

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA
INDÚSTRIA DE BORRACHA VOLTADA À MINERAÇÃO: UM
ESTUDO DE CASO**

LUIZ EDUARDO DE CARVALHO CHAVES

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção
da Universidade Paulista,
para obtenção do título de
Mestre

SÃO PAULO
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA
INDÚSTRIA DE BORRACHA VOLTADA A MINERAÇÃO: UM
ESTUDO DE CASO**

LUIZ EDUARDO DE CARVALHO CHAVES

Orientação: Prof. Dr José
Benedito Sacomano
Área de Concentração:
Engenharia de
Produção

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção
da Universidade Paulista,
para obtenção do título de
Mestre.

São Paulo
2009

Chaves, Luiz Eduardo de Carvalho
Planejamento e Controle da Produção na Indústria de Borracha
voltada à Mineração: um estudo de caso / Luiz Eduardo de Carvalho
Chaves – São Paulo, 2009.

181 f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Apresentada ao Instituto de Ciências Exatas
e Tecnológicas da Universidade Paulista, São Paulo, 2009.

Área de Concentração: Planejamento de controle de produção e redes
de empresas

“Orientação: José Benedito Sacomano”

1. Planejamento e Controle da Produção (PCP). 2. Indústria de
Artefatos de Borracha. 3. Mineração. I. Título.

Dedicatória

Ao senhor Jesus Cristo.

**Ao meu Pai (in memória) e minha querida
Mãe por serem o exemplo de vida,
amor e dedicação.**

**A minha esposa que definitivamente me
apoiou e incentivou nesta jornada
cansativa e solitária.**

Agradecimentos

- Ao Professor orientador Doutor José Benedito Sacomano e aos professores Doutores Oduvaldo Vendrametto, Pedro Luis Costa Neto, Silvia Bonilla e Edvan da secretaria, pelo profissionalismo e amizade demonstrados nestes anos.
- Ao Professor José Paulo Alves Fusco e Azzolini W. Junior pela participação na banca, valorizando ainda mais este trabalho;
- Ao colega e agora amigo de sala de aula do Programa de Mestrado Geraldo Cardoso de Oliveira Neto, companheiro de artigo e das dificuldades mútuas.
- Ao senhor Paulo Bethônico, diretor-presidente da Pentec Industrial que permitiu fazer o estudo de caso, inclusive com ajuda financeira. Mais que um empresário de visão, hoje um amigo querido.
- A todos os meus familiares e amigos que direta ou indiretamente me apoiaram e incentivaram a realização deste sonho.
- Aos meus filhos Dudu, Luanna e Juninho, por compreenderem o meu constante afastamento de casa e que, de certa forma, este meu esforço sirva de incentivo em suas vidas.

EPÍGRAFE

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DE BORRACHA VOLTADA À MINERAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

“Os campeões não são aqueles que nunca falham.

São aqueles que nunca desistem.”

Edwin Louis Cole

SUMÁRIO

Resumo.....	X
..	
Abstract.....	XI
.	
Lista de Abreviaturas e Siglas	XII
Lista de Ilustrações.....	XIV
Lista de Quadros.....	XVII
Lista de Tabelas.....	XVIII
Lista de Anexos	XIX
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	020
1.1 Apresentação.....	020
1.2 Justificativa.....	020
1.3 Objetivo.....	020
1.3.1 Objetivo Geral.....	020
1.3.2 Objetivo Específico.....	021
1.4 Metodologia.....	021
1.5. Estrutura do Trabalho.....	022
CAPÍTULO 2 – MINERAÇÃO	023
2.1 Introdução.....	023
2.2 História da Mineração	024
2.2.1 No Brasil.....	026
2.2.2 No século XX.....	027
2.3 Fases da exploração de uma Mina ou Pedreira.....	029
2.4 Extração Mineral.....	030
2.5 Metalurgia e Siderurgia.....	041
2.6 Mineração x Meio Ambiente.....	042
2.7 200 maiores Minas brasileiras.....	052

2.8. Considerações finais.....	053
CAPÍTULO 3 – HISTÓRIA DA BORRACHA: EVOLUÇÃO E ATUALIDADES	054
3.1 Introdução	054
3.2 Composição da Borracha.....	058
3.3 Borracha – Metal.....	073
3.4 Laboratório.....	079
3.5 Fluxograma, Máquinas e Equipamentos	085
3.6 Reciclagem.....	097
3.7. Considerações finais.....	100
CAPÍTULO 4 – PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	102
4.1 Introdução.....	102
4.2 A estratégia de manufatura relacionada ao sistema de produção.....	103
4.3 Ordem de execução das atividades.....	107
4.4 Sistema de PCP.....	114
4.4.1 TOC/OPT.....	115
4.4.2 JIT (Just In Time).....	118
4.4.3 MRP II.....	121
4.5 Comparativo entre três métodos: MRP II, JUT e OPT.....	126
4.6 Sistema de coordenação de ordens de produção e compra.....	129
4.7 Considerações Finais.....	130
CAPÍTULO 5 – ESTUDO DE CASO	132
5.1.Introdução.....	132
5.2 Classificação da estratégia de manufatura relacionada ao sistema de produção	132
5.3 Processo de cotação e compras.....	133
5.4 Planejamento e Controle da Produção.....	135
5.5 Dificuldades da Indústria de Artefato de Borracha.....	142
5.6 Considerações Finais.....	143

CAPÍTULO 6 – A IMPORTÂNCIA DOS PRODUTOS DE BORRACHA NA MINERAÇÃO	144
6.1. Introdução.....	144
CAPÍTULO 7 – COMENTÁRIO FINAL	145
7.1 Conclusão.....	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149

RESUMO

CHAVES, L. E. C. Planejamento e Controle da Produção na Indústria de Borracha voltada à Mineração: Um Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Paulista 2009.

O presente trabalho levou em consideração a importância de três setores fundamentais para a economia e evolução industrial do Brasil, que no seguimento em estudo estão juntos, mas nas literaturas sempre são estudados em separado: Mineração, Indústria de Artefatos de Borracha e o Planejamento e Controle da Produção. Um agravante silencioso foi verificado no contato deste pesquisador ao longo dos anos nos seguimentos de Mineração e indústrias de Artefatos de Borracha concomitantemente, que é o desconhecimento dos profissionais de um segmento com relação ao outro e vice-versa. Para a maioria dos profissionais de borracha as empresas de mineração são grandes, na maioria, e para os profissionais da mineração as empresas de borracha são pequenas, mas o que cada um representa para o outro tem o mesmo grau de importância, e isso eles não sabem. Quando se conhece, mesmo que superficialmente, passa-se a respeitar e exigir produtos com qualidade, pois se sabe o potencial do outro. Além do conhecimento a ser adquirido, será muito mais consciente e respeitosa a interação entre eles. Este trabalho pode ser utilizado como um guia, para se ter uma noção da Mineração e da indústria de Artefatos de Borracha, bem como da teoria dos sistemas de Planejamento e Controle da Produção e, mais, poder visualizar um estudo de caso, mostrando a inter-relação entre eles e como é o trâmite do pedido numa produção de artefatos de borracha.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção (PCP), Indústria de Artefatos de Borracha, Mineração.

ABSTRACT

CHAVES, L. E. C. Production Planning and Control in Rubber Industry focused on Mining: A Case Study. Dissertation of Master in Production Engineering - Institute of Exact Sciences, Paulista University in 2009.

This work took into account the importance of three areas of key economic and industrial development of Brazil, who are following the study together, but always in the literature are studied separately: Mining, Industry and Rubber Artifacts of Planning and Control production. A silencer was found in aggravating contact this researcher over the years to follow in the industries of Mining & Rubber Artifacts concurrently, which is the lack of professionals in the segment with one another, and vice versa. For most professional rubber the mining companies are large, mostly, and for professionals in the mining business of rubber are small, but what each represents to the other has the same degree of importance, and that they do not know. When you know, even superficially, is to respect and demand with quality products, because we know the potential of the other. Besides the knowledge to be acquired will be much more aware and respectful interaction between them. This work may be used as a guide, to get a sense of Mining and Industry of Rubber Artifacts, and the theory of systems of Production Planning and Control and more, read a case study, showing the inter relationship between them and how the process of the application in production of rubber goods.

Keywords: Production Planning and Control (PPS), Artifacts of Rubber Industry, Mining.

Lista de Abreviaturas e Siglas

PCP	Planejamento e Controle da Produção
CCO	Centro de Controle Operacional
FRD	Fino Redução Direta
ROM	Rum Of Mine (Disputa por Mina)
RRC	Rubber Reserve Co (órgão regulador de borracha)
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedade Americana para Testes de Materiais)
DIN	Deutsches Institut für Normung
ERP	Enterprise Resource Planning (Sistema de Gerenciamento Integrado de Processos)
GLP	Gás Liquefeito do Petróleo
ISO	International Organization for Standartization (Organização Internacional de Normalização)
JIT	Just - in – time (no tempo certo)
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
PMP	Plano Mestre de Produção
MRP	Materials Requeriments Planning (Planejamento das Necessidades de Materiais)
OPT	Optimized Production Techology (Tecnologia da Produção Otimizada)
TOC	Theory Of Constraints (Teorias das Restrições)
OP	Ordem de Produção
PU	Poliuretano
CTV	Custo Totalmente Variado
I	Investimento
DO	Despesa operacional
G	Ganho
PROTHES	Gerenciador do sistema
SBR	Stireno, Butadieno, Rubber (Estireno, Butadieno, Borracha)
NR	Borracha natural

NBR	Borracha Nitrílica
CR	Borracha de Cloroprene
EPDM	Terpolímero de Etileno-Propileno-Dieno
IIR	Borracha Butílica
IR	Borracha de Poliisopreno
UV	Ultra Violeta

Lista de Ilustrações

Figuras

Figura 1 – Vista parcial de uma Mina durante o dia e a noite	028
Figura 2 – Britagem primária	032
Figura 3 – Espessamento e recirculação de água	035
Figura 4 – Britagem terciária	036
Figura 5 – Vista externa de um moinho de bola	037
Figura 6 – Pátio de estocagem	039
Figura 7 – Captação de água	040
Figura 8 – Rejeito	041
Figura 9 – Vista parcial aproximada de uma Mina	047
Figura 10 – Ciclone	048
Figura 11 – Pátio de manutenção	049
Figura 12 – Sistema de desvio e empilhagem de materiais	050

Figura 13 – Barragem de uma Mina	051
Figura 14 – Retirada do látex da seringueira	054
Figura 15 – Borracha sintética e natural da matéria prima ao produto final	057
Figura 16 – Fluxograma do processo produtivo de uma indústria de artefato de borracha	085
Figura 17 – Cilindro ou moinho	087
Figura 18 – Sistema de bamburização	089
Figura 19 – Calandragem de borracha	091
Figura 20 – Extrusora	092
Figura 21 – Autoclave	093
Figura 22 – Injetora horizontal	094
Figura 23 – Prensa hidráulica com dois vãos	095
Figura 24 – Rotocure para vulcanização de lençol de borracha	097
Figura 25 – Esquemas dos sistemas de produção da entrada, processo e até a saída	103

Figura 26 – As formas de resposta à demanda do sistema de produção	104
Figura 27 – Modelo de integração do sistema de planejamento e controle da produção à estratégia de manufatura	105
Figura 28 – A relação entre os PEGEMs, níveis de repetitividade dos sistemas de produção discretos e estratégias de resposta à demanda	107
Figura 29 – Impactos do Planejamento Mestre da Produção	110
Figura 30 –. Estrutura do processo decisório do controle da produção: Fluxo de materiais	114
Figura 31 – MRP/MRP II	122
Figura 32 – Hierarquia dos planos de produção de uma indústria de artefatos de borracha	140
Figura 33 – Fluxograma da empresa de artefatos de borracha: Processos gerenciais	141
Figura 34 – Sistema global de administração da produção	150

Lista de Quadros

Quadro 1 – Cronologia da mineração: dos primeiros achados até hoje	024
Quadro 2 – Métodos de exploração de uma mina	031
Quadro 3 – Atribuições governamentais nos três poderes	044
Quadro 4 – Classes das Minas	052
Quadro 5 – Evolução da borracha sintética	057
Quadro 6 – Elastômeros x Propriedades	061
Quadro 7 – Classificação dos aceleradores	063
Quadro 8 – Classificação dos Negros de Fumo	068
Quadro 9 – Propriedades dos elastômeros	071

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Formulação de borracha: Relação da proporção dos produtos em um composto	072
Tabela 2 – Propriedades físicas do composto de borracha formulado na tabela 1	073
Tabela 3 – Proporção para diluição do Adesivo e do Prime	078

Lista de anexos

Anexo 1 – Ranking das 200 maiores minas brasileiras (2008)	153
Anexo 2 – Figuras de diversos produtos de borracha	160
Anexo 3 – Relação parcial para mostrar o Mix de produtos de Borracha	175

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Acredito ser este o primeiro ou um dos primeiros estudos que se realiza com o foco dividido em três importantes setores que é o Planejamento e Controle da Produção, a Indústria de Artefatos de Borracha e o setor de Mineração, portanto, é pretensão deste trabalho apresentar um pequeno histórico referente a cada um destes itens, o fluxo e operações do processo produtivo, e suas inter-relações. Como fazer um Planejamento e Controle da Produção em uma indústria de borracha que fornece para o setor de mineração é o intuito deste trabalho, mostrando num estudo de caso a estrutura comercial e como o pedido tramita no chão de fábrica.

Desta forma outro importante acontecimento ocorrerá que é a interação e tomada de conhecimento do que cada parte faz e sua importância. É o conhecimento se disseminando entre os elos de uma importante corrente.

1.2 Justificativa

Pesquisar a indústria de borracha como fornecedora de produtos para o setor de mineração e sua estrutura de planejamento e controle da produção, para assim entender este setor de forma mais detalhada. A pesquisa será elaborada de maneira exploratória a partir de uma revisão bibliográfica, estudo empírico em uma indústria de borracha, dentro do segmento de mineração. O conhecimento isoladamente de cada segmento em primeiro lugar irá dar subsídios para que se conheça o funcionamento desta grande engrenagem. Por conhecer várias empresas de borracha que fornecem para a mineração e atuar ativamente em uma é que este pesquisador se inquietou com a falta de informação nestes segmentos quando em atividades conjuntamente.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo geral

- Estudar na cadeia de fornecimento da mineração um segmento específico que é: Planejamento e Controle da Produção de Produtos de Artefatos de

Borracha voltados à mineração e proporcionar às partes envolvidas um maior conhecimento de sua cadeia.

1.3.2 Objetivo específico

- Apresentar o Planejamento e o Controle da Produção e como pode ser aplicado com exemplos em uma indústria de borracha fornecedora para o segmento de mineração.
- Entender o que é borracha, sua história, evolução, composição, o seu processo industrial, seus equipamentos e máquinas, enfim, o universo que cerca um fabricante de artefatos de borracha para mineração.
- Entender o que é rocha, a história da mineração, as fases da mineração, a importância dos órgãos do Executivo nas três esferas do poder e suas relações, o meio ambiente, os equipamentos e os produtos.
- Ilustrar a importância da fabricação de artefatos de borracha para a mineração.

1.4 Metodologia

A pesquisa será elaborada de maneira exploratória a partir de uma revisão bibliográfica, estudo empírico em uma indústria de borracha, dentro do segmento de mineração.

A seguir, são resumidos os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento do presente trabalho:

- categoria exploratória e descritiva de natureza qualitativa;
- método do estudo de caso;

Gil (2002) relata que a categoria da pesquisa exploratória tem como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições de maneira flexível que possibilita a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Em relação à natureza metodológica, Oliveira (1999) enfatiza que existem duas tipologias básicas: a quantitativa e a qualitativa.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho compõe-se de sete capítulos, sendo este o primeiro. Os demais são:

- Capítulo 2: Introdução à Mineração, sua história, estrutura e fases da mineração, extração mineral, sua relação com o meio ambiente e o ranking das maiores mineradoras e fotos diversas.
- Capítulo 3: História da borracha, sua evolução, composição, metal/borracha, laboratório, suas máquinas e equipamentos, reciclagem e fotos diversas.
- Capítulo 4: Serão apresentados conceitos de Planejamento e Controle da Produção, sistemas de planejamento e comentários sobre sistemas híbridos.
- Capítulo 5: Será apresentado um estudo de caso com ênfase no comercial e como é feito o acompanhamento pelo PCP, com fluxograma e colocadas as dificuldades da Indústria de Borracha.
- Capítulo 6: De uma forma mais ilustrativa, este capítulo visa mostrar produtos de borracha utilizados na mineração, tanto pequenos como os grandes, bem como uma lista de produtos de borracha.
- Capítulo 7: O Comentário Final é o fechamento de todo o trabalho, acentuando o objetivo principal, com uma figura representativa de todo o trabalho.

CAPÍTULO 2 - MINERAÇÃO

2.1 Introdução

A ciência que estuda as pedras e tudo que a envolve chama-se Geologia e segundo Alecrim (1982), é definida como a ciência que estuda a terra em todos os seus aspectos, isto é, a constituição e estrutura do globo terrestre, as diferentes forças que agem sobre as rochas, modificando as formas de relevo e a composição química original dos elementos, a ocorrência e evolução da vida nas diferentes etapas da história física do planeta.

Minerais são substâncias de origem inorgânica e natural que ocorrem na natureza no estado sólido, com uma composição química definida e uma estrutura interna de átomos na forma de arranjo geométrico.

A natureza das rochas, mesmo de regiões próximas, pode variar, isto dependerá da modificação metamórfica das pré-existentes. Ainda segundo Alecrim (1982), em uma mesma região por mais restrita que seja, pode-se obter uma série de Colunas Geológicas, e que, tomando-se uma qualquer como termo de comparação, se pode e, pelo exame das demais, verificar quais os elementos que sobram ou que faltam e formar uma Coluna Estratigráfica Regional. Analogamente procede-se para diversos estados, países, continentes, chegando a uma Coluna Geológica ou Estratigráfica padrão. Essas rochas são agrupadas em Eras, o que corresponde às grandes divisões do tempo geológico. Eles compreendem Períodos, de durações variadas, os quais se subdividem em Épocas, estas em Idades e as idades em Fases.

A partir destes estudos geológicos é que serão encontradas jazidas minerais de interesse econômico e de uma forma mais ampla fazer um estudo da potencialidade do subsolo em estudo.

Uma boa definição com uma rápida explicação sobre mineral foi relatada na Wikipédia mineral, 2008, que diz que é um corpo natural sólido e cristalino formado em resultado da interação de processos físico-químicos em ambientes geológicos. Cada mineral é classificado e denominado não apenas com base

na sua composição química, mas também na estrutura cristalina dos materiais que o compõem.

Ainda neste artigo, as estruturas cristalinas determinam de forma preponderante as propriedades físicas de um mineral. Para ser classificado como um "verdadeiro" mineral, uma substância deve ser um sólido e ter uma estrutura cristalina definida. Deve também ser uma substância homogênea natural com uma composição química definida. Substâncias semelhantes a minerais que não satisfazem estritamente a definição, são por vezes classificadas como mineralóides. Estão atualmente catalogados mais de 4 000 minerais, todos eles reconhecidos e classificados de acordo com a International Mineralogical Association (IMA).

2.2- História da Mineração

O site da “selfhelp.eu : mineração” consta que os primeiros mineiros, datam provavelmente de 300.000 a.C., e ocupavam-se sobretudo da obtenção de sílex e cherte para a fabricação de utensílios e armas de pedra. As suas pedreiras e cortas levaram à criação primeiro de galerias e, mais tarde, de poços e finalmente às primeiras explorações subterrâneas durante o neolítico.

Os principais eventos que foram cronologicamente relacionados ao desenvolvimento da mineração até o início do século XX, foram citados por Damascenos (2005) no quadro 1.

