input type="checkbox"/> Até 10 funcionários | <input type="checkbox"/> Até 80 funcionários      |
| <input type="checkbox"/> Até 20 funcionários | <input type="checkbox"/> Até 100 funcionários     |
| <input type="checkbox"/> Até 40 funcionários | <input type="checkbox"/> Mais de 100 funcionários |

Se possível, indique o número de funcionários: \_\_\_\_\_

**3. Qual o valor total das vendas mensais, em média, em sua empresa?**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Até R\$ 5.000,00 por mês  | <input type="checkbox"/> Até R\$ 60.000,00 por mês      |
| <input type="checkbox"/> Até R\$ 10.000,00 por mês | <input type="checkbox"/> Até R\$ 80.000,00 por mês      |
| <input type="checkbox"/> Até R\$ 20.000,00 por mês | <input type="checkbox"/> Até R\$ 100.000,00 por mês     |
| <input type="checkbox"/> Até R\$ 40.000,00 por mês | <input type="checkbox"/> Mais de R\$ 100.000,00 por mês |

Se possível, indique o valor médio mensal das vendas totais: R\$ \_\_\_\_\_

**4. Qual o destino das suas vendas?**

- Somente para o estado do Rio Grande do Sul.  
 Somente para o Brasil (RS e outros estados).  
 Somente para outros países (100% exportação).  
 Para o Brasil e o exterior. Se possível citar: \_\_\_\_% para o Brasil e \_\_\_\_% para o exterior.

**5. Qual o grau de instrução dos funcionários em sua empresa?**

- A maioria possui ensino fundamental incompleto – não estudou até a 8ª série do 1º grau.  
 A maioria possui ensino fundamental completo – estudou até 8ª série do 1º grau.  
 A maioria possui ensino médio completo – estudou até o 3º ano do 2º grau.  
 A maioria possui ensino superior completo ou incompleto.

**5.b) Há funcionários com algum curso técnico voltado ao setor produtivo de pedras preciosas ou jóias?**

- Sim       Não



## PARTE II. Dados sobre a matéria-prima adquirida pela empresa pesquisada

6. Marque todos os tipos de pedras preciosas utilizadas por sua empresa como matéria-prima.

- |                                      |                                       |   |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Água        | <input type="checkbox"/> Água Marinha | <input type="checkbox"/> Pedra Artificial |
| <input type="checkbox"/> Alexandrita | <input type="checkbox"/> Ametista     | <input type="checkbox"/> Pedra Sintética  |
| <input type="checkbox"/> Calcita     | <input type="checkbox"/> Citrino      |   |
| <input type="checkbox"/> Cristal     | <input type="checkbox"/> Esmeralda    | <input type="checkbox"/> Outras Pedras.   |
| <input type="checkbox"/> Gipcita     | <input type="checkbox"/> Jaspe        |   |
| <input type="checkbox"/> Opala       | <input type="checkbox"/> Ovesidiana   | Citar se possível:                        |
| <input type="checkbox"/> Quartzo     | <input type="checkbox"/> Quartzo Rosa |   |
| <input type="checkbox"/> Rutilo      | <input type="checkbox"/> Topázio      | _____                                     |

7. Qual a origem da maioria das pedras lapidadas adquiridas por sua empresa? Marque todas as origens.

- Empresa própria beneficiadora de pedras.  
 Empresas de sua região.  
 Empresas do estado do Rio Grande do Sul.  
 Empresas de outros estados do Brasil.  
 Empresas de outros países.

8. Você tem idéia do percentual do custo das pedras preciosas adquiridas por sua empresa no total dos custos de produção? (Quanto custa a pedra comparado com o custo total da jóia).

- Sim                       Não

Só responda a questão 8.b se você respondeu "Sim" a questão 8.

8.b) Qual o percentual médio do custo das pedras lapidadas no custo total dos seus produtos finais?

- |                                  |                                  |                                  |                                      |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> até 5%  | <input type="checkbox"/> até 30% | <input type="checkbox"/> até 60% | <input type="checkbox"/> mais de 80% |
| <input type="checkbox"/> até 10% | <input type="checkbox"/> até 40% | <input type="checkbox"/> até 70% |                                      |
| <input type="checkbox"/> até 20% | <input type="checkbox"/> até 50% | <input type="checkbox"/> até 80% |                                      |

Favor marcar com um X a sua percepção sobre as seguintes possíveis **dificuldades** em sua empresa.