Quadro 1: Cronologia da Mineração

Data	Evento
450.000 a. C.:	Obtenção de pedras na superfície, Paleolítico
40.000:	Aprofundamento de lavra a céu aberto para subterrânea, Swazilândia, África
30.000:	Utensílios de cerâmica queimada, Checoslováquia
18.000:	Provável uso de ouro e cobre no estado nativo
5.000:	Uso do fogo para quebrar rochas, Egito
4.000:	Uso de metais, Idade do Bronze

3.000: Fundição de cobre com carvão, China; uso de utensílios de ferro, Egito

2.000: Artefatos de ouro, Peru

1.000: Uso de aço, Grécia; cobre, ouro, prata, ferro, bronze e latão, China

100 d. c.: Grande desenvolvimento da mineração, Império Romano

968: Descoberta dos depósitos de Rammelsberg, Harz

1.170: Descoberta de minério de prata, Freiberg

1.451: Desenvolvido processo metalúrgico para separar prata e cobre

1.524: Mineração de cobre, Cuba

1.545: Espanhóis encontram a mina de prata de Potosí

1.550: Uso de bombas de sucção, Joachimstal, Checoslováquia; início da mineração de carvão na Inglaterra

1.552: Afonso Sardenha noticia ocorrência de ferro a D. João III, Brasil

1.556: Publicação do De Re Metalica de Georgius Agricola, Alemanha

1.585: Descoberta de minério de ferro na Carolina do Norte, EUA

1.600: Início da mineração de carvão, ferro, chumbo e ouro no leste dos Estados Unidos

1.627: Uso de pólvora para desmonte na Eslováquia, possivelmente já usada na China

1.640: Finalização do shaft Danilowicz, mina de sal de Wieliczka, Polônia

1.646: Instalação de forno com injeção de ar, blast furnace, em Massachusetts, EUA

1.652: Lavra de ouro no Jaraguá e outros locais, Brasil

1680: Descoberta de ouro em Minas Gerais por Borba Gato, Rio das Velhas, Brasil

1.710: Primeira Escola de minas, Joachimstal, Checoslováquia

1.744: Início de mineração de ouro, Rússia

1.770: Lavra longwall de carvão, Inglaterra

1.780: Início da Revolução Industrial, uso de máquinas a vapor na mineração

1.800: Corrida do ouro para o Oeste, EUA

- 1.815: Invenção da lâmpada de segurança para os mineiros por Sir Humphrey Davy, Inglaterra
- 1.830: Corrida de Ouro, Altai, Rússia
- 1.848: Descoberta de pepitas de ouro e corrida ao vale do Sacramento, México
- 1.850: Descoberta de jazidas primárias de ouro em Homestake e Grass Valey, EUA
- 1.851: Corrida de ouro em New South Wales e Victoria, Austrália
- 1.855: Uso do processo Bessemer para obtenção de aço, Inglaterra
- 1.867: Invenção da dinamite por Nobel; descoberta de diamantes na África do Sul
- 1.870: Descoberta de cobre no Chile
- 1.871: Corrida de ouro, Cassiar, Alaska
- 1.876: Descoberta de ouro aluvionar no Transvaal, África do Sul; fundada a Escola de Minas de Ouro Preto, em 12 de outubro, por Henry Gorceix
- 1.885: Descoberta dos Gold Reefs, Witwatersrand, África do Sul
- 1.900: Uso de sondagens pneumáticas a seco
- 1.903: Início da moderna mineração na mina de cobre de Bingham Canyon, Utah, EUA, a céu aberto, baixo teor e elavada escala de produção e intensa mecanização; corrida de ouro em Ontario
- 1.904: Uso de flotação de sulfetos na mina Broken Hill, Austrália
- Quadro 1: Cronologia da Mineração

Fonte: Hartman (1987); Gavalda (1995) e Gregory (1982), adaptadas Damascenos(2005).

2.2.1 – No Brasil

As primeiras catas ou garimpos foram feitas em São Paulo, em São Vicente, aí os Bandeirantes se espalharam e interiorizaram, mas segundo Figueirôa (1994), a mineração no Brasil teve início no final do século XVII, com a descoberta de ouro na região das Minas Gerais (Ouro Preto então Vila Rica e arredores) em 1693 – 1695, desencadeando uma verdadeira corrida para a exploração deste metal. No século XVIII houve uma expansão na exploração, principalmente em Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Goiás. Também houve

início da exploração de diamantes, inicialmente em Tejuco (atual Diamantina), espalhando para estes outros Estados.

A intensidade exploratória, ainda segundo Figueirôa(1994), foi de tal magnitude que, nos primeiros 70 anos do século XVIII o Brasil chegou a ter uma produção aurífera equivalente ao resto da América no período de 1493 a 1850, ou seja, 50% do total da produção mundial entre os séculos XV e XVIII. Com os diamantes não foi diferente. As sequelas foram profundas e ao fim do século XVIII e de certo apogeu, a mineração entrou em decadência, das 15 toneladas anuais no auge, chegou em 1785 com meros 4 toneladas/ano.

2.2.2- No século XX

Para Damasceno (1)(2)(3),2005, o progresso foi muito grande entre 1920 e 1960, principalmente após a primeira guerra mundial com a mecanização, escavadeiras movidas a vapor e novas técnicas no processo. Em 1950 foi desenvolvido os Bits de Vídia ou Carbureto de Tungstênio, para o corte de rocha em brocas de perfuração. Em 1955 operava com máquinas para lavra na Austrália, já em 1963 foi introduzido nas minas de carvão na Inglaterra, o sistema ROLF, de operação com controle remoto. Em 1970 passaram a ser utilizados Draglines e escavadeiras de grande capacidade e caminhões fora de estrada (200 T). O desenvolvimento de Jumbos, automatizados e de grande porte, sistemas de ventilação, iluminação e de condicionamento de ar, melhorou a salubridade e diminuiu os riscos de explosão.

Como ilustração, as duas figuras a seguir mostram vistas parciais de uma mina de dia e a noite dando idéia do tamanho que podem chegar.



Figura 1: Vista parcial de uma mina

2.3- Fases da exploração de uma Mina ou Pedreira

Conforme a Wikipédia mineração, 2008, a vida de uma exploração mineira (mina ou pedreira) é composta por um conjunto de etapas que se podem resumir a:

1. Pesquisa para localização do minério. O primeiro procedimento é saber aonde tem o minério que se deseja explorar.
2. Prospecção para determinação da extensão e valor do minério localizado. Ao identificar o local, deve-se saber o tamanho da mina, sua extensão e se o minério localizado tem valor para o mercado.
3. Estimativa dos recursos em termos de extensão e teor do depósito. Baseado no conhecimento anterior, quais os recursos necessários para a sua exploração, levando-se em conta o teor do depósito.
4. Planejamento, para avaliação da parte do depósito economicamente extraível. Nesta fase é que começa a se ter noção da viabilidade para a exploração, pois se detem na parte que realmente se vai explorar.
5. Estudo de viabilidade para avaliação global do projeto e tomada de decisão entre iniciar ou abandonar a exploração do depósito. Nesta fase é que se define a continuação ou não do projeto, pois se verifica de forma global todo o projeto, em detalhes, com projeções e simulações de possíveis adversidades.
6. Desenvolvimento de acessos ao depósito que se vai explorar. Uma das prioridades para se iniciar uma exploração é uma avaliação precisa e futurística dos acessos que devem ser feitos, pois atrasos, gastos desnecessários, paradas repentinas podem ser evitadas com um bom planejamento nos acessos.
7. Exploração, com vista à extração de minério em grande escala. A exploração deve seguir o mesmo princípio de uma empresa, indústria, ou seja, a produtividade deve ser acompanhada e as técnicas ou métodos para que se tenha um produto final com o menor custo e com qualidade dentro das normas de segurança devem ser implantadas.

8. Recuperação da zona afetada pela exploração de forma a que tenha um possível uso futuro. Sustentabilidade com responsabilidade ambiental durante a exploração e principalmente após, com a possibilidade de que a área explorada regresse à sua condição inicial ou próxima a ela e, se possível, até melhor.

Nota-se que entre a fase de pesquisa e o início da exploração podem decorrer vários anos ou mesmo décadas, sendo os investimentos necessários nesta fase muito elevados (podendo ser da ordem das centenas de milhões de dólares) e o seu retorno não assegurado, o que ilustra bem o risco associado a esta atividade.

2.4 – Extração Mineral

A extração mineral, consiste de uma série de processos que têm em vista a separação física dos minerais úteis da ganga (a parte do minério que não tem interesse econômico e que é rejeitada) e a obtenção final de um concentrado, com um teor elevado de minerais úteis. As minas são divididas basicamente ao modo de escavação, em dois tipos principais: minas subterrâneas e minas a céu aberto. Os métodos utilizados para exploração podem ser físicos ou químicos e podem ser divididos de forma aproximadamente sequencial em:

Quadro 2: Métodos de exploração de uma Mina

1. Desmonte do minério
2. Remoção do minério
3. Fragmentação primária
4. Granulação
5. Moagem
6. Classificação (pode estar incluída entre os vários tipos de fragmentação e concentração)
7. Concentração: É o produto final da atividade de uma mina, sendo vendido por um preço estabelecido de acordo, sobretudo mas não só, com o teor de metal que contém

Fonte: Wikipédia mineração, 2008, adaptado pelo autor

Dependendo do tipo de minério a ser explorado e a forma de exploração, este processo pode ser muito subdividido ou não. Como exemplo, citarei uma sequência de uma grande mina de minério de ferro, do seu início até a sua disposição do rejeito.

01. Centro de controle operacional: Monitora os equipamentos a partir das britagens até o carregamento de trens e todos os equipamentos destas áreas podem ser acionados e parados pelo centro de controle central ou diretamente no campo. Além de gerenciar todo o processo produtivo, se encarrega também de auxiliar as interfaces com as demais áreas do sistema produtivo. O CCO é importantíssimo para a tomada de decisão sem demora.

02. Britagens semimóveis: Britadores de mandíbulas que são alimentados pelo oversize de uma grelha vibratória, aberta na medida desejada. O passante da grelha mais o britado irá se juntar com o produto da britagem primária, formando a partir daí, a alimentação da britagem secundária. O objetivo principal é o de diminuir a distância média de transporte entre as

frentes de lavra e a usina. Estas estruturas estão integralmente nas áreas de cava em operação.

03. Britagem primária: O minério é alimentado na britagem por caminhões fora-de-estrada com grande capacidade, basculando nos silos de recebimento. A partir daí é transferido pelos alimentadores de esteira, para as grelhas vibratórias com a abertura desejada. O passante pelas grelhas é depositado em silos e, juntamente com o produto do britador, é conduzido à etapa seguinte. A britagem primária tem por função, produzir um minério com granulometria desejada, a partir da alimentação proveniente da mina e transferi-lo à britagem secundária e equalizar o fluxo de minério descontínuo, transformando-o em um fluxo contínuo e uniforme em sua saída.



Figura 2: Britagem primária

04. Britagem secundária: A função principal da britagem secundária é adequar o tamanho máximo do material para a classificação da etapa seguinte e, por este motivo, opera em circuito fechado garantindo a adequação do produto. A britagem secundária possui uma pilha pulmão, cujo objetivo é flexibilizar a operação da mina e da usina.

05. Peneiramento secundário: É o que possui as maiores dimensões no conjunto de edificações da usina de beneficiamento de minério de ferro. Através de alimentadores de correia que transladam com velocidades variáveis que irão alimentar peneiras classificadoras, dispostas no sentido transversal do prédio, são de duplo deck com abertura de 25mm no primeiro e 11mm no segundo deck. O peneiramento é efetuado com adição permanente de água sobre as peneiras em ambos os decks gerando três fluxos distintos. O retido do 1º deck (Pebble) é direcionado para a pilha de Pebble, o passante no 1º e retido no 2º deck (NP2) e o passante no 2º deck _ SF2 “ A” e “ B”, Pellet Feed, FRD e o rejeito, alimenta as 31 peneiras desbastadoras. O oversize dessa peneira é o SF2A e o undersize alimenta os 11 classificadores espirais simplex e cinco ciclones, o overflow dos classificadores e ciclones é encaminhado por gravidade, para a ciclonagem tripla. O NP2 pode ir direto para o pátio de estocagem ou passar pela pilha intermediária formando o NPCJ (Granulado para as guserias). O SF2 é retomado por pá carregadeira que descarrega em um chute fixo.

06. FRD: A produção de FRD é realizada em uma planta anexa ao prédio do peneiramento secundário e consiste de 4 peneiras multifeed de alta frequência, 20 peneiras repulp, 03 bombas de vácuo, 02 peneiras desaguadoras e 03 filtros de correia. Algumas linhas do peneiramento secundário são responsáveis pela alimentação da planta de FRD. Um chute móvel manual permite que a operação opte por alimentar as peneiras

desaguadoras que recebem o underflow dos classificadores ou a planta de FRD. O oversize das peneiras repulp alimenta por gravidade três filtros de correia onde o “cake” ou torta, é o produto final, indo para a pilha de FRD, e o undersize fecha circuito com os classificadores espirais do peneiramento secundário. O FRD é retomado da pilha para ser enviado ao pátio de estocagem por quatro alimentadores vibratórios suspensos sob a pilha.

07. Ciclone tripla: A produção de Pellet Feed é obtida através da operação de uma planta de ciclone de triplo estágio que trata o overflow dos classificadores do PNII.

08. Espessamento e recirculação de água: O espessamento possui dois espessadores convencionais, que recebem o rejeito proveniente do estágio scavenger. A função dos espessadores é recuperar a maior quantidade possível de água, isenta de sólidos. O underflow dos espessadores, situado entre 60 a 68% de sólidos em peso, é conduzido por gravidade, em calhas de madeira com 2% de inclinação, até a barragem de deposição de rejeitos, protegendo os mananciais da região. O overflow dos espessadores (Água de processo) é bombeado para o reservatório de processo e de lá a água é recirculada na usina.



Figura 3: Espessadores e recirculação de água

09. Peneiramento terciário: O peneiramento é efetuado com adição permanente de água sobre as peneiras em ambos os decks, sendo que o retido do 1º deck (recirculado) é direcionado para a britagem terciária, o passante no 1º e retido no 2º deck (NP3), que vai direto para o pátio de estocagem e o passante no 2º deck alimenta seis peneiras desbastadoras. O oversize dessa peneira é o SF3A e o undersize alimenta 01 spiral duplex. Classificador e o oversize dessa peneira constitui o SF3B que se junta ao SF3A para formar o SF3 total e o undersize fecha carga circulante com o respectivo classificador. O overflow do classificador é bombeado para os espessadores do PNII.

10. Britagem terciária: faixa granulométrica do produto.

Figura 4: Britagem terciária

11. Moagem de bolas e deslamagem: O circuito de moagem de PPL1 é alimentado: o britado destes, junta com o pebble proveniente do PNII, alimentando logo em seguida o peneiramento terciário. A função principal dessa instalação é adequar o tamanho máximo do material para a classificação da etapa seguinte e por este motivo, opera em circuito fechado, garantindo por uma pilha pulmão. A pilha é retomada através de alimentadores vibratórios suspensos sob a pilha, transportando o material para os silos da moagem, donde através de 02 alimentadores de correia que transladam com velocidades variáveis e capacidades individuais, alimentam dois moinhos de bolas. Os moinhos trabalham em circuito fechado com 02 baterias de 16 ciclones, sendo o overflow encaminhado para a deslamagem, composta por 360 ciclones. O overflow desta etapa é enviado para um espessador de lama, do qual o

overflow é enviado para o reservatório situado entre os espessadores do PNII e o underflow é bombeado para a barragem de rejeito.



Figura 5: Vista externa da Moagem de Bola

12. Estação de amostragem: De modo a poder qualificar os produtos a fim de atender as qualidades físicas e químicas exigidas pelos clientes, existe uma estação de amostragem automática nos vários circuitos de produção. As amostras, geradas conforme procedimentos normatizados, são coletadas e trabalhadas nos laboratórios e controle de qualidade. Os resultados são plotados em gráficos e emitidos diariamente vários relatórios de acompanhamento da formação e recuperação dos produtos.

13. Filtragem prensa: É composta por dois espessadores de produto e 08 filtros prensa LAROX. O overflow desse espessador é bombeado para o reservatório situado próximo do espessador de lama e o underflow, após espessado de maneira a atender às variáveis de processo, irá alimentar os

filtros prensa ou, eventualmente os filtros verticais. A torta destes filtros com cerca de 8,5% de umidade constitui os PPL's e é enviada ao pátio de estocagem para ser empilhada. O produto deste circuito será a alimentação da usina de pelotização existente.

14. Filtragem a disco: O Pellet Feed, produto da ciclonagem tripla underflow dos ciclones do estágio cleaner é transportado alimentando os três tanques pulmão, de onde a polpa é bombeada para os filtros a disco. Na parte da descarga, os filtros possuem calhas que direcionam a torta para um transportador de correia e deste para o pátio de estocagem onde é empilhado. O objetivo principal da operação de filtragem é o desaguamento do Pellet Feed a umidades menores que 12%.

15. Pátio de estocagem, recuperação e carregamento: Depois de beneficiados, os produtos Pellets, Sinter e Granulados são estocados/homogeneizados em pátios com grandes capacidades de estocagem. Esse volume de estoque permite um período de residência maior da pilha no pátio, possibilitando o desaguamento parcial, uma vez que, o Sinter Feed é empilhado ainda úmido e exposto às precipitações pluviométricas que ocorrem em grande período do ano. Devido à inexistência de uma pilha de homogeneização para alimentar a usina, a flexibilidade na formação físico-química das pilhas é possível com a alternância de empilhamento, principalmente para corrigir desvios dos teores químicos, conseguindo com isso minimizar as flutuações normais da qualidade na mina, absorvendo-as e controlando-as dentro de níveis consoantes às aspirações dos clientes. Recuperadoras de roda de caçamba permitem o carregamento contínuo e simultâneo de duas composições ferroviárias, cada uma formada por até três locomotivas e 202 vagões de minério, sendo a capacidade individual por vagão igual a 103 toneladas, levando a uma capacidade total de uma composição igual a 20.800 toneladas de minério.



Figura 6: Pátio de estocagem

16. Plantas dosadoras de minérios de manganês e areia: Para as produções dos especiais de sinter feed com alto manganês e sinter feed com alta sílica, contamos com duas plantas dosadoras de manganês e areia.

17. Disposição de rejeito e captação de água: A barragem possui uma vida útil de oito anos e foi projetada visando a formação de um reservatório para as seguintes finalidades múltiplas: regularização das vazões naturais do Igarapé para obtenção de água para abastecimento das instalações industriais; acumulação de rejeitos do processo de beneficiamento de minério, provenientes das instalações industriais da mina de ferro; contenção de materiais carreados da pilha de estéril. Aproveitamento do potencial hidroelétrico.

Dados de especificação:

Cota Crista_ 217,5m;

Cota Nível d'água_ 214,0m;

Área Inundada_ 460 ha;

Volume do Reservatório_ $45 \times 10^6 \text{m}^3$.

Etapas de Alçamento:

O terceiro alçamento, por jusante dará ao lago 7,0km² e elevação de 219m.

Instrumentação:

A instrumentação atualmente instalada na barragem é composta por medidores de nível d'água, piezômetros do tipo casagrande, marcos superficiais distribuídos na crista e talude de jusante e um medidor de vazão.

Captação de Água do Gelado:

Sistema responsável pelo bombeamento da água utilizada no beneficiamento do minério de ferro em Carajás, cuja vazão nominal é de 2.600 m³/h.

Aproveitamento do Potencial Hidroelétrico:

Está prevista a instalação de uma PCH (Pequena Central Hidrelétrica) para aproveitamento dos recursos hídricos existentes e da estrutura de barramento, barragem, já construídos.

Abaixo segue duas figuras ilustrando uma captação de água e um rejeito.

De uma forma geral, utilizando uma grande mina como exemplo, nestes dezessete itens verifica-se a complexidade para se explorar conforme a grandeza da mina aumenta.



Figura 7: Captação de água



Figura 8: Rejeito

2.5- METALURGIA E SIDERURGIA

Segundo Damasceno (2006), os diversos minerais utilizados pela indústria metalúrgica e siderúrgica, são subdivididos e classificados conforme os usos, nas seguintes categorias:

- Minérios ferrosos: ferro, manganês, níquel, cromo, nióbio, tungstênio, cobalto, vanádio e molibdênio, subconjunto que agrupa os recursos minerais utilizados na produção de ferro, aço e ligas. Os elementos químicos que formam os minerais dos minérios ferrosos apresentam afinidade geoquímica pelo ferro, sendo frequente a ocorrência de minérios caracterizados pelas combinações entre o Fe e o Mn, Ni, Cr, Nb, V e W (exceto molibidênio e cobalto, em parte), em diversas proporções.
- Minérios não ferrosos: subconjunto que inclui os minérios de alumínio, cobre, estanho, chumbo, prata, zinco, cádmio, molibdênio, cobalto e outros metais especiais, geralmente subprodutos nas operações

metalúrgicas e de refino dos metais principais. Os minérios não ferrosos são constituídos por minerais sulfetados, exceto a bauxita e a cassiterita que são óxidos.

- Minérios de metais preciosos: subgrupo que inclui os minérios de ouro e platina/platinóides (Pd, Os, Ir, Rh). A prata não inclui este grupo, pois o seu valor caiu muito.
- Carvão mineral: matéria-prima e insumo energético importantíssimo para a siderurgia, tanto na produção do coque como fonte de energia e agente redutor no processo de obtenção de ferro e aço. Tem origem na carbonização de vegetais, em ambientes sedimentares, e a sua qualidade depende da evolução geológica da bacia carbonífera. No Brasil o carvão é de uso específico para insumo energético, necessitando importar carvão grau metalúrgico.
- Minérios fundentes: subconjunto que inclui calcário, dolomito (cal), fluorita e criolita, e são minerais não metálicos. Os calcários e dolotomitos são recursos abundantes e encontram-se normalmente próximos aos pólos metalúrgicos-siderúrgicos.
- Minérios para refratários: categoria que inclui uma grande variedade de matérias-primas minerais usadas como componentes de diversos tipos de refratários, tais como argilas silicosas, silico-aluminosas e aluminosas, quartzito, dolomito, magnesita, cromita, grafita, zircão (zirconita) e cianita-sillimanita-andaluzita.
- Minérios para fundição: areia-base, areia de “zirconita” e bentonita. A areia-base é usada para na confecção de molde para a fundição, pois são areias caracterizadas pela seletividade da distribuição granulométrica e elevado grau de arredondamento e esfericidade.

2.6- MINERAÇÕES x MEIO AMBIENTE

O editorial da revista MINÉRIOS & Minerale de nº296 de 2007, comentou que a mineração atualmente é o grande vilão e alvo predileto dos ativistas ambientais – papel este que já foi da indústria petroquímica, como por

exemplo, na região de Cubatão (SP)--, que teve há anos atrás uma atmosfera quase irrespirável para todos que utilizavam as rodovias em direção às praias no litoral de São Paulo. Imagine então os efeitos para a população que residia ou trabalhava ali. Entretanto, os investimentos realizados pelas indústrias locais para reduzir as emissões, em conjunto com uma fiscalização ativa, melhoraram sensivelmente as condições do meio ambiente.

A mineração vem investindo pesado na preservação ambiental nos anos recentes, mas essa cultura ainda precisa se consolidar entre as mineradoras médias e pequenas. Falta um trabalho amplo e sistemático junto aos meios de comunicação. Acidentes, como o rompimento da barragem do rio Pomba em Minas Gerais, representam um tremendo revés junto à opinião pública.

Mesmo entre as maiores e mais conhecidas empresas do país, que assumem publicamente seu compromisso com o meio ambiente e sua postura de cidadania perante as comunidades, essa cultura ainda não permeou na filosofia empresarial e nas políticas de planejamento estratégico, a ponto de se tornar uma parte natural e intrínseca dos negócios. Traduzindo isso, significa que as empresas ainda acreditam que ao pagar contas e doar recursos financeiros vão conseguir silenciar as vozes discordantes das comunidades.

Historicamente falando, analisando outros segmentos dentro e fora do Brasil, sabemos que existe um caminho a seguir e o importante é que estamos no caminho, apesar de ainda termos de muito andar. A luz no final do túnel já pode ser vista, pequena, mas visível.

A distribuição das atribuições governamentais em relação à proteção ambiental e planejamento da mineração em relação aos três níveis de poder, foi muito bem resumido por Farias, 2002, no quadro 3.

Quadro 3: Atribuições governamentais nos três poderes

Atividade de Mineração	Poder Municipal	Poder Estadual	Poder Federal
Requerimento De Concessão ou Licença	Leis de uso e Ocupação do Solo	Licença Ambiental por Legislação Federal	Deferimento ou Indeferimento
Pesquisa Mineral	Leis de uso e Ocupação do Solo	Licença Ambiental por Legislação Federal	Acompanhamento e Fiscalização Mineral
Lavra Mineral	Alvará de Funcionamento	Análise do EIA RIMA e Licença ...	Acompanhamento e Fiscalização Mineral
Recuperação da área Minerada	Definição do Uso Futuro do Solo Criado	Licença Ambiental Legislação Federal	

Fica bem evidente que uma das maiores dificuldades está na delimitação das fronteiras de responsabilidade entre os três níveis de poder, ou seja, a União, o Estado e o Município, com vistas à área de competência para a atividade mineral. Além da falta de uma integração intergovernamental tem como agravante a não participação da sociedade civil na elaboração de uma política mineral no país, objetivando o desenvolvimento sustentável.

Ainda Farias, 2002, apud Sánchez (1994), do ponto de vista da empresa, existe uma tendência de ver os impactos causados pela mineração unicamente sob as formas de poluição que são objeto de regulamentação pelo poder público, que estabelece padrões ambientais: poluição do ar e das águas, vibrações e ruídos. É necessário que o empreendedor informe-se sobre as

expectativas, anseios e preocupações da comunidade, do governo – nos três níveis – do corpo técnico e dos funcionários da empresa, isto é, das partes envolvidas e não só daquelas do acionista principal.

Completando este raciocínio, Farias, 2002 apud Bitar (1997) a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que possam ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos no tráfego urbano. Estas externalidades geram conflitos com a comunidade, que normalmente têm origem quando da implantação do empreendimento, pois o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração.

Analisando o que foi comentado, podemos concluir que os impactos da mineração em áreas urbanas sobre as comunidades são muito maiores que aquelas em áreas rurais ou florestas. Uma observação importante é que o desconforto ambiental é sentido nestas áreas mesmo quando as emissões estão abaixo dos padrões ambientais estabelecidos.

Outra condição que ajuda a gerar conflito é que a legislação ambiental é recente e vem de acordo com uma tendência mundial atual, ao contrário da legislação mineral que data de 1967. Os principais órgãos federais, como o IBAMA e o DNPM em suas sedes em Brasília estão estruturados, bem montados e com excelentes profissionais, destoando de suas representações estaduais, o que gera desrespeito, atrasos, corrupção e conflitos em muitas regiões.

Outra situação muito importante é o que fazer após o encerramento dos trabalhos de lavra. Brum, 2000, coloca que devem ser avaliadas as condições da área, como mudança na cobertura vegetal, afastamento da fauna da região, alterações na topografia, formação de taludes acima de uma altura estável, assoreamento das drenagens naturais, possível ponto de poluição pelos equipamentos utilizados e seu impacto, situações das construções existentes, enfim, avaliar de forma ampla todo o impacto e por em prática um plano de

recuperação com observações periódicas desta área a fim de evitar retrocesso no processo.

Quando pensamos na indústria extrativa mineral isoladamente, seu potencial econômico e social, principalmente em alguns estados, achamos grande, mas quando analisamos também a cadeia seguinte que está a siderurgia, metalurgia, as indústrias do cimento, da cerâmica, de fertilizantes e outros, aí sim, conseguimos ver o quanto grande e representativo é este segmento, gerando juntos aproximadamente 9% do PIB.

Realmente os choques de gestão entre os três níveis de poderes do Executivo, mais a entrada do Ministério Público, a crescente conscientização da sociedade com o tema meio ambiente, a estruturação das grandes mineradoras com base neste tema -- o que começa a forçar as pequenas e médias --, nos faz ter a esperança de que num futuro próximo, haja harmonia entre todas as partes e a sustentabilidade com qualidade de vida seja alcançada no Brasil.

Brum, 2000, comenta que a mineração aparece como atividade imprescindível para o desenvolvimento e bem-estar dos seres humanos, ainda que sua imagem esteja, quase que exclusivamente, relacionada com destruição e impactos ambientais. Sem dúvida, é impossível minerar sem causar impacto ambiental, seja ele de maior ou menor extensão. Mas, atividades como a construção civil e agricultura, também necessárias à humanidade, são tão ou mais impactantes que a mineração. Entretanto, os seus benefícios são mais facilmente perceptíveis, o que faz com que estas atividades sejam melhores aceitas pela sociedade e até mesmos ignorados os impactos ambientais gerados.

A mineração, com o objetivo de melhorar sua imagem e desenvolver uma consciência de proteção ambiental, também pressionada pelos diversos órgãos de fiscalização, vem procurando, nas últimas décadas, promover sistemas mais limpos e recuperar situações e passivos ambientais. Mentalidade essa, evidenciada nos congressos da área pelos empresários, universidades e centros de pesquisa.

Segue abaixo algumas figuras para melhor ilustrar este trabalho.



Figura 9: Vista parcial aproximada de uma Mina



Figura 10: Ciclone



Figura 11: Pátio de manutenção



Figura 12: Sistema de desvio e empilhagem de material



Barragem Sul

Figura 13: Barragem de uma Mina

2.7- 200 MAIORES MINAS BRASILEIRAS

Pelo quarto ano consecutivo, a revista Minérios & Minerales publica a edição especial **200 Maiores Minas Brasileiras**, que reúne informações técnicas de mais de 200 minas e de 42 substâncias diferentes. Desta forma, contribui para a criação de um importante banco de dados sobre o setor.

As minas foram agrupadas nos rankings gerais e por substâncias de acordo com a produção *run of mine* (ROM) de 2007 em toneladas.

O ranking é de fácil entendimento, como se pode verificar nas explicações abaixo e a relação completa está no anexo 1.

- Posição: Por ordem decrescente do volume processado por ano
- Nome da Mina: Como a Mina é conhecida ou chamada
- Localização: No Brasil, onde está localizada a Mina com o nome da cidade e sigla do Estado
- Mineradora: Qual a empresa responsável pela exploração, seu nome e/ou sigla
- Produto principal: Qual o tipo de minério é explorado
- ROM/ANO: Tonelagem movimentada por ano
- A Classe da Mina tem várias divisões que para melhor entender, o quadro abaixo foi preparado, e segue o mesmo raciocínio para a medição do ranking, que é em toneladas/ano (ROM).

Quadro 4: Classes das Minas

PORTE DAS MINAS	CLASSES	> QUE	≤ A	MINAS NO RANKING
Grandes	G2	3.000.000		49
	G1	1.000.000	3.000.000	45
Médias	M4	500.000	1.000.000	30
	M3	300.000	500.000	22
	M2	150.000	300.000	28
	M1	100.000	150.000	10
Pequenas	P3	50.000	100.000	18
	P2	20.000	50.000	16
	P1	10.000	20.000	10

Fonte: DNPM/Anuário Mineral Brasileiro

2.8 Considerações finais

Este capítulo tem como objetivo mostrar os diversos lados da mineração, ou seja, não apenas a operação, mas sua história, no mundo e no Brasil, bem como uma introdução sobre a constituição de uma rocha, os minérios, o que deve ser feito para se iniciar uma exploração, todas as fases de uma exploração com detalhamento de uma mina de grande porte e com riqueza de detalhes, que para um leigo pode parecer complicado, mas o objetivo não é formar profissionais da mineração, mas que os leitores consigam enxergar a complexidade e beleza do tema. Além disso, foi falado das legislações, dos conflitos entre poderes, dos conflitos da mineração com o meio ambiente e sua evolução neste tema, fotos diversas para que se possa ter uma noção não só escrita, mas visual também. Para finalizar foi mostrado o último ranking anual das maiores minas brasileiras, aonde se pode verificar não apenas a quantidade produzida, mas a região e o principal produto extraído.

A mineração é um tema muito amplo, com muitos números e informações que em um livro não se conseguiria colocar, mas o objetivo é falar de uma trílice e não de um único tema. Para se falar de três importantes setores, é preciso que o leitor conheça, mesmo de forma superficial, os mesmos, e este trabalho tem este objetivo, que é levar aos leitores conhecimento individual dos setores e sua interação numa cadeia.

O Brasil está entre os três maiores países em produção mineral no mundo, o que somente por isso justificaria o seu estudo, mas um outro motivo é a riqueza destes setores juntos, ainda muito pouco explorada.

CAPÍTULO 3 - HISTÓRIA DA BORRACHA : EVOLUÇÃO E ATUALIDADE

3.1 Introdução

O site Mucambo, 2009, relata que bem antes da descoberta da América (1492), e após a segunda viagem de Colombo (1493 / 1496), a borracha natural conhecida sob diversos nomes, foi usada na confecção de sandálias e na impermeabilização de tecidos para a confecção de capas. Em 1525, P. d'Anghieria relatou ter visto os índios mexicanos jogarem com bolas elásticas. Charles de la Condamine foi o primeiro a fazer um estudo científico sobre a borracha, que ele conheceu durante viagem ao Peru, em 1735. Um engenheiro francês, Fresnau, que la Condamine havia encontrado na Guiana, estudara a borracha no local e concluíra que esta não era senão "uma espécie de óleo resinoso condensado", possivelmente pela forma como escorria dos troncos ao ser retirado. Inconvenientes apareceram, como o crescimento e amolecimentos dos solados em época quente e contração e rigidez em época fria.



Figura 14: Retirada do látex da Seringueira

Fonte: www.acrilon.com.br

Por volta de 1800, Thomas Hancock descobre a mastigação (cisalhamento) e posterior descanso, com isso a lâmina tirada do cilindro alcançava certa estabilidade dimensional, mas foi Charles Goodyear (1839) que fez uma observação que revolucionou a indústria: “a borracha crua tratada com enxofre, acima do ponto de fusão deste, transformava a borracha de um

estado original plástico a outro elástico, com caracteres dimensionais estáveis e com uma habilidade de suportar variação na temperatura “.

Este foi o início da vulcanização, termo este derivado da mitologia grega – “Vulcano”, o deus do fogo. Este foi o ponto de partida para as aplicações práticas da borracha.

Quando os ingleses perceberam a sua importância, transportaram secretamente, em 1876, milhares de sementes de “*Hevea Brasiliensis*” do Brasil para suas colônias no sudeste da Ásia. Cerca de vinte e cinco anos depois, o comércio na região já estava estabilizado, derrubando o domínio brasileiro iniciado em 1866, pois, desenvolveram variedades mais resistentes, com plantio seriado e não no Brasil, onde a distância entre as seringueiras chegavam até a um quilômetro um do outro, conforme Mucambo, 2009.

Pinheiros, 2001, em sua dissertação, relata que o primeiro livro dedicado exclusivamente à borracha foi o “*Dissertatio Chemica Inauguralis de Resina Elástica Cajennensis*”, por Juliaans apud em Hills em 1780, e a primeira patente de um artigo de borracha é a inglesa BP 1751/1790 e tem como autores W. Roberts e W. Dight. O inglês Joseph Priestley em 1770 introduziu o termo inglês “rubber” para designar borracha, ao recomendar a utilização desta para apagar marcas de lápis, numa operação de esfregar que em inglês chama-se “rub out” (anteriormente se utilizava miolo de pão umedecido). O inventor do pneu foi o engenheiro escocês Robert William Thomsom e sua patente data de 1845 e descreve um pneumático composto de um invólucro de lona com uma banda de couro protegendo uma câmara de ar no seu interior, mas devido à fabricação dispendiosa e as dificuldades de desmontagem, este invento caiu no esquecimento por quarenta anos.

O grande surto da indústria de borracha ocorreu a partir de 1888, com a invenção do pneu para bicicleta, por Dunlop e mais ainda com o aparecimento do automóvel alguns anos mais tarde

Com o advento da II Guerra Mundial, houve quebra da produção de borracha natural no extremo oriente e o Brasil não conseguiu atender a demanda obrigando os Estados Unidos a pressionar a sua indústria a produzir 800.000 toneladas de borracha sintética que mal haviam começado a desenvolver. O governo americano criou a RRC (Rubber Reserve Co.), cujo objetivo principal era regular os estoques de borracha natural, considerados estratégicos, e ao mesmo tempo, estabelecia um programa prioritário para a produção de borracha sintética. Foi assim que surgiu o SBR, um copolímero de Estireno e Butadieno, como consta no site da Petroflex, 2009.

Foi o marco inicial do grande desenvolvimento da borracha sintética. O produto desenvolvido era facilmente vulcanizável e acabou se transformando no carro-chefe da indústria de borracha mundial. Apesar da borracha sintética já ser conhecida desde 1875, sua produção até 1940, era cara e inexpressiva.

Após a II Guerra Mundial, houve um aumento na produção e diversificação da borracha sintética para variadas aplicações, substituindo metal e madeira e criando novos produtos com as novas propriedades, conforme a figura 15 no esquema retirado do site da Petroflex, 2009.

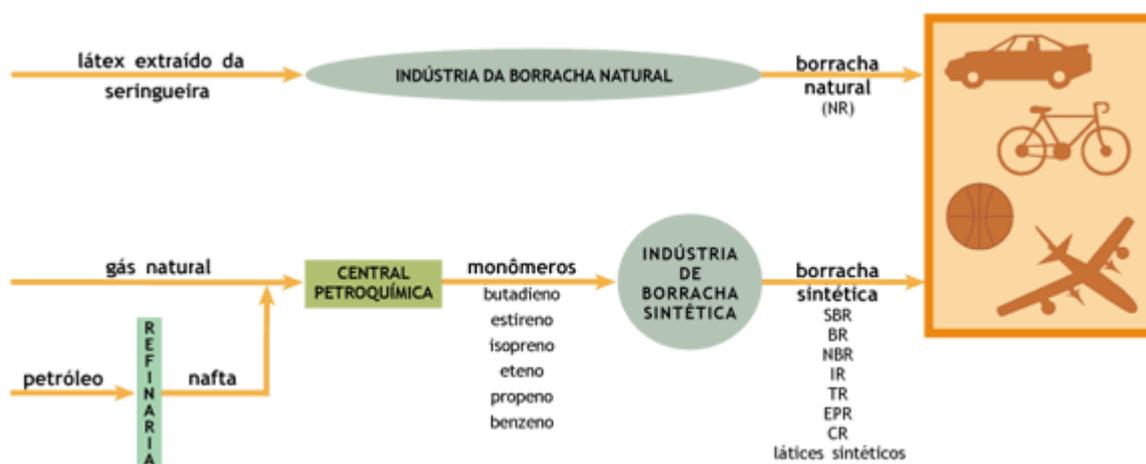


Figura 15: Borracha sintética e natural: da matéria-prima ao produto final

A evolução da borracha sintética começou no século XIX, mas devido ao seu alto custo, somente após os anos 30, no século XX, é que se deu o desenvolvimento, como se pode verificar neste cronograma, no quadro 6, feito por Ramos, 2007.