Grande Dificuldade	Média Dificuldade	Pouca Dificuldade	Não há Dificuldade	Não tenho Opinião	
					<b>9. Dificuldades com seus fornecedores de pedras lapidadas.</b>
					a) O prazo de entrega dos fornecedores é muito longo.
					b) Fornecedor não cumpre com o prazo de entrega combinado.
					c) Qualidade das pedras lapidadas é insatisfatório.
					d) Problemas com o tamanho ou dimensões das pedras lapidadas.
					e) Prazo para pagamento das pedras lapidadas é insatisfatório.
					f) Outras dificuldades com fornecedores. Citar se possível:
					<b>10. Dificuldades com seus clientes.</b>
					a) Características dos produtos solicitados pelos clientes são muito complexas.
					b) Características dos produtos solicitados não são suficientemente especificados.
					c) Prazo dado pelos clientes para entrega dos meus produtos é insuficiente.
					d) Quantidade solicitada é pequena e não permite uma produção em série e de baixo custo.
					e) Cliente faz solicitações que exigem alta flexibilidade do nosso sistema produtivo.
					f) Outras dificuldades com clientes. Citar se possível:

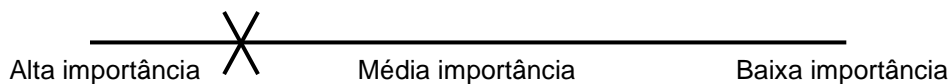
### PARTE III. Dados Estratégicos – Objetivos de Desempenho

As questões 11 a 18 objetivam medir as importâncias ou prioridades dadas por sua empresa aos seguintes objetivos de desempenho.

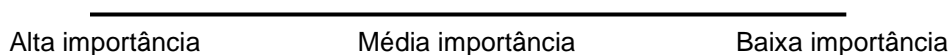
Marque na linha abaixo de cada afirmativa seu grau de importância ao objetivo de desempenho.

Quanto mais à esquerda da linha você marcar, maior é a importância dada por sua empresa ao objetivo analisado e quanto mais à direita, menor a importância dada por sua empresa ao objetivo analisado.

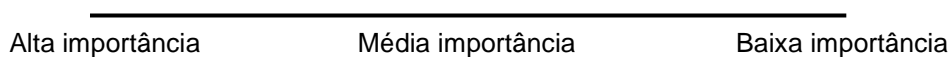
**Por exemplo:** Na questão 11, se o seu fornecedor de pedras lapidadas produzir conforme sua empresa solicitou for um objetivo “importante” para a sua empresa, marque na linha entre alta importância e média importância, conforme demonstrado abaixo.



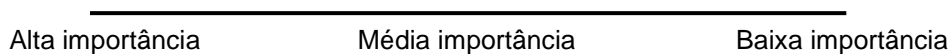
11. O fornecedor fazer os produtos conforme solicitado. **Fazer certo as coisas.**



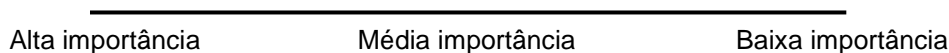
12. O fornecedor fazer os projetos conforme solicitado. **Projetar certo as coisas.**



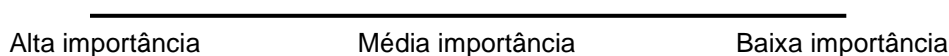
13. O fornecedor ser capaz de produzir em curto prazo de tempo. **Fazer as coisas com rapidez.**



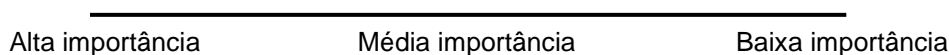
14. O fornecedor entregar no prazo combinado. **Fazer as coisas em tempo e ter confiabilidade.**



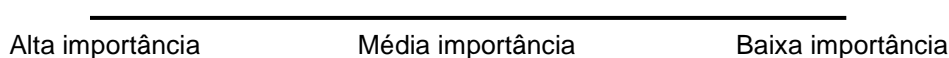
15. O fornecedor ter baixo custo de produção. **Fazer as coisas mais baratas.**



16. O fornecedor ter capacidade de alterar o produto e atender solicitação do cliente. **Fazer produtos diferentes.**



17. O fornecedor ter capacidade de alterar o prazo de entrega e atender ao cliente. **Fazer com prazos de entrega diferentes.**



18. O fornecedor ter capacidade de alterar a quantidade produzida e atender ao cliente. **Fazer quantidades diferentes.**