Quadro 5: Evolução da Borracha Sintética

Datas importantes na história da Borracha Sintética

1860 – Descoberta do Isopreno pela pirólise da borracha natural.

1863 – Preparação do Butadieno pela pirólise do álcool amílico.

1884 – Produção do isopreno a partir da terebintina.

1908 – Condensação do Silicol e posterior transformação em elastômero.

1912 – Primeira patente germânica de nº 254672 extraíndo o isopreno de uma solução de albumina de ovo.

1930 – Introdução do Thiokol (um elastômero à base de polisulfeto com resistência a óleos e solventes).

1931 – Neoprene, inicialmente chamado de Du Prene. Um polímero elastomérico. 2-cloro butadieno 1-3. Também resistente a óleos e solventes.

1933 – Buna S – Elastômero de Butadieno e Estireno lançado pela Alemanha.

1936 – Buna N – Também lançado pela Alemanha, Butadieno Acrilonitrila Copolímero.

1939 – Emulsões de mercapto per sulfato para produção de Butadieno Estireno Copolímeros.

1940 – Borracha Butílica caracterizada pela baixa permeabilidade aos gases.

1942 – GRS (borracha quente) Hot Rubber. Lançamento americano

1944 – Silicone, resistente a altas temperaturas.

1946 – Elastômero de Poliuretano, lançado pelos alemães e preparado a partir de Di isocianato, acoplado com composto dotado de dihidroxilas.

1947 – Borracha Fria – Cold Rubber, produzida nos Estados Unidos.

1951 – Borracha estendida em óleo. Lançamento americano.

1954/1955 – Síntese do Cis Poli Isopreno chamado Borracha Natural Sintética. Comercialmente NAT-SIN (Good Year Product).

1955 – O governo americano sai do panorama de produtor e vende todas suas instalações para a indústria privada.

3.2 Composição da Borracha

Os termos polímero, elastômero e borracha são definidos de acordo com a “Norma ISO 1382:1996;

Polímero - Substância composta por moléculas caracterizadas pela repetição múltipla de uma ou de várias espécies de átomos ou de grupos de átomos ligados entre si em quantidade suficiente para conferir um conjunto de propriedades que não variam de uma forma marcada por adição ou remoção de uma ou de algumas unidades constitutivas;

Elastômero - Material macromolecular que recupera rapidamente a sua forma e dimensões iniciais, após cessar a aplicação de uma tensão;

Borracha - Elastômero que já está ou pode ser modificado para um estado no qual é essencialmente insolúvel, se bem que susceptível de

aumentar de volume num solvente em ebulição, tal como benzeno, metiletilcetona e etanol-tolueno azeotrópico, e que, no seu estado modificado, não pode ser reprocessado para uma forma permanente por aplicação de calor e pressão moderada.

A propriedade predominante da borracha-elastômero modificada é o comportamento elástico após deformação em compressão ou tração. É possível, por exemplo, esticar um elastômero até dez vezes o seu comprimento inicial, e após remoção da tensão aplicada, verificar que ele voltará, sob circunstâncias ideais, à forma e comprimento originais.

O perfil das propriedades que pode ser obtido depende fundamentalmente do elastômero escolhido, da formulação do composto utilizada, do processo de produção e da forma e desenho do produto. As propriedades que definem um elastômero só podem ser obtidas usando compostos adequadamente formulados e após vulcanização subsequente.

O termo “borracha” tinha inicialmente por significado, somente borracha natural e o termo “vulcanização” somente a reticulação com enxofre. Face ao aparecimento de muitas borrachas sintéticas e de novos sistemas de reticulação, o alcance daqueles termos foi alargado, para que passem a ser termos genéricos. As borrachas, matéria-prima, podem ser transformadas em borrachas, elastômeros, pela vulcanização.

Para a fabricação de um artefato de borracha, em princípio deve-se seguir uma especificação ou norma (ABNT, ASTM, etc.), mas, muitas vezes, informações técnicas sobre o produto e sua aplicação, as condições a que vai ser exposta, o intemperismo, uma amostra do produto, enfim, informações que possam levar o químico a formular adequadamente. Um artefato de borracha é a união de diversos produtos químicos, orgânicos, inorgânicos, minerais, ativos, ácidos, básicos, solvente, polares, apolares, etc., ou seja, eles devem ser escolhidos de modo a serem perfeitamente compatíveis e processáveis para que haja uma interação entre os produtos da formulação.

Todos os produtos que formam uma formulação são classificados da seguinte forma:

- Elastômero
- Cargas
- Plastificantes
- Auxiliares de processo
- Corantes
- Agentes de proteção
- Ativadores
- Agentes de vulcanização
- Aceleradores
- Inibidores
- Regenerados
- Outros.

OBS.: As explicações abaixo foram retiradas do IPT (1982), Handbook (1989) e da Warren Rupp (2007).

Elastômeros

O primeiro passo na elaboração de uma formulação de borracha é a escolha da(s) família(s) de elastômero(s), levando em consideração as características de processamento, como extrusão, calandragem, injeção, prensagem, etc., bem como suas propriedades naturais.

Quadro 6: Elastômeros x Propriedades

Elastômero	Propriedades	ASTM
Borracha natural	uso geral	Nr
Poliisopreno	Abrasão	IR
Polibutadieno	Abrasão	BR
Poli(Estireno-Butadieno)	Abrasão, uso geral	SBR
Poli(Etileno-Propileno-Dieno)	Resistência ao ozônio/temperatura	EPDM
Poli(Isobutileno-isopreno)	alta impermeabilidade	IIR
Poli(Acrilonitrila-Butadieno)	Resistência a óleos e	NBR
Policloropreno	solventes, óleo e média temperatura	Cr
Poliuretanas	Abrasão/Química	AU
Siliconadas	Resistência ao calor	MQ
Poliacrilatos	Resistência alta tempe-	ACM
Borrachas fluoradas	ratura, intemperies e química	CFM

Na relação acima estão os principais elastômeros utilizados na indústria de borracha, suas propriedades gerais, bem como sua nomenclatura na norma ASTM. Normalmente os elastômeros se apresentam com o nome comercial ou a nomenclatura e para a sua escolha o químico formulador utiliza-se de uma tabela geral, parecida com a que se encontra abaixo:

Agentes da Vulcanização

Substâncias que promovem ligações cruzadas entre as macromoléculas dos elastômeros, que farão com que o composto passe do estado plástico para o estado elástico. De acordo com o tipo químico do elastômero, emprega-se um tipo de agente de vulcanização ou de cura. O agente de vulcanização é o responsável pela grande transformação que ocorre com o elastômero. Classificam-se em três grupos:

ENXOFRE: É o agente de vulcanização mais comum, sendo empregado na cura de elastômero insaturado. Os teores normalmente utilizados podem chegar a 3phr, mas os ebonites podem chegar a 35phr.

DOADORES DE ENXOFRE: Certos aceleradores contendo enxofre, decompõem-se a determinada temperatura, liberando quantidades apreciáveis de enxofre .

AGENTES NÃO SULFUROSOS: Constituídos por óxidos metálicos, como o óxido de zinco, litargírio, peróxido orgânicos, que são utilizados na cura de elastômero que não possuem insaturações nem grupos funcionais reativos. Exemplo de elastômeros que utilizam estes agentes:

EPDM, SILICONE, CFM , AU , etc.

Aceleradores

São substâncias que aceleram a vulcanização, diminuindo o seu tempo de cura. Além disso, se obtém ou se perde determinadas propriedades no vulcanizado.

O tempo e a temperatura de vulcanização de uma composição dependem da quantidade e o tipo de acelerador.

Regra geral para a(s) escolha(s) do(s) acelerador(es);

Utilização de um acelerador primário, ou seja, Sulfenamida, MBT, MBTS.

Dois aceleradores, sendo um primário e outro secundário (menor proporção). Os secundários podem ser das seguintes famílias: Thiurã, Carbonatos, Guanidinas, Morfolina.

A escolha do ou dos aceleradores, deve levar em conta, entre outros fatores, a dimensão da peça, o processo de modelagem e vulcanização. Eles são classificados como:

Quadro 7: Classificação dos aceleradores

CLASSE	NOME COMERCIAL	VELOCIDADE VULCANIZAÇÃO
Aldeído/Aminas	HMT	Lenta
Guanidinas	DPG, DOTG	Média
Tiazóis	MBT, MBTS	Semirrápidas
Sulfenamidas	CBS, MBS	Rápida de ação retardada
Thiurams	TMTD, TETD, TMTM	Muito rápido
Ditiocarbamatos	ZMDC, ZEDC	Super rápidos

Ativadores

Como o próprio nome diz, são usados para aumentar a velocidade de vulcanização pela ativação do acelerador, fazendo com que o mesmo atue melhor.

O sistema mais utilizado é constituído pelo óxido de zinco e ácido esteárico, se bem que outros óxidos e ácidos podem ser empregados. Materiais alcalinos ativam os compostos, normalmente.

Inibidores

Também chamados de retardadores, pois retardam o início da vulcanização. As substâncias ácidas abaixam o pH da mistura, retardando-as. Os mais utilizados são o ácido salicílico, o ácido benzóico, anidrido ftálico e o difenilnitrosamina.

Como se pode prever, os inibidores são muito úteis no processo dentro da fábrica, permitindo menos cuidados com misturas muito aceleradas ou fazer misturas com estágio único, sem o que não seria possível, inclusive, chegando a recuperar misturas pré-vulcanizadas.

Os mais comuns no mercado são: Vulcalent e o PVI.

Obs.:

- Substâncias ácidas atuam como inibidores.
- Os Tiazóis em composição clara e os Thiurams em composição preta de Policloropreno, também retardam.

Agentes de Proteção

Praticamente, todos os elastômeros são afetados pelo processo de envelhecimento natural ou acelerado, com a ocorrência de rupturas e outras alterações químicas nas cadeias poliméricas, sobretudo nos pontos de insaturação. Os agentes de proteção são utilizados para eliminar ou diminuir os efeitos dos agentes catalisadores do envelhecimento, prolongando a vida útil do artefato.

Os agentes catalisadores do envelhecimento, que causam a degradação são:

- Oxigênio: na oxidação ocorre ruptura na cadeia, com endurecimento e rachaduras.
- Calor: associado com o oxigênio, os efeitos acima descritos são observados mais cedo, e mais severos serão à medida que se aumenta a temperatura.
- Luz e agentes atmosféricos: a luz ultravioleta produz oxidação na superfície da borracha. Calor e umidade aceleram esta oxidação, dando uma aparência esbranquiçada ao artefato.
- Ozônio: o ozônio se introduz nas duplas ligações, formando os ozonitos, que se decompõem facilmente, formando rachaduras.
- Fadiga dinâmica: movimentos contínuos que levam a região à fadiga.

Fatores que melhorarão a resistência à fadiga:

- Seleção adequada do polímero
- Carga reforçante com partículas finas e bem dispersas
- Vulcanização completa
- Uso de antidegradantes
- Evitar usar materiais que causam afloramento e imperfeições na superfície do artefato.

Os agentes de proteção são classificados:

- Físicos: Formam uma barreira protetora através da migração para a superfície do vulcanizado, protegendo da ação do oxigênio e ozônio. As ceras microcristalinas e a parafina são as mais utilizadas em artefatos estáticos, e por migração, deixam a superfície esbranquiçada.
- Químicos: São agentes de proteção que reagem com o oxigênio e ozônio, impedindo a ação sobre o artefato. São conhecidos como antioxidantes e antiozonantes, podendo ser manchantes ou não.

Plastificantes

São utilizados principalmente para regular a dureza Shore A, mas, muitas vezes facilitam a incorporação de cargas e o processamento em geral.

Há diversas famílias de plastificantes físicos, isto é, substâncias que não agem quimicamente na borracha, mas modificam os característicos físicos, tanto da composição crua como dos vulcanizados. As famílias mais comuns são:

- Óleos Minerais: Classificados em parafínicos, aromáticos e naftênicos, de acordo com a fração preponderante.

Três fatores importantes devem ser considerados na escolha do óleo :

- A cor do artefato. Apenas o naftênico não é manchante.
- A compatibilidade do óleo com o elastômero.
- A fração volátil do óleo, que se perde no envelhecimento pelo calor.
- Ésteres: por serem caros, são utilizados somente em casos especiais, quando se quer artefatos com resistência a baixa temperatura.
- Poliméricos: o mais importante é a resina Cumarona, que além de auxiliar no processo, conserva as propriedades mecânicas do vulcanizado.

Os óleos podem influenciar nas propriedades físicas dos artefatos de borracha da seguinte forma:

- Tração: pode aumentar ou diminuir a tensão de ruptura.
- Dureza: decresce sensivelmente.
- Resiliência: tende a cair.

- Manchamento: o nafténico e o parafínico praticamente não mancham.

- Abrasão: utilizado em conjunto com carga reforçante tende a aumentar, mas isoladamente diminui.

- Rasgo: diminui a resistência.

- Calor: os de baixa volatilidade e com baixo teor de aromático, melhoram a resistência.

Cargas

São divididas basicamente em dois tipos fundamentais:

- Carga Reforçante: tem a finalidade de reforçar os elastômeros, melhorando as propriedades físicas. As mais importantes são o negro de fumo com vários tios, de maior ou menor reforço, e as sílicas precipitadas.

O negro de fumo é de cor preta e pela nomenclatura ASTM existem mais de quarenta tipos, mas relacionarei no quadro 9 os mais utilizados.

Quadro 8: Classificação dos Negros de fumo

ASTM	NOMENCLATURA
N-110	SAF
N-220	ISAF
N-234	ISAF-HS
N-326	HAF-LS
N-330	HAF
N-339	HAF-HS
N-347	HAF-HS
N-550	FEF
N-660	GPF
N-762	SRF
N-990	MT

Um mesmo composto pode ter mais de um tipo de negro de fumo, objetivando alcançar determinada característica ou propriedade.

A sílica ou Bióxido de Silício é utilizado levando em consideração o tamanho da partícula e a estrutura. Os dois tipos mais utilizados são:

-Alto poder de reforço: área superficial 170m/g

-Médio poder de reforço: área superficial 120m/g

- Carga Inerte ou de Enchimento: tem como principal função, baratear o produto, além de conferir bom processamento (calandragem, extrusão), mas afeta negativamente nas propriedades físicas do artefato. Os mais utilizados são: Caulim, Carbonatos, Talco, Barita, Sulfatos (gesso).

Obs.:

Nas cargas brancas (sílicas, caulim) se faz necessário a utilização de ativadores extras devido a acidez. O mais utilizado é o Dietileno Glicol e RD-96

Em menor grau, alguns Caulins e Carbonatos de cálcio têm certo grau de reforço.

Auxiliares de Processo

São utilizados para facilitar o manuseio do composto no processo, na extrusão, na calandragem, no cilindro, no bambury, no escoamento, no molde e na homogeneização. Estes regularizam o composto diminuindo o ciclo total e economizam energia. Os mais utilizados são do tipo Struktol e a resina Cumarona.

Corantes

Empregados para dar a cor desejada e são usados tanto os orgânicos quanto os inorgânicos. Eles não interferem nas propriedades dos compostos utilizados. Os mais utilizados são o Óxido de Ferro e a Anilina.

Regenerados

Normalmente o regenerado, que é o resultado da industrialização dos resíduos gerados pela própria indústria, é utilizado conjuntamente a elastômero, reduzindo o custo, facilitando a processabilidade, diminuindo o consumo de energia, a geração de calor, etc.

Outros Ingredientes

- Agentes de expansão - esponjas
- Agentes de ligação - adesivo, resinas
- Agentes igníficos - diminuir ou extinguir a propagação da chama.
- Abrasivos

- Odorantes
- Bactericidas - contra fungos e bactérias
- Agentes de pegajosidade
- Condutividade elétrica
- Isolante elétrico
- Imantação

Propriedades dos Compostos

Um composto de borracha é formado por um ou mais elastômero e diversos produtos como vimos acima, e estes, serão colocados quando agregarem algum valor ao composto final. O Químico formulador irá formular conforme o requisitado e utilizará os produtos necessários para a formulação em questão, levando em consideração, além da especificação, a processabilidade e o custo. O quadro abaixo, de uma forma geral e com apenas um elastômero, busca realçar as propriedades destes, o que não impede que o Químico formulador não possa elaborar um composto híbrido, buscando um mix de propriedades.

Quadro 9: Propriedades dos elastômeros

PROPRIEDADES DE TIPOS DE BORRACHA: ELASTÔMEROS								
1=Excelente ; 6= Inadequado	NR	IR	SBR	BR	NBR	CR	IIR	EPDM
Força de ruptura	1	2	2	4	2	2	3	3
Alongamento na ruptura	1	1	2	3	2	2	2	3
Resistência a abrasão	4	4	3	1	2	3	4	3
Resistência ao rasgo	2	2	3	5	3	2	3	3
Flexibilidade ao frio	2	2	3	2	3	3	2	2
Resistência ao calor	4	4	3	3	3	2	1	1
Resistência a oxidação	4	4	3	2	3	2	2	1
Resistência aos raios UV	4	4	3	3	3	2	2	1
Resistência ao tempo/ozônio	4	4	4	3	4	2	3	1
Resistência ao óleo	6	6	5	6	1	2	6	6
Resistência a ácidos/básicos	3	3	3	3	4	2	2	1
Resistência ao fogo	6	6	6	6	6	2	6	6
BR : Polibutadieno CR : Poli-Clorobutadieno (Neoprene) EPDM: Etileno-Propileno-Dieno IR : Cis-Poliisopreno sintético IIR : Co-polímero Isobutileno-Dieno (Butadieno ou Isopreno) NR : Borracha Natural NBR : Acrilonitrila Butadieno SBR : Estireno Butadieno Rubber								

Exemplo de uma formulação aonde os elastômeros base são dois, uma borracha natural e uma sintética que é a SBR e todos os demais produtos para uma formulação completa. Este produto tem como característica uma boa resistência ao desgaste. Normalmente quando se formula, a quantidade de

cada produto depende do(s) elastômero(s) base que somados valem 100 phr (cem partes da borracha).

Tabela 1: Formulação de borracha

Matéria-Prima	phr	Peso (g)
Borracha Natural	60	9000
Borracha sintética SBR	40	6000
Óxido de Zinco	5	750
Ácido esteárico	2	300
Antioxidante	2	300
Antiozonante	1,5	225
Resina	5	750
Retardante	0,5	75
Pó de borracha	5	750
Óleo aromático	20	3000
Negro de Fumo	70	10500
Enxofre	2	300
Acelerador primário	1,5	225
Acelerador secundário	0,5	75

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2: Propriedades físicas do composto formulado

ENSAIO	RESULTADO
Dureza Shore A	64
Módulo a 300% Kg/Cm ²	120
Tensão de ruptura Kg/Cm ²	220
Alongamento %	500
Rasgo Kg/Cm	65
DPC %	28
Abrasão mm ³	45

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Normalmente a estrutura de uma fórmula e os testes exigidos são os colocados acima. Com essas informações pode-se saber aonde a mesma se encontra em determinada norma.

3.3 Borracha – Metal

Com a indústria auto/moto motiva houve uma alavancagem no aparecimento de peças com borracha e metal juntas, formando a peça. Era comum revestir tanques, paredes, peças grandes, telas barras, mas peças pequenas vieram mesmo com as autopeças.

Para se ter um produto final confiável, três passos são fundamentais, como citado no Módulus, 2003:

- Composto
- Adesivo
- Processo

- Tratamento superficial

- Aplicação do adesivo

- Vulcanização

Composto

Uma formulação extremamente carregada com cargas de enchimento, sem adesão “crua”, com dificuldade de preenchimento das cavidades do molde, não pode ser utilizada em peças borracha–metal.

O composto não deve ter:

- Baixa quantidade de enxofre
- Scorch muito curto
- Alta concentração de óleo
- Baixa viscosidade.

Adesivo

A borracha não adere ao metal, não há afinidade, não há reação, portanto, para que se fabrique peças com borracha-metal juntas com excelente adesão deve-se ter um produto entre eles que se ligue muito bem entre a borracha e o metal. Os adesivos foram desenvolvidos para esta finalidade.

Numa ruptura, o ponto vulnerável deve ser na borracha e não na ligação adesivo/borracha ou adesivo/metal.

Deve-se escolher o adesivo em função do elastômero a ser aplicado (vide fabricante). Há casos aonde se faz necessária a aplicação de um prime, antes do adesivo – camada dupla. Quando se utiliza apenas o adesivo, chamamos de camada única.

Processo

- Tratamento superficial pode ser feito de duas maneiras:

1. Químico
2. Mecânico

1. Químico

O objetivo é limpar e aumentar a área superficial. O tratamento químico mais utilizado é a fosfatização, normalmente de ferro ou zinco.

Os passos para a fosfatização de metal para adesão é;

- Desengraxante a quente
- Água de lavagem com transbordamento
- Ácido Muriático
- Água de lavagem com transbordamento
- Água de lavagem com transbordamento
- Refinador (formar micro cristalinidade)
- Fosfato metal para adesão
- Água de lavagem a quente
- Centrífuga
- Centrífuga.

OBS.: O fosfato de zinco é muito hidrocópico, portanto, a sua adesividade deve ser imediata.

Muitas peças de borracha-metal são fosfatizadas e oleadas antes de serem enviadas ao cliente.

2.Mecânico

O objetivo é limpar e aumentar a área superficial promovendo a ancoragem do prime/adeseivo e da borracha. O sistema mais utilizado é o jateamento e os materiais mais usados para tal são: granalha de aço, areia, microsfera de vidro, etc.

Os três passos para um perfeito jateamento:

Lavagem com solvente: retirar graxa, óleo, sujeiras em geral.

Jateamento: retirar sujeiras em geral e principalmente a oxidação.

Lavagem com solvente: retirar o pó do jateamento.

OBS.:

Evite jateamento excessivo, alta pressão, granulometria elevada da granalha, para não se ter uma camada muito espessa de adesivo. Geralmente utiliza-se granalha nº 40 ou 50.

Evitar a vinda de água ou óleo no ar do compressor.

Conhecer a origem do solvente, pois no mercado tem muito solvente “batizado”. Uma saída é pedir ao fornecedor do adesivo testar este solvente.

O prazo máximo entre o jateamento e a primeira pintura não deve ser superior a seis horas.

As peças pintadas devem ser acondicionadas em caixas com tampas ou em sacos plásticos fechados.

- Aplicação do adesivo: inicialmente dois pontos principais devem ser seguidos:

- A certeza da inexistência de qualquer tipo de contaminação na superfície.

- Selecionar o melhor método para a pintura, adaptando a viscosidade e evitando camadas grossas e heterogêneas. Os métodos podem ser:

- Imersão
- Rolo
- Pincel
- Spray manual
- Spray automático.

A espessura ideal da camada de pintura deve ser:

Prime: 10 microns (0,01 mm)

Adesivo:15 microns (0,015 mm)

OBS.: - Diluição do adesivo.

O solvente deve ser testado e preferencialmente o indicado pelo fornecedor.

A diluição deve provocar uma camada fina e homogênea do adesivo.

A diluição normalmente utilizada é:

Tabela 3: Diluição do Adesivo e Prime

MÉTODOS	PRIME	ADESIVO
Rolo/pincel	Até 50%	Até 30%
Imersão	50 a 80%	50%
Spray manual/aut	≥80%	≥80%

- Sempre se deve agitar antes de usar. Quanto maior a diluição, maior a decantação.

- Especialmente no método de spray, alguns cuidados devem ser rigorosamente tomados.

- Regular a distância, pois muito perto provoca camadas grossas, borramento e muito longe, o filme fica seco, de fácil arrancamento. A formação de filamentos ocorre com a pintura à distância ou solvente muito volátil.

- Peças muito lisas, galvanizadas ou discromatizadas, devem ser pintadas com prime bem diluído tipo 1:3, seguido de uma pré-cura de 12' a 180°. Somente após esta operação, aplica-se o adesivo.

- É importante que o adesivo seja testado pelo laboratório, em pelo menos um destes testes:

Sólidos

Viscosidade Brookfield

Adesão – ASTM 429 A e B

Camadas

- Vulcanização: Todo o cuidado até esta fase de nada adiantará se no manuseio ao vulcanizar não forem seguidos procedimentos, como:

- Luvas limpas
- Peças pintadas ensacadas ou encaixotadas
- Ausência de óleo, graxa e desmoldante na linha de operação.
- Operador treinado
- + Quanto maior a pressão da prensa na vulcanização, melhor será a adesão
- + Peças vulcanizadas com diferentes temperaturas, não sofrem variação na adesão
- + Em determinadas peças em que a borracha ao “correr” no molde arrasta o prime, este último deve receber uma pré cura

Considerações finais

Quando ocorrer falhas em algum passo, certamente no primeiro momento a empresa será a penalizada, das seguintes formas:

- Oxidação na peça
- Rompimento prematuro na região da adesão.
- Retrabalho
- Aumento da mão de obra
- Refugo
- Devolução
- Reclamação dos clientes
- Perda de clientes
- Processo judicial.

3.4 Laboratório

O laboratório é o responsável pelo controle de matéria prima, produtos em processos, e produto final, seguindo normas internacionais, nacionais,

de clientes, ou internas. Os ensaios podem ser sistemáticos ou periódicos.

Segue abaixo os principais testes em um laboratório para borracha:

Rheometria

O Rheômetro é utilizado em pesquisa, desenvolvimento e controle de qualidade de composição da borracha, ajudando a determinar característica de processamento e vulcanização. Ele consiste essencialmente de dois pratos que são aquecidos à temperatura de até 200° C e um registrador de torque x tempo. Quando os pratos aquecidos são acionados, estes comprimem a amostra e, simultaneamente, inicia o registro da conhecida curva de vulcanização.

Este teste é imprescindível para qualquer formulador ou controlador do processo.

A curva de vulcanização pode ser dividida em três fases:

Fase 1 – Fornece uma indicação da viscosidade do composto. Compreende o tempo de Scorch ou segurança de processamento.

Fase 2 – Indica a velocidade de cura , determina o período de tempo que o produto deve permanecer dentro do molde ou prensa , visando a sua completa vulcanização.

Fase 3 – Indica o nível máximo de cura obtida, estágio final da vulcanização.

Dureza (ISO 868, ASTM 2240)

O aparelho para medir dureza na borracha denomina-se Durômetro Shore A . Este tipo de durômetro contém uma escala que vai de 0 a 100. Em sua base existe uma agulha cônica, que se sobressai. O ponteiro da escala fica na posição zero. Ao ser comprimido sobre o corpo de prova, a agulha entra no

aparelho comprimindo uma mola que transmite ao ponteiro, portanto, quanto mais dura for a borracha, maior será a leitura na escala.

Os durômetros podem ser portáteis ou montados sobre uma base, permitindo leituras mais regulares.

A leitura da dureza deve ser feita um segundo após estabelecido o contato entre a base (ponteira) e o corpo de prova com superfície horizontal e espessura mínima de 6 mm a 23°C.

Obs.: Produtos para a indústria de papel podem utilizar outro tipo de durômetro, o P&J, que tem a escala inversamente proporcional ao Shore A.

Tensão de Ruptura(ISO 37 e ASTM 412)

O objetivo principal deste teste é medir as modificações físicas produzidas na borracha quando ela é submetida a uma tensão sob determinadas condições de operação. Nele se determina o módulo, carga de ruptura e alongamento.

Força de Ruptura

Quando um corpo de prova de material qualquer é solicitado nos extremos por duas forças de sentidos opostos e crescentes, ele vai sendo espichado, vai se alongando mais ou menos, conforme a espécie do material, até as forças atingirem um valor em que o corpo de prova se rompe. A força para rompê-lo é chamada de carga de ruptura ou tensão de ruptura. Como esta força depende da seção ou dimensões transversais do corpo de prova, refere-se a carga de ruptura a uma seção determinada de 1 cm². A carga de ruptura sendo uma força é expressa em quilograma, portanto, a unidade de medida é de Kgf/cm².

Módulo

A força necessária para um corpo de prova apresentar um dado alongamento chama-se módulo.

Ex.: O módulo de um determinado material sob alongamento de 300% é de 110 Kgf/cm².

Alongamento na Ruptura

À medida que um corpo de prova é solicitado por uma força nas extremidades, ela se espicha ou se alonga. O comprimento na leitura menos o original é o alongamento, que é expresso em porcentagem. No momento da ruptura é chamado de alongamento na ruptura.

Rasgamento (ISO 34 e ASTM 624)

O ensaio de rasgamento consiste em submeter um corpo de prova padronizado a uma solicitação de tração aplicada, paralelamente, ao seu eixo longitudinal, até a ruptura, determinando a carga máxima atingida no seu rasgamento.

Abrasão (ISO 4649 e DIN 53479)

Denomina-se resistência a abrasão a resistência da composição da borracha ao desgaste quando em atrito a uma superfície móvel.

A determinação do volume perdido por abrasão é feita submetendo-se o corpo de prova a um desgaste com uma lixa de abrasividade. Este método é apropriado para testes comparativos para controlar a uniformidade de produtos e suas especificações.

Abrasão é a variação de volume em mm³, é a perda de volume sob determinadas condições. O corpo de prova é cilíndrico. A perda de massa do

corpo de prova é determinada em miligrama por pesagem e o volume perdido calculado com base na densidade determinada.

Flexão (ISO 132 e ASTM 430)

Este teste tem por objetivo verificar a resistência de compostos vulcanizados quando submetidos a sucessivas flexões, verificando a formação e crescimento de fendas.

É interessante testar simultaneamente uma amostra padrão ou possuir resultados posteriores, a fim de obter resultados comparativos.

Deformação Permanente a Compressão (ISO 815 e ASTM 395)

Quando se aplica uma carga a um corpo de prova de borracha, e essa carga após permanecer por um tempo determinado é retirada, o corpo de prova em geral não adquire as dimensões primitivas, ficando mais “comprimido”. A diferença da medida inicial com a da final é expressa em porcentagem e é chamada de deformação permanente.

Densidade (ISO 2781 e ASTM 1817)

Uma forma de medir a densidade é a amostra ser colocada numa coluna de líquido cuja densidade varia em função dessa altura. A amostra fica imobilizada num determinado ponto e seu valor é dado em função desta posição.

Outra forma é calculando matematicamente, ou seja, $d = m/v$.

Outros Ensaio

- Resistência a óleos orgânicos (ISO 1817 e ASTM 471)
- Viscosidade Brookfield e copo Ford
- Cinzas (ISO 247 e ASTM 4574)
- pH

- Envelhecimento em estufas com ar circulante (ISO 188 e ASTM 572 e 573)
- Resistência a baixa temperatura-retração (ISO 2921 e ASTM 1329)
- Resiliência com pêndulo (ISO 4662 e ASTM 1054)
- Umidade
- Extração com solvente
- Cromatografia

OBS.: Muitos ensaios podem ser criados baseando seus resultados, não em norma, mas em resultados comparativos.

3.5 Fluxograma, Máquinas e Equipamentos

Antes de descrever as máquinas e os equipamentos, será mostrado um fluxograma geral do processo produtivo de uma indústria de borracha, do seu início até o cliente. Logicamente, este é um esquema geral aonde a maioria se enquadra quase que na totalidade.

Este fluxograma abrange os setores chaves para o processo de fabricação, que é o Cliente, o Comercial e a Engenharia, o Planejamento e Controle da Produção e o processo produtivo de uma indústria de artefato de borracha.

Misturação

Dentro do processo de fabricação de um artefato de borracha, a primeira e mais importante operação é, sem dúvida, a misturação, pela qual o elastômero é mastigado, portanto, apto a receber os ingredientes que fazem parte da formulação e a reter a suficiente viscosidade para se obter total dispersão.

A misturação envolve quatro fases:

Subdivisão

Incorporação

Dispersão

Homogeneização.

É realizada no misturador interno (Bambury), misturador aberto (Moinho ou Cilindro), misturador contínuo, extrusora ou a combinação destes três, observando a sequência da adição de ingredientes, o bom controle da temperatura e a misturação.

- **Misturação em Moinho**

É constituída de dois cilindros, girando a diferentes velocidades, normalmente na relação de 1,00 : 1,25 (dianteiro e traseiro), que causa um movimento de atrito (taxa de cisalhamento) para quebrar “nervura”, incorporar, dispersar e homogeneizar.

A viscosidade é reduzida durante várias passagens através da abertura inicial entre cilindros, até formar banda. A abertura é então ajustada de modo

que fique uma porção de borracha, chamada de “bank”, sempre em movimento acima dos cilindros.

Inicia-se então a adição dos ingredientes em pó, a dos óleos, intercaladamente, fazendo-se cortes na parte central e nas laterais, até se obter a incorporação total.

Terminada esta operação, retira-se o composto do cilindro, ajusta-se a abertura, inicia-se a enrolagem do composto nele mesmo, formando um grande tarugo, alimentando-se os rolos de ponta cabeça por cinco vezes.

OBS.: - O enxofre e os aceleradores devem ser colocados por último.

- Regula-se a abertura do cilindro no final para a espessura desejada.
- Costuma-se produzir uma carga em aproximadamente 50’.
- O cilindro também é utilizado para aquecer e laminar a borracha não vulcanizada.



Figura 17 : Cilindro ou moinho

- **Misturação em Bambury**

Também chamado de moinho ou misturador fechado, consiste de dois rotores fechados numa câmara robusta, girando a velocidades ligeiramente diferentes, aonde se produz uma ação de cisalhamento muito elevada entre estes e a parede da câmara. Os produtos são carregados na parte superior e em seguida são pressionados por um pistão.

As paredes da câmara e os rotores são resfriados com água para obter a maior taxa de cisalhamento, com temperatura relativamente baixa.

Os masters batches, que são compostos sem agente de cura, são descarregados a temperatura em torno de 150 °C, no entanto, as com agentes de cura, a temperatura não pode ser superior a 120°C com resfriamento rápido, para evitar pré-vulcanização.

Vantagens:

Mínima dependência do operador;

Reprodutibilidade;

Grandes volumes de massa;

Ciclo total curto (média 6');

Menos poluente.

Desvantagens:

Rápida elevação da temperatura;

Maior tempo de limpeza;

Custo mais alto.

Existem cinco fatores que determinam uma perfeita misturação:

Pressão do pistão;

Sequência de adição de ingredientes;

Velocidade e configuração dos rotores;

Tamanho da carga;

Temperatura da água de resfriamento.

NOTA :

- Estes são os dois métodos para fabricação de compostos de borracha.

- Em ambos após a fabricação, o composto deve ficar em repouso por, no mínimo 16 horas, para que haja uma perfeita incorporação.



Figura 18: Sistema de Bamburização

Pré-Formado

O composto de borracha estando pronto, se deve preparar o pré-formado, que é o preparado de borracha antes de ser vulcanizado. A maioria dos produtos de borracha tem pré-formados.

A preparação do pré-formado requer acompanhamento prévio e repetibilidade na sua fabricação. Ele pode ser uma tira, uma manta, um macarrão extrusado ou montado com partes diferentes, como pneu, correias, etc., mas todos têm de ser controlados rigorosamente, através do peso, tamanho, forma, sequência, etc., pois o dimensionamento errado pode provocar refugo por falta de pressão ou excesso de rebarba.

Existem máquinas para a fabricação de pré-formado de diversos tamanhos e peso com a maior regularidade possível.

Calandra

Este equipamento é o responsável pela laminação do composto de borracha, emborrachamento de tecidos e montagem de camadas. Consiste de três ou quatros cilindros, sendo três situados verticalmente acima um do outro e um quarto formando um ele (L) de cabeça para baixo.



Figura 19: Calandragem de borracha

Extrusora

É um processo contínuo onde o composto de borracha é homogeneizado e forçado a escoar por uma fenda restrita que molda o material para produzir peças com um perfil desejado.

A moldagem por extrusão pode ser empregada na produção de pré-formados ou moldados com o perfil do produto acabado.

A extrusora é formada por um alimentador, cilindro ou camisa, parafuso sem fim, cabeçote e a matriz, com um sistema de resfriamento na camisa e no parafuso. É importante que na saída da extrusora haja um tapete transportador com controle de velocidade.

Quando o perfil é vulcanizado imediatamente após a saída da extrusora, é porque passa no túnel de vulcanização após um controle dimensional, saindo

do túnel vulcanizado. No túnel pode ter resistência, tubulação de vapor ou um sistema de micro-ondas. Outra forma de se vulcanizar é colocar o perfil em bandejas e levar na autoclave.



Figura 20: Extrusora

Autoclave

Ela é comparada com uma panela de pressão, quando é colocado vapor dentro, a uma pressão de 6 bar a 155° C. Existe autoclave com resistência, serpentina, vapor, com ou sem ar circulante. Existem autoclaves de 0,5 a 20 metros, vulcanizando amostras a revestimento de cilindros para a indústria de papel. As recauchutadoras, revestimento de cilindros, fábrica de tênis e de artefatos para a mineração, utilizam muito as autoclaves.



Figura 21: Autoclave

Injetora

Não é tão utilizada na indústria de borracha, devido ao seu custo, não apenas da máquina, mas dos moldes. Existe uma tendência de aumento de sua utilização para grandes quantidades, o que, inclusive, é mais viável.

A injetora é formada basicamente por um alimentador, cilindro ou camisa, parafuso, câmara de injeção, bico de injeção e molde. A borracha mais “fluída” é injetada para o molde.

As injetoras podem ser horizontais ou verticais e são muito utilizadas pelas autopeças, tanto nas peças de borracha quanto nas de borracha-metal.

O volume produzido, o aspecto, o baixo refugo, a regularidade da peça e o mercado, tornam-se diferenciais importantes na escolha do sistema de vulcanização a utilizar.



Figura 22: Injetora horizontal

Prensa

É o processo mais antigo para se vulcanizar, aonde o pré-formado é colocado no molde, fecha-se o mesmo e aplica-se uma pressão a uma determinada temperatura e certo tempo. Existem prensas de 150x150mm a 2000x22000mm, de amostras a fabricação de correias.

Este sistema é o mais utilizado por ser o mais viável economicamente, podendo sua fonte de calor ser de vapor, resistência ou óleo quente circulante.

Este sistema, também conhecido como o de compressão, por compactar mais efetivamente, o produto final, fica com as propriedades físicas melhores do que em outro sistema.



Figura 23: Prensa Hidráulica com dois vãos

Extratores / Carregadores

São mecanismos cada vez mais utilizados no apoio a sistemas de vulcanização por prensa ou injetora, no carregamento das peças antes de vulcanizar e na extração após a vulcanização. Estes mecanismos são desenvolvidos para facilitar ao operador e agilizar o processo, diminuindo o ciclo total. Em muitos casos, esta redução pode chegar a 50%, indicando tamanha eficiência destes e deficiência do processo.

São frequentemente utilizados em moldes com várias cavidades, inclusive em borracha-metal.

Rotocure

Este sistema não é muito utilizado, pois é mais específico e caro. É utilizado na fabricação de lençol de borracha (mantas com comprimento elevado), com espessura máxima de $\frac{1}{2}$ ", correias transportadoras leves e laminadas até 4 lonas.

Esta máquina é composta de quatro cilindros mais ou menos do mesmo tamanho e um bem maior, aonde o vapor ou óleo circula. Uma cinta, de inox, sem fim circunda todos os quatro rolos e o maior, força para dentro da mesma, esticando-a. O rolo maior gira a cinta. O laminado é colocado sobre a cinta e passa entre o rolo maior e a cinta sobre pressão e aquecimento, vulcanizando na saída.

O acabamento neste tipo de vulcanização é o mais bonito, liso e brilhante.

A largura da cinta e o diâmetro do cilindro maior limitam o laminado.

A velocidade de vulcanização é lenta, mas constante, possibilitando o seu acabamento.



Figura 24; Rotocure para vulcanização de lençol de borracha

3.6 Reciclagem

Vulcanização é um processo de formação de ligações cruzadas, durante a qual se desenvolve uma estrutura tridimensional a partir das moléculas do polímero individual nos pontos aonde pode ser realizada a reação com o agente de vulcanização, ou seja, o composto passa do estado plástico para o estado elástico.

Para podermos reciclar a borracha / pneu, devemos saber os seus constituintes básicos e que tipo de reciclagem ocorrerá, pois existem diferentes elastômeros com propriedades diversas e que gerarão produtos finais diferentes.

Os passivos de borracha podem ser reciclados utilizando as seguintes técnicas:

- Recuperação ou pó de borracha
- Regenerado
- Picotamento
- Desvulcanização
- Pirólise

Recuperado ou pó de borracha é obtido pela simples moagem dos resíduos a pó fino. A borracha contida no resíduo, na forma vulcanizada, não sofre modificação, não sendo separada dos outros compostos. Não há, portanto, uma recuperação da borracha no sentido exato da palavra. Como pó, pode ser utilizado como matéria-prima não nobre em compostos de borracha, na composição do asfalto em estradas, em tatame, etc..

O regenerado, conforme IPT, é obtido por vários processos nos quais os resíduos e os artefatos usados passam por modificações que os tornam mais plásticos e aptos a receberem nova vulcanização. O regenerado não tem, no entanto, as mesmas propriedades da borracha crua. Este processo é bastante alcalino, com alta temperatura e pressão e adição de emolientes (óleos, resinas) e esforços mecânicos significativos, o que descaracteriza o produto final do inicial.

Na realidade, a regeneração não coloca o composto novamente na mesma condição de antes de vulcanizado, mas o coloca em condição de receber nova vulcanização, normalmente, em conjunto com um elastômero, pois sozinho suas propriedades são muito baixas. Em conjunto, melhora a processabilidade e o custo da formulação.

Picotamento é o corte em pedaços do pneu ou refugo de artefato de borracha a um tamanho não superior a 100 mm para uso como geração de energia nos fornos das cimenteiras, principalmente. O coeficiente energético da borracha é altíssimo, o que dificulta, é que quando esta queima é ao ar livre, ela não é total, gerando muita fumaça e fuligem, por isso, a utilização de filtros é necessária, o que encarece a sua utilização.

Desvulcanização é um termo empregado, muitas vezes errôneo, pois significa que as ligações cruzadas não mais existem e o produto está na forma de um composto de borracha, pronto para ser vulcanizado. O que se vê no mercado e em pesquisa são pós de borracha, que através de um processo mecânico de fricção são incorporados a alguns produtos químicos buscando a quebra das ligações cruzadas, o que se consegue superficialmente ao pó de borracha, mas não no seu interior. Digamos que a desvulcanização ocorreu em uma parte, a superficial. O que se verifica é que como o pó não é desmanchado, em produtos nobres e/ou de pouca espessura fica aparente. Ainda não temos um processo eficiente de desvulcanização.

Outros métodos como o tensionamento da borracha a alta temperatura (patentes americanas 5883140, 5731358), por ação de micro-ondas, acompanhadas de aquecimento do material (patente americana 4104205) e a alta temperatura destrói as cadeias principais dos compostos. Existe o tratamento ultrassônico em meio líquido (patente americana 5258413) e até de reações biotecnológicas (patentes americanas 5677354, 5798394, 5891926), mas são caras, demoradas e de resultados bem questionados.

Pirólise em teoria é a elevação da temperatura, sem a presença do ar, portanto, não há queima, mas sim, decomposição. Wikipédia, 2009, cita que a palavra pirólise vem do grego pyr, pyrós = fogo + lysis = dissolução. Este processo é muito usado na indústria petroquímica, fabricação de fibra de carbono e no tratamento de lixo.

A pirólise da borracha gera:

- Gás tipo o GLP
- Negro de fumo
- Carvão para queima
- Óleo para uso em termoelétrica
- Aproveitamento dos resíduos metálicos
- Crédito de Carbono

➤ Receita para destinação do refugo

O problema deste sistema é o seu alto custo para implantação, bem como o pouco número de profissionais especializados.

Está passando da hora dos estudos e pesquisas saírem do papel e passem de forma efetiva à realidade, mas somente com mudanças na legislação, na consciência empresarial e acima de tudo, na postura da sociedade diante de tão importante e impactante problema.

3.7 Considerações finais

Seguindo o mesmo raciocínio usado com a mineração, que é um dos três pilares desta dissertação, é que foi feito este capítulo, para que a linha de raciocínio fosse a mesma, ou seja, um capítulo explicativo, com algumas riquezas de detalhes para que o entendimento seja obtido da melhor forma possível.

Neste capítulo também foram utilizados termos e informações técnicas que muitos leitores não entenderão, mas o importante é ter a visão da produção de artefatos de borracha de uma forma mais completa, ou seja, sua história, sua composição, seus produtos e equipamentos utilizados, seu processo, o laboratório e mencionadas algumas normas nacionais e internacionais utilizadas, várias fotos de produtos e equipamentos, como um fluxograma de uma indústria de artefatos de borracha, para que se tenha uma visão estruturada de uma indústria de Artefato de Borracha.

A visão normalmente que se tem de uma produção de artefatos de borracha é bem simplória, ou seja, joga-se uma massa de borracha, que é uma coisa única, em um molde e tudo bem. Vimos que não é, tem tecnologia, são

várias fases e existem diversos tipos de compostos de borracha, uma infinidade de produtos de borracha e com metal/borracha. É, portanto, um universo muito rico, com suas particularidades e em evolução em termos tecnológicos.

Com dois pilares explicados, seguiremos para o terceiro que é a união ou, que faz a união destes dois.

CAPÍTULO 4 - PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

4.1 Introdução

Segundo Zaccarelli (1979), a programação e controle da produção (PCP) consistem, essencialmente, em um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa.

Para o autor, a necessidade da programação e controle da produção surge quando a produção deixa de ser realizada em regime artesanal assumindo uma especialização do trabalho e departamentalização. Torna-se então necessário comunicar aos departamentos produtivos quais operações devem ser executadas em cada dia para resultar nos produtos finais desejados.

Para Fusco, Sacomano, Barbosa e Azzolini Junior, 2003, a Programação e Controle da Produção consistem essencialmente em um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa.

Os sistemas de Planejamento e Controle de Produção são sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização da mão de obra e dos equipamentos, à coordenação das atividades internas.

Toda vez que são formulados objetivos, é necessário formular planos de como atingi-los, organizar recursos humanos e físicos necessários para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar esta ação para a correção de eventuais desvios. Este processo é realizado pela função de planejamento e controle de produção (PCP).

O PCP reúne informações vindas de diversas áreas do sistema de manufatura. O PCP é elemento central na estrutura administrativa de um sistema de manufatura, passando a ser agente para a integração da manufatura.

Sacomano , Fusco (2007) definem produção como um processo através do qual bens ou serviços são gerados, por meio de transformação de recursos. Tais sistemas são constituídos de entradas, processo de conversão e saídas, como esquematizado abaixo.

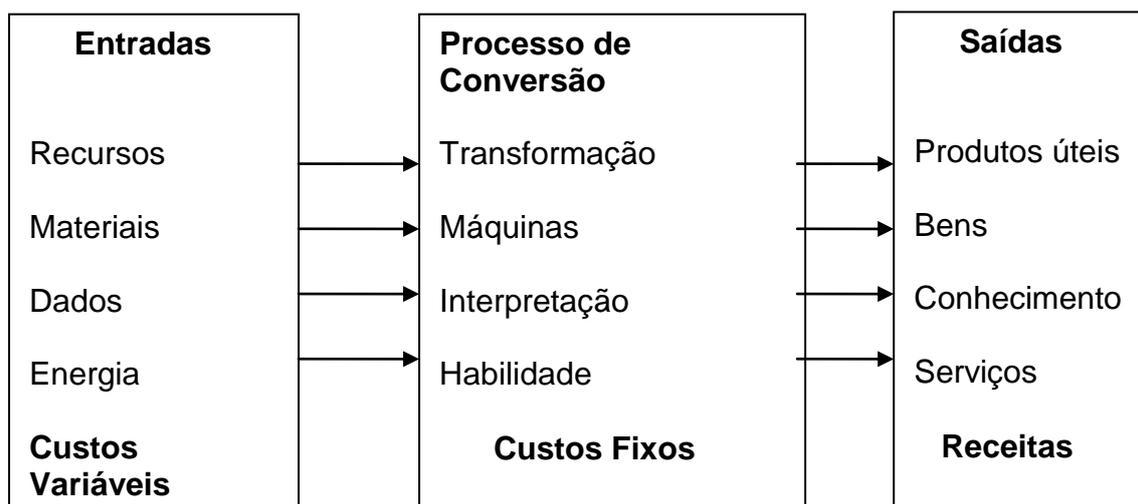


Figura 25: Esquemas dos sistemas de produção.

Fonte Sacomano, Fusco (2007)

A empresa no contexto sistêmico é considerada como um sistema pertencente a outro sistema maior e está inter-relacionada com outros, sendo composto por subsistemas que interagem para construir um todo dinâmico. Um conjunto de componentes relacionados e em interação, que desempenham funções e têm objetivos associados com o todo, formando um sistema.

4.2 A estratégia de manufatura relacionada ao sistema de produção

Conforme Maccarthy e Fernandes (2000), baseado na necessidade do cliente é necessário estabelecer o ambiente apropriado. Os ambientes de manufatura são: make to stock (produção para o estoque), assembly to order (montagem sob encomenda), make to order (fabricação sob encomenda) e engineering to order (projeto sob encomenda) e ilustrados na Figura 26.

Conforme Martins e Laugeni (2005), são esclarecidos:

- Make to stock: são produzidos produtos padronizados baseados em previsões de demanda e nenhum produto customizado é produzido.

Apresentam a vantagem da rapidez na entrega dos produtos, mas geram altos níveis de estoque.

- **Assembly to order:** ocorre sempre que as empresas conhecem os subconjuntos, mas o produto final é configurado pelo cliente. Costuma-se estocar os subconjuntos, montando na solicitação.
- **Make to order:** o produto final é desenvolvido a partir dos contatos com o cliente e os prazos de entrega costumam ser longos dependendo do produto, pois os produtos costumam ser projetados e depois produzidos.
- **Engineering to order:** o projeto, a produção de componentes e a montagem final são feitos a partir de decisões do cliente. Este é como se fosse uma extensão do make to order.

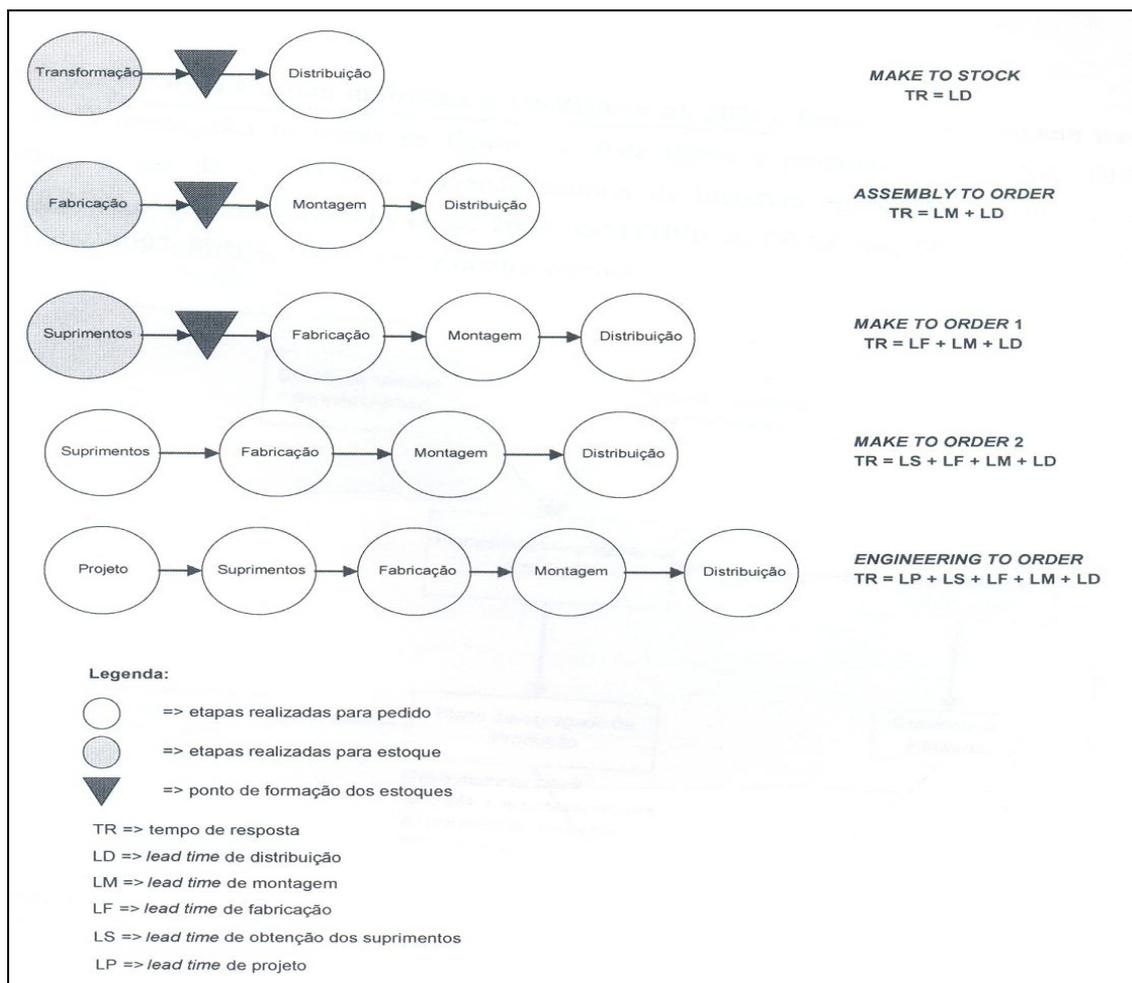


Figura 26 As Formas de resposta à demanda do sistema de produção (Godinho 2004)

Godinho (2004) relata que após classificar à resposta a demanda, conforme os sistemas apresentados, é possível identificar quais os Paradigmas Estratégicos da Gestão de Manufaturas (PEGEM's) estão associados e os níveis de repetitividade. Essa análise é importante para definir o tamanho e os tipos de lead time dos sistemas de produção (portanto define-se também o tempo de resposta a tais sistemas).

Segundo Martins e Laugeni (2005) é de suma importância a integração do PCP à estratégia de manufatura havendo a necessidade de estabelecer relação entre os objetivos ganhadores de pedidos, ou critérios competitivos. Portanto, as decisões tomadas pelo sistema de PCP afetam a competitividade da empresa e repercutem no desempenho percebido pelo cliente. Essas decisões referem-se às atividades básicas de planejar e controlar e podem ser caracterizadas conforme a Figura 27.

AS DECISÕES NO SISTEMA DE PPCP				
DECISÕES	CARACTERIZAÇÃO			
Horizonte de planejamento	Longo prazo	Médio prazo	Curto prazo	
Perguntas	O quê?	Quando?	Quanto?	Com quê?
Ambientes de manufatura	MTS (<i>make to stock</i>)	MTO (<i>make to order</i>)	ATO (<i>assemble to order</i>)	ETO (<i>engineering to order</i>)
Operação do sistema	Gerenciamento e controle da demanda	Planejamento e controle dos recursos internos	Planejamento e controle dos recursos externos	

Figura 27: Modelo de integração do sistema de PCP à estratégia de manufatura (fonte: Martins e Laugeni (2005) apud. PEDROSO, M.C (1996).

Na Figura 28 apresentar-se-á um modelo de relacionamento entre os PEGEM's e os níveis de repetitividade dos sistemas de produção conforme Godinho (2004) e esclarecidos a seguir:

1. Manufatura em Massa Atual (MMA) está relacionada ao nível de repetitividade de produção em massa, uma vez que este PEGEM tem o objetivo ganhador de pedido a produtividade e, portanto, trabalha com altos volumes de produção, nenhuma diversidade e baixa/média diferenciação, que está relacionada com a política de make to stock (fabricação para estoque).
2. Manufatura Enxuta (ME) também pode trabalhar com nível de repetitividade de produção em massa, porém o foco desse PEGEM são os sistemas repetitivos, e esse tem como objetivo a flexibilidade de curto prazo, deseja uma alta diferenciação permitindo também ao menos uma pequena diversidade. Este PEGEM não é indicado para alta diversidade, que está relacionada com a política de produção para o estoque, inferior ao MMA, outras vezes, também associada a assembly to order (montagem sob encomenda) e make to order 1 (fabricação sob encomenda), que podem tentar a redução de estoques.
3. Manufatura responsiva (MR) é a mais indicada para tratar a diversidade, uma vez que o objetivo engloba a alta variedade de coisas distintas como ganhador de pedidos, está associada ao nível de repetitividade semirrepetitivo a qual envolve uma média diversidade e uma alta diferenciação, mas é possível que trabalhe em ambientes repetitivos e não repetitivos, utiliza-se de políticas assembly to order (montagem sob encomenda) e make to order 1 e 2 (fabricação sob encomenda), pois a política de produção para estoque em sistema com alta diversidade é muito custosa.
4. Customização em Massa (CM) e Manufatura Ágil (MA) também estão relacionados a níveis baixíssimos de repetitividade (sistemas semirrepetitivos, não repetitivos e grandes projetos), os objetivos só podem ser alcançados em ambientes com baixos graus de repetitividade. Portanto, os objetivos ganhador de pedido são customabilidade e agilidade, estão associados à alta diversidade com política assembly to order (montagem sob encomenda), make to order

1e 2 (fabricação sob encomenda) e Engineering to Order (engenharia sob encomenda).

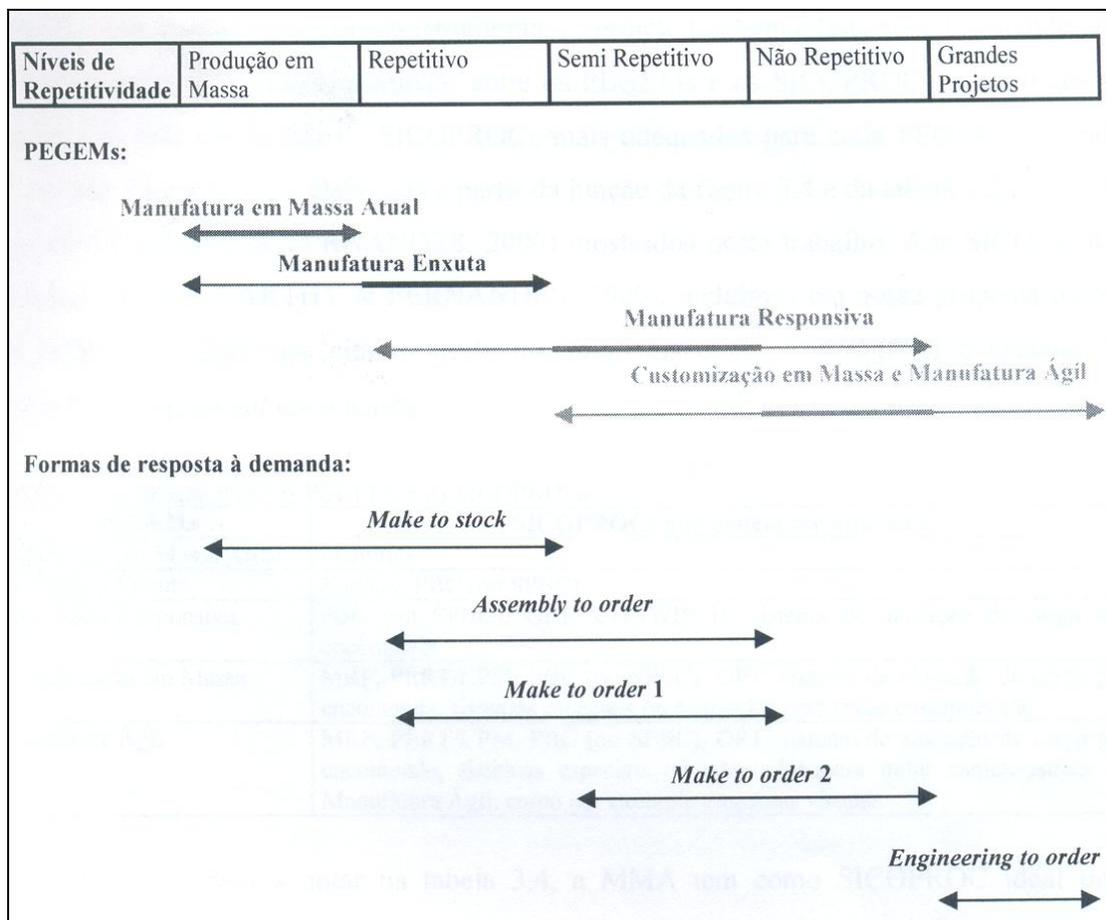


Figura 28: A relação entre os PEGEM's, Níveis de repetitividade dos sistemas de produção discretos e estratégias de resposta à demanda (Godinho, 2004)

4.3 Ordem de execução das atividades

Conforme Armando (1996), Sacomano e Resende (2000), as atividades devem ser executadas seguindo uma ordem:

Previsão de demanda

As análises das futuras condições de mercado e previsão da demanda futura, são da maior importância para a elaboração do Planejamento de Longo Prazo. Mesmo em indústrias que fabricam produtos sob encomenda, onde não se faz nenhum estudo formal de previsão de demanda, a alta direção pode

fazer conjecturas sobre o estado da economia e seu impacto nos negócios futuros da empresa.

Segundo Buffa & Sarin (1978), as previsões de demanda podem ser classificadas em: longo, médio e curto prazo.

- Curto Prazo: estão relacionadas com a programação da produção e decisões relativas ao controle do estoque.
- Médio Prazo: o horizonte de planejamento varia aproximadamente de seis meses a dois anos. Planos tais como: Plano Agregado de Produção e Plano Mestre de Produção se baseiam nestas previsões.
- Longo Prazo: o horizonte de planejamento se estende aproximadamente há cinco anos ou mais e auxiliam decisões de natureza estratégica, como ampliações de capacidade, alterações na linha de produtos, desenvolvimento de novos produtos etc.

Previsões de demanda podem se basear em dados referentes ao que foi observado no passado (previsão estatística) ou em julgamentos de uma ou mais pessoas. Um bom sistema de previsão deve ter boa acuridade, simplicidade de cálculo e habilidade de rápidos ajustes frente às mudanças.

Planejamento de Recursos de longo prazo

As empresas devem se preparar elaborando planos de longo prazo para dimensionamento de suas capacidades futuras, através de estudos de previsão de demanda e objetivos formulados pelo planejamento estratégico feitos pela alta administração, com a finalidade de fazer previsão dos recursos necessários (equipamentos, mão de obra especializada, capital para investimentos em estoque) que geralmente não são passíveis de aquisição no curto prazo.

Planejamento agregado de produção

Elabora-se com base no Planejamento de Longo Prazo, o Planejamento Agregado de Produção, cujo resultado é um plano de médio prazo que estabelece níveis de produção, dimensões de força de trabalho e níveis de

estoque. O horizonte do Plano Agregado de Produção pode variar de 6 a 24 meses, dependendo da atividade industrial.

O planejamento é feito em termos de família de itens, isto é, os produtos a serem produzidos não são definidos de forma a terem uma constituição individual e completamente especificada, mas são agregados formando famílias de itens semelhantes.

A atividade de planejamento agregado nem sempre é considerada de forma isolada como nesta análise acadêmica.

Particularidades de cada indústria, tais como previsibilidade de demanda e alto nível de repetibilidade dos produtos, fazem com que muitas vezes ela nem seja executada. Neste caso, ela tende a ser absorvida pelo Planejamento Mestre da Produção que é uma atividade subsequente e mais detalhada.

Os administradores têm à sua disposição algumas estratégias para a tomada de decisão no Planejamento Agregado como:

Variação de tamanho de equipe de trabalho;

Tempo extra e tempo ocioso;

Variação de níveis de estoque;

Aceite de pedidos para atendimento futuro;

Utilização da capacidade.

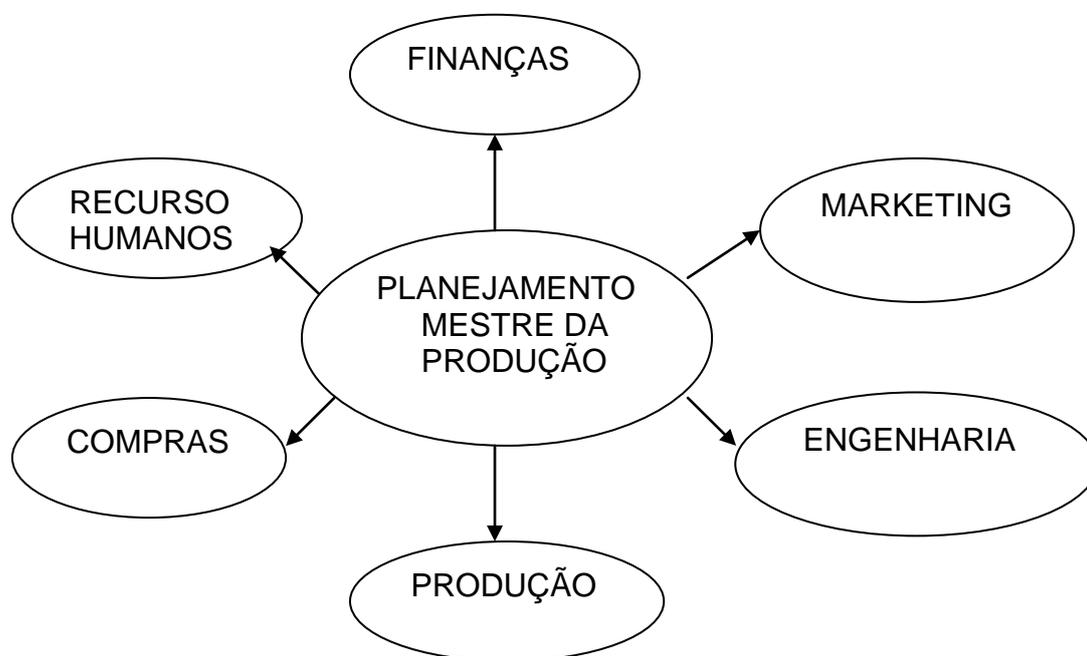
Planejamento mestre da produção

O Planejamento Mestre da Produção (PMP) é o componente central da estrutura global, gerado a partir do plano agregado de produção, desagregando-o em produtos acabados, guiará as ações do sistema de manufatura no curto prazo, estabelecendo quando e em que quantidade cada produto deverá ser produzido dentro de certo horizonte de planejamento.

O Plano Mestre pode ser entendido como a formalização da programação da produção, expressa em necessidades específicas de material e capacidade. Assim, o desenvolvimento do Plano Mestre exige uma avaliação das necessidades de mão de obra, equipamentos e materiais para cada tarefa a realizar.

O Plano Mestre considera as limitações de capacidade e a conveniência de sua utilização, podendo determinar a produção prévia de itens ou até mesmo, não programar suas produções, ainda que o mercado pudesse consumi-los.

Para Sacomano, Fusco (2007), com base no Plano Mestre, a empresa assume, efetiva e formalmente, os compromissos de montagem dos produtos, fabricação interna das partes manufaturadas, compra de insumos diversos de fornecedores externos. Além da parte puramente operacional, não é demais lembrar os impactos nas outras funções empresariais.



Figuras 29: Impactos do Planejamento Mestre da Produção

Fonte: Sacomano, Fusco (2007)

Planejamento de materiais

É a atividade através da qual é feito o levantamento completo das necessidades de materiais para a execução do plano de produção. A partir das necessidades vindas de lista de materiais, das exigências impostas pelo PMP e das informações vindas do controle de estoque (itens em estoque e itens em processo de fabricação), procura-se determinar quando, quanto e mais materiais devem ser fabricados e comprados.

O planejamento de materiais está intimamente ligado ao gerenciamento de estoques. Os tipos de estoque são: matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados.

Os estoques consomem capital de giro, exigem espaço para estocagem, requerem transporte e manuseio, deterioram, tornam-se obsoletos e requerem segurança. Por isto, a manutenção de estoques pode acarretar um custo muito alto para um sistema de manufatura.

O Planejamento de Materiais deve, portanto, ter como objetivos, a redução dos investimentos em estoques e a maximização dos níveis de atendimento aos clientes e produção da indústria.

Itens importantes para uma eficiente gestão de estoques:

Incertezas de demanda: geralmente a opção de manter certos níveis de estoque de segurança é adequada quando há incerteza de demanda.

Importância estratégica da minimização de atrasos e não atendimento de pedidos: é necessária avaliação das consequências do não cumprimento dos pedidos, tanto a curto prazo quanto a longo prazo.

Importância estratégica de se minimizarem os níveis de estoque: deve-se ter em mente que a redução de estoques pode não ser adequada em função da concorrência. Por outro lado, a manutenção de altos níveis de estoques aumenta o custo financeiro e, conseqüentemente, eleva o custo de produção.

Planejamento e controle da capacidade

É a atividade que tem como objetivo calcular a carga de cada centro de trabalho para cada período futuro, visando prever se o chão de fábrica terá capacidade para executar um determinado plano de produção para suprir uma determinada demanda de produtos e serviços.

O Planejamento da Capacidade fornece informações que possibilitam: a viabilidade de planejamento de materiais; obter dados para futuros planejamentos de capacidade mais preciosos; identificação de gargalos, estabelecer a programação de curto prazo e estimar viabilidade para futuras encomendas.

O Controle da Capacidade tem a função de acompanhar o nível de produção executada, compará-la com os níveis planejados e executar medidas corretivas de curto prazo, caso estejam ocorrendo desvios significativos.

Os índices de eficiência, gerados pela comparação dos níveis de produção executados com os níveis planejados, permitem determinar a acuidade do planejamento, o desempenho de cada centro produtivo e o desempenho do sistema de manufatura.

Programação e sequenciamento da produção

A atividade de programação determina o prazo das atividades a serem cumpridas, ocorrendo em várias fases das atividades de planejamento da produção. De posse de informações tais como: disponibilidade de equipamentos, matérias-primas, operários, processo de produção, tempos de processamento, prazos e prioridades das ordens de fabricação; as ordens de fabricação poderão ser distribuídas aos centros produtivos onde será iniciada a execução do PMP.

Segundo Martins (1993), os objetivos da programação e sequenciamento da produção são:

- Aumentar a utilização de recursos;
- Reduzir o estoque em processo;
- Reduzir os atrasos no término dos trabalhos.

Para Resende (1989), a programação acontece em:

Programação no nível de planejamento da produção – é realizada na elaboração do PMP, quando se procura encontrar as quantidades de cada tipo de produto que devem ser fabricados em períodos de tempos sucessivos.

Programação no nível de Emissão de Ordens – acontece durante o processo de planejamento de materiais, onde determina, com base no PMP, quais itens devem ser reabastecidos e suas datas associadas de término de fabricação e chegada do fornecimento externo.

Controle da produção e materiais

Tem como objetivo acompanhar a fabricação e compra dos itens planejados, com a finalidade de garantir que os prazos estabelecidos sejam cumpridos.

A atividade de Controle de Produção e Materiais também recolhe dados importantes como: quantidades trabalhadas, quantidade de refugo, quantidade de materiais para o replanejamento necessário ou acionar a atividade de Programação e Sequenciamento da produção para reprogramação necessária.

Fernandes (1991) comenta que o Planejamento da Produção está relacionado às atividades de médio prazo (em geral 3 a 18 meses), tomando decisões de intenção na forma agregada:

O que produzir, comprar e entregar

Quanto produzir, comprar e entregar

Quando produzir, comprar e entregar

Quem e/ou como produzir

Estas decisões são baseadas em previsões e podem ser definidas como a atividade gerencial responsável por regular (planejar, dirigir e controlar), o fluxo de materiais por meio de informações. É a estrutura do processo decisório do controle da produção como mostra muito bem na figura abaixo.

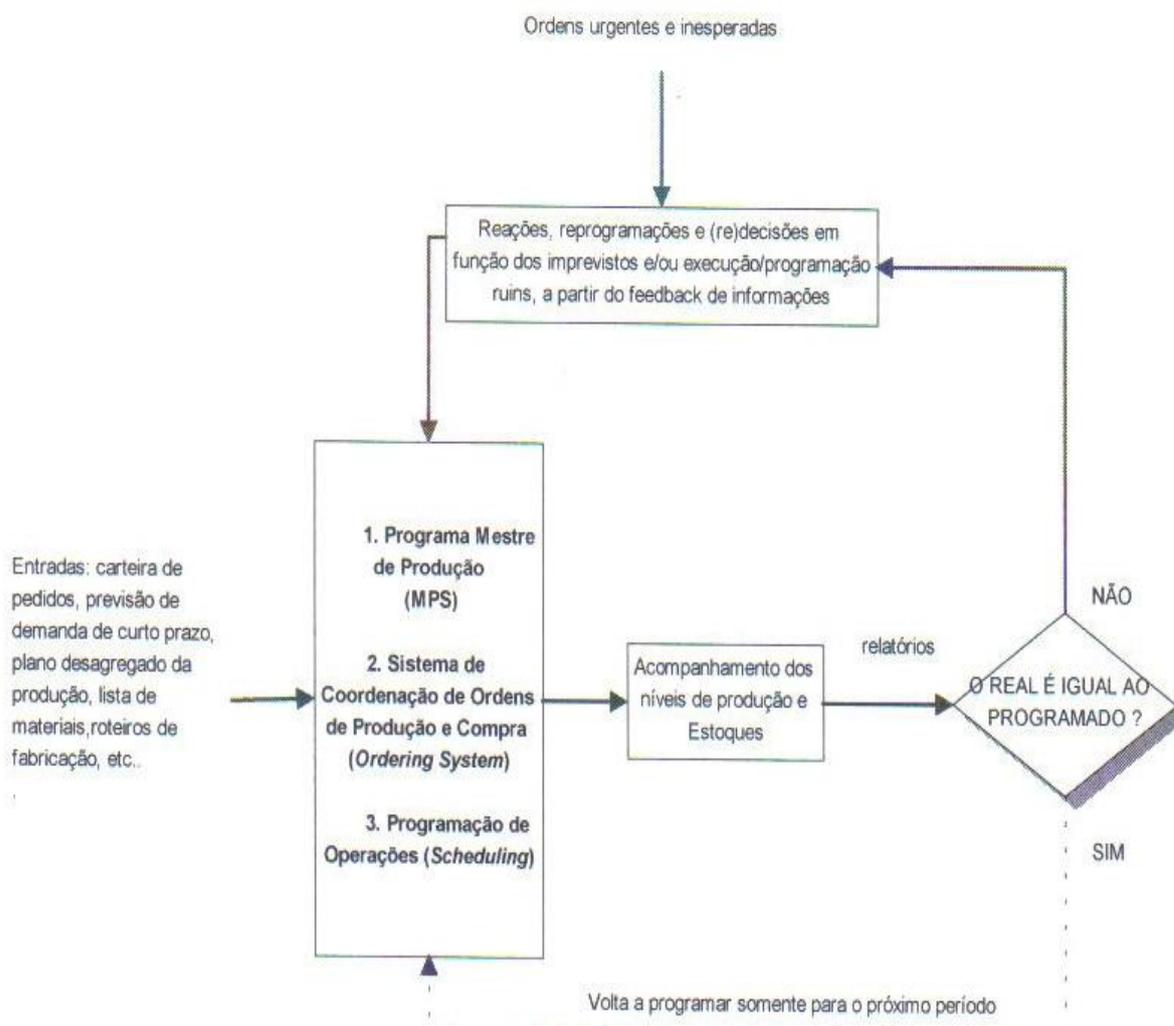


Figura 30: Estrutura do processo decisório

O controle da produção é formado pelo Programa Mestre de Produção (PMP), Sistema de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROC) e Programação de Operações.

4.4 Sistemas de PCP

A elaboração do sistema de planejamento e controle da produção deverá estar em consonância com as estratégias globais da organização, buscando uma perfeita interação com os demais sistemas da empresa. O objetivo maior é o cumprimento das metas previamente acordadas.

Existem alguns métodos nos quais os sistemas de planejamento podem e devem ser fundamentados, mas, neste estudo, focaremos os três mais utilizados:

MRP II – *Manufacturing Resources Planning*

JUST IN TIME – Sistema Toyota de Produção

OPT – *Optimized Production Technology*

4.4.1 TOC/OPT

O OPT (*Optimized Production Technology* – Tecnologia da Produção Otimizada) ou TOC (*Theory of Constraints* – Teoria das Restrições) foi desenvolvido no início da década de 70 pelo físico israelense, Eliyahu Goldratt, baseando-se nos problemas de logística de produção.

A alavancagem da TOC, veio com a publicação do livro “A META” (Goldratt, 1984), no início dos anos 80, que foi um romance dentro de um contexto de uma fábrica com dificuldades. O sucesso foi tanto que várias empresas começaram a aplicar os princípios do TOC de forma emergencial. A melhora foi visual, e aí, um fenômeno aconteceu, ou seja, os problemas começaram a aparecer em outras áreas. Goldratt elaborou soluções para outras áreas das empresas como gerenciamento de projetos e logística de distribuição. Apesar destas opções, as empresas aplicavam o seu método, davam um salto de produtividade, mas depois estagnavam.

Foi a partir daí que Goldratt resolveu não desenvolver simplesmente métodos específicos, mas, mudar de forma radical, a forma de resolução de problemas, ou seja, ensinar para as empresas o raciocínio lógico que usava para resolver problemas, pois só assim, poderia melhorar continuamente.

Inicialmente, o foco foi a logística da produção, o Processo. Os processos de raciocínio vieram posteriormente, a partir da publicação do “ Mais Que Sorte... Um Processo de Raciocínio”, focando os problemas estratégicos das empresas.

A Teoria das Restrições, de acordo com Schuck (1998), define 5 passos a serem necessariamente seguidos para o gerenciamento das restrições, que são:

Identificação da(s) Restrição(s): identificar uma restrição significa reconhecer a existência de gargalos (limitadores) de desempenho do sistema e implica que já temos alguma avaliação da grandeza de seus impactos no resultado global. Geralmente, o número de restrições é muito limitado. A primeira resposta intuitiva à existência de restrições é “livrar-se delas”.

Decidir como Explorar a(s) Restrição(os): explorar as restrições consiste em se certificar que será extraído o máximo que elas podem oferecer, não desperdiçando nada. Se a restrição é um limitador, o resultado global máximo só será atingido com a utilização total da capacidade da restrição.

Subordinar todo Sistema à(s) Restrição(s): os recursos “não-restrições” devem oferecer tudo o que as restrições precisam consumir, nada a mais. Uma restrição não alimentada é uma ameaça ao ganho, e o excesso de material a processar acumulado na frente do recurso restrição é um desperdício com inventário.

Elevar a(s) Restrição(s) do Sistema: significa aumentar a capacidade de restrição. Se não temos o suficiente, não significa que não podemos acrescentar. É importante não confundirmos este passo com o segundo passo. Primeiro devemos explorar aquilo que o sistema nos oferece, para depois pensarmos em elevar a capacidade dos sistemas.

Se nos passos anteriores uma Restrição for quebrada, volte ao passo 1, mas não deixe que a Inércia se torne uma Restrição do Sistema: uma vez levantada uma restrição o desempenho da empresa subirá, mas não pulará para o infinito. Alguma outra coisa restringirá o desempenho da empresa.

As medidas da TOC segundo Renato (2000)

Ganho (G): O índice pelo qual o sistema gera dinheiro através das vendas.

Ganho é definido como todo dinheiro que entra na empresa menos o que gasta.

Para se calcular o ganho unitário de cada produto precisamos subtrair os seus Custos Totalmente Variáveis (CTV) do seu preço de venda. Custo Totalmente Variável é o montante que varia para cada acréscimo de uma unidade nas vendas do produto (na maioria dos casos é só matéria-prima). Dessa forma teremos quanto à empresa gera de dinheiro com a venda de cada

unidade do produto. Para se calcular qual é o ganho total da empresa, basta somar os ganhos totais de cada produto (que é igual ao ganho unitário vezes o volume vendido).

Investimento (I): Todo dinheiro que o sistema investe na compra de coisas que pretende vender.

Essa medida de investimento e o ativo da contabilidade tradicional podem ser confundidos, mas divergem drasticamente quando se refere ao inventário de material. “Que valor devemos atribuir ao produto acabado estocado em um armazém?” De acordo com definição acima, podemos atribuir apenas o preço que pagamos aos nossos fornecedores pelo material e peças compradas que entram no produto. Não existe valor acrescido ao produto pelo próprio sistema, nem mesmo mão de obra direta. O valor atribuído ao estoque em processo e estoque acabado é igual ao seu Custo Totalmente Variável (CTV). Um dos objetivos aqui é de eliminar a geração de “lucros aparentes” devido ao processo de alocação de custos. Com essa metodologia não é possível aumentar os estoques em processo e de produtos acabados para aumentar os lucros do período (adiando o reconhecimento de algumas despesas que com certeza irão diminuir os lucros futuros).

Despesa Operacional (D.O): Todo dinheiro que o sistema gasta transformando investimento em ganho.

“Retirar o valor acrescido do inventário não significa que não temos estas despesas. Não há valor acrescido ao produto, todo o dinheiro que o sistema gasta transformando Investimento (I) em Ganho (G) é colocado nessa medida. Despesa Operacional (DO) é intuitivamente compreendida como todo dinheiro que “temos que colocar constantemente dentro da máquina para mover suas engrenagens”. Salários, desde o presidente da empresa até a mão de obra direta, aluguéis, luz, encargos sociais, depreciações etc. A TOC não os classifica em custos fixos, variáveis, indiretos, diretos etc. A DO é simplesmente todas as outras contas (despesas) que não entram no Gancho ou no Investimento. Os incrementos ou diminuição das despesas são analisados caso a caso, e seu impacto no lucro final é computado.

A TOC afirma que qualquer coisa pode ser classificada numa dessas três medidas.

Com essas três medidas (G,I e DO) conseguimos saber o impacto de uma decisão nos resultados finais da empresa. O ideal é uma decisão que aumente o G e diminua o I e DO.

Numa situação na qual existe uma restrição na linha de produção da empresa, isto é, a produção tem um recurso que é o gargalo de todo o processo, se faz necessário decidir quais produtos são mais interessantes para a empresa, pois a empresa não tem capacidade de entregar todos os produtos nas quantidades desejadas pelo mercado.

Precisamos ter em mente que a restrição é o tempo disponível do recurso restritivo. Para aumentarmos o ganho da empresa é necessário tirar o máximo possível deste tempo disponível.

4.4.2 JIT (*Just in time*)

O *Just In Time* (JIT) surgiu no Japão, no início dos anos 70, mas foi na Toyota Motor Company que sua idéia básica se desenvolveu muitos anos antes. Iniciou, vindo da necessidade de coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de carro com o mínimo de atraso.

Conforme artigo na trabescol.com, 2003, o sistema de puxar a produção a partir da demanda, produzindo em cada somente os itens necessários e no momento necessário, ficou conhecido no ocidente como Sistema Kanban. Este nome é dado aos cartões utilizados para autorizar a produção e a movimentação de itens ao longo do processo produtivo. Contudo, o JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerado como uma completa filosofia, a qual inclui aspecto de administração de materiais, gestão de qualidade, arranjo físico, projeto de produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos. Embora haja quem diga que o sucesso do sistema de administração JIT esteja calcado nas características culturais do povo japonês, mais e mais gerentes e

acadêmicos têm se convencido de que esta filosofia é composta de práticas gerenciais que podem ser aplicadas em qualquer parte do mundo.

Algumas expressões são geralmente usadas para traduzir aspectos da filosofia *Just In Time*: produção em estoque, eliminação de desperdícios, manufatura de fluxo contínuo na resolução de problemas, melhoria contínua dos processos.

A JIT, segundo Lubben (1989), é definida como: uma filosofia de administração que está constantemente enfocando a eficiência e integração do sistema de manufatura, utilizando o processo mais simples possível.

Dedicação ao processo de esforçar-se continuamente para minimizar os elementos no sistema de manufatura que restrinjam a produtividade.

Já para Antunes (1989), a filosofia JIT se constitui em uma estratégia de competição industrial objetivando fundamentalmente dar uma resposta rápida às flutuações do mercado (orientando para o consumidor), associando a isto um elevado padrão de qualidade e custos reduzidos dos produtos.

A filosofia JIT visa a melhoria contínua do processo de manufatura, garantindo a qualidade dos produtos e serviços de uma empresa, através do envolvimento das pessoas, buscando a simplicidade nos processos, eliminação dos desperdícios e garantindo a flexibilidade no atendimento das necessidades dos clientes.

As definições do conceito JIT são baseadas na eliminação dos desperdícios, otimização dos processos, ou seja, eliminando atividades que não agregam valor à produção, como por exemplo, a produção preventiva de produtos com vistas à demanda futura, produzindo apenas o necessário para evitar estoques.

As altas taxas de utilização de equipamentos são decorrentes, em parte, da espera de materiais para serem processados; também é um desperdício.

O transporte desperdiça tempo e recursos, sendo que o ideal é reduzir ao máximo a movimentação, garantindo menor distância percorrida.

Os investimentos em estoque significam espaços maiores podendo ocorrer problemas de produção com baixa qualidade e produtividade. Devemos reduzir estoque eliminando as causas geradoras da necessidade de mantê-los.

As análises de valores de um produto, se baseiam na produção de custo no processamento, buscando a simplificação, redução do número de componentes ou operações para produzir um produto.

Através do estudo de métodos, buscamos a economia de movimento, aumentando a produtividade e redução de tempos.

A produção de produtos defeituosos desperdiça material, mão de obra, movimentação, armazenagem e inspeção que, dentro da filosofia JIT, não são aceitos. O processo produtivo deve ser desenvolvido de maneira que previna a ocorrência de defeitos.

A melhoria contínua deve ser um objetivo constante de toda empresa, tanto no processo de manufatura como na administração. A exposição dos problemas é de suma importância no processo de melhoria contínua para se descobrir falhas e, a partir daí, melhorar o processo produtivo.

O grau de envolvimento das pessoas é diretamente relacionado ao sucesso da filosofia JIT. Através de treinamento contínuo, desenvolvem-se soluções melhores e mais rápidas. Dentro da filosofia JIT, a motivação e o envolvimento nas tarefas, são primordiais.

Simplicidade e flexibilidade garantem uma demanda cada vez mais diversificada e localizada, aliada com simplicidade nos métodos e processos, fazendo com que as pessoas tenham melhores condições de produzirem, de forma correta, com o mínimo de gasto de recursos, padronizando e sincronizando suas atividades.

E, por fim, a qualidade total, que concentra esforços em todos os setores da empresa, iniciando-se no projeto do produto, fornecedores, processo de produção e clientes, medindo sua manifestação em adquirir o produto.

Em termos organizacionais, o princípio da qualidade total conduz a diminuir a inspeção, aumentando a prevenção e o treinamento.

4.4.3 MRP II

Este método surgiu graças à presença de computadores com capacidade de armazenagem e processamento, pois o grande número de informações necessárias para a tomada de decisão exige que o decisor recorra a sistemas que calculem o processo de dados para o perfeito gerenciamento. Conforme Azzolini (2004), “ a grande característica dessa técnica está no nível de detalhamento dos itens planejados, programados e controlados, o que a torna impraticável sem a utilização intensa de computadores, refletindo as vezes na forma de altos custos de implantação e de operacionalização”.

O MRP (*Material Requirements Planning*) surgiu em meados de 60 com uma visão integrada dos bens, baseando-se nos períodos de reabastecimento e no inventário disponível.

O MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) surgiu no início dos anos 80 que tomava como base o conceito de cálculo de necessidades, que permite o cálculo das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura, ou seja, materiais, mão de obra, equipamentos etc.; tudo isso objetivando baixo estoque x eficiência na entrega. O MRP II dispara ordens de produção de acordo com o cronograma da fabricação dos produtos finais. As necessidades dos componentes são calculadas a partir dos produtos finais, ou seja, é feita a chamada “explosão dos produtos finais”.

Os componentes somente são comprados e produzidos no momento e na quantidade necessária. O estoque é mínimo sem alterar os prazos de entrega dos pedidos.

Segundo Sacomano e Resende (2000), o processo de evolução do sistema MRP, para além das necessidades de materiais, deveu-se agregando-se o subsistema de planejamento das necessidades de capacidade, dando origem, então, ao sistema integrado MRP.

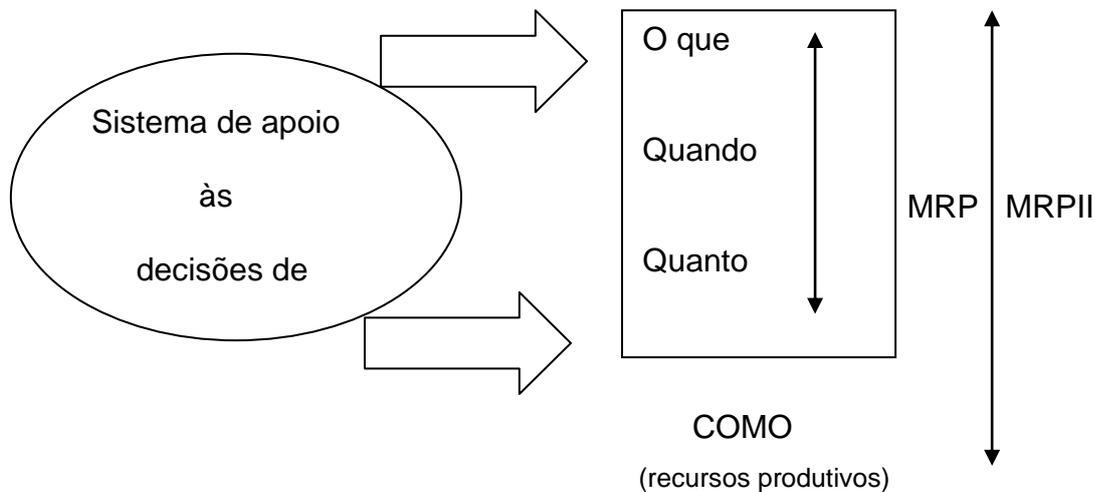


Figura 31: MRP/MRP II

Fonte (Correa, Gianese & Caon 2007)

4.4.3.1 Planejamento dos materiais – Shuch (1998)

Para fabricar um produto, o MRP II utiliza uma lista de materiais que contém todos os componentes e suas quantidades para produzir o mesmo. A partir daí, identifica-se os itens de demanda dependente ou independente. O produto final é considerado item de demanda independente, pois não depende de nenhum outro item. Já, as matérias-primas, são consideradas itens de demanda dependente. O primeiro quem rege é o mercado consumidor, já o segundo, é calculado.

Outro dado importantíssimo é o LEAD TIME, que pode ser calculado quando o item é comprado, ou seja, da compra ao recebimento da produção. O LEAD TIME interno é o tempo entre a liberação de uma ordem de fabricação e a disposição do item pronto para uso. Isto pode ocorrer em diversas fases do processo.

O ideal é que a ordem de fabricação seja igual ao tamanho do lote, mas cada empresa, em função de sua característica ou política, pode adotar condições mais abertas ou mais fechadas, em função dos custos fixos (SETUP, preparação de máquinas etc.).

4.4.3.2 Planejamento dos recursos

Para Shuck (1998), o planejamento dos recursos surgiu como uma extensão do planejamento de materiais. A lógica é a mesma do cálculo da necessidade de materiais, adicionando-se ao sistema, dados relacionados aos recursos de produção, tais como disponibilidade de mão de obra e equipamentos, rotas de produção, capacidade dos equipamentos, taxas de consumo de recurso por item produzido etc.

O MRP II é um sistema hierárquico de administração da produção, no qual os planos de longo prazo são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível mais baixo de planejamento, onde são “explodidas” ordens e definidos roteiros de produção.

Os principais módulos que compõem o sistema MRP II são:

- Módulo de planejamento da produção;
- Módulo de planejamento mestre de produção – MPS;
- Módulo de cálculo de necessidade de materiais – MRP;
- Módulo de cálculo de necessidade de capacidade – CRP;
- Módulo de controle de fábrica – SFC.

Planejamento da produção

Chamado de plano agregado de produção, é o primeiro nível hierárquico de planejamento, geralmente, feito a longo prazo. Sendo um nível mais abrangente, a unidade usada para volumes a serem produzidos e estoque a serem mantidos é muitas vezes monetária.

Os planos de produção desagregados, estabelecidos pelos demais módulos, devem ser consolidados e confrontados com o planejamento da produção, para que o planejador tenha certeza de que suas decisões desagregadas e detalhadas estejam contribuindo para o atingimento das metas de produção de prazo mais longo.

Planejamento (programa) mestre da produção – MPS

O MPS é uma abertura do plano agregado, período, por produtos em volumes de produção e estoques a serem atingidos. A soma das quantidades de plano-mestre deve ser igual ou próxima aos valores definidos pelo plano agregado de produção.

Para se definir os volumes de produção do plano-mestre, são levados em conta dois conjuntos de variáveis: a demanda e os recursos. As quantidades definidas pelo plano-mestre tornam-se a base para a explosão das ordens nos outros produtos módulos, onde serão calculadas as necessidades de materiais e as capacidades de recursos.

As variáveis de demanda são projeções de vendas, previsão de pedidos e pedidos em carteira. As variáveis de recursos abrangem dados sobre os roteiros de produção e sobre o consumo dos diversos tipos de recursos na produção unitária de cada produto. O MPS, auxiliado por um mecanismo chamado *rough cut capacity* (que é a parte do módulo CRP), combina os dados de demanda e dados de consumo de recursos disponíveis. Desta maneira, o sistema define os volumes de produção de acordo com as limitações e a conveniência de se utilizar melhor a capacidade disponível. Isto pode significar que alguns itens podem ser produzidos antes do momento necessário para a venda e outros itens podem não ser produzidos, ainda que o mercado se disponha a consumi-los.

É importante frisar que neste módulo é feita uma pré análise da existência de setores que possam representar possíveis gargalos no fluxo de produção. Se for detectada uma necessidade de recursos maior do que a disponível, o plano-mestre analisado tem a grande possibilidade de não ser viável.

Planejamento da necessidade de materiais – MRP

A partir da necessidade de produtos conforme definida no programa-mestre, o módulo de planejamento de materiais calcula as necessidades de compra de materiais e de produção dos itens componentes, de forma a cumprir

o plano-mestre e, ao mesmo tempo, minimizar a formação de estoques. O sistema faz isso programando ordens de compra e produção para o momento mais tarde possível, desde que não haja comprometimento do cumprimento dos prazos de entrega das ordens.

Cálculo da necessidade de capacidade – CRP

O CRP calcula as necessidades de capacidade produtiva para cumprir o plano de necessidades de materiais, utilizando-se dos seguintes dados cadastrais sobre os centros produtivos: roteiros de produção e consumo de recursos por operação. Comparando a necessidade de capacidade ao longo do tempo com a capacidade máxima, em cada centro produtivo, o CRP pode identificar possíveis inviabilidades do plano de materiais, assim como futuras ocorrência de ociosidades excessivas de recursos. Isto pode indicar a revisão do plano de materiais ou, até mesmo, do plano-mestre de produção.

Controle de produção – SFC

Este módulo procura garantir que o planejamento dos módulos anteriores seja cumprido pelo “chão-de-fábrica”. É o módulo que carrega as ordens de período nas máquinas, segundo propriedades predefinidas e segundo uma lógica de programação baseada em regra de sequenciamento. Alguns dos parâmetros necessários são: tamanho dos lotes, níveis de estoque de segurança e *lead times* de processamento dos itens. Este módulo depende de uma constante realimentação de informações relativas ao andamento das atividades na fábrica, visando tomar medidas corretivas de repriorização de ordens, e se necessário, sinalização de inviabilidades locais ao cumprimento do plano original.

Observação: Segundo Armando (1996), fatores negativos e positivos do MRP II:

- Negativos
 - é um sistema de planejamento “infinito”, ou seja, não considera as restrições de capacidade de recursos;

- o LEAD TIME dos itens são dados de entrada dos sistemas e são considerados fixos, como em função da fábrica o LEAD TIME pode mudar, perdendo a validade dos dados usados;
 - como a programação das atividades é feita de frente para trás no tempo, com o objetivo de realização na data mais tarde possível, pode-se gerar atrasos, quebra de máquinas e problemas de qualidade;
 - devido à sua complexidade e dificuldade de adaptar-se às necessidades das empresas;
 - é um sistema no qual a tomada de decisão é bastante centralizada, o que pode influenciar a capacidade de resolução local de problema, além de não criar um ambiente adequado para o envolvimento e comprometimento da mão de obra para a resolução dos problemas.
- Positivos:
 - Introdução dos conceitos de demanda dependente;
 - Sistema de informação integrado, pondo em disponibilidade um grande número de informações.

4.5 Comparativo entre três métodos: MRP II, JIT E OPT – Shuck (1998)

De modo algum se pode afirmar que qualquer destes métodos abordados seja considerado ideal, ou mais adequado aos dias de hoje. Tampouco se pode colocá-los em escala de valor e afirmar que um seja superior ao outro. O que se pode dizer é que o método “adere” melhor ou pior, a determinadas características do sistema de produção de uma empresa.

Um método se sobressai em relação a outro, quando diferentes características de manufaturas são analisadas. Por exemplo, o JIT é o mais indicado em fábricas que não elegem o planejamento integral de produção de forma antecipada e centralizada como fator fundamental de eficiência nas operações. A filosofia do Sistema Toyota de Produção, que suporta o JIT, propõe que as decisões sobre as operações estejam descentralizadas no “chão de fábrica”. A fabricação acontece sem um planejamento “pesado” que procura

otimizar todas as variáveis envolvidas na produção. O mercado é que dita o que e quanto deve ser produzido, cabendo aos operadores a responsabilidade de atender a demanda, reduzir custos, buscando um melhoramento contínuo dos processos e diminuir os estoques para níveis próximos de zero.

Já o MRP II e o OPT, são métodos centrados no planejamento prévio da produção, como ponto fundamental. O MRP II está baseado na filosofia tradicional de produção, onde o principal objetivo é a redução de custos através de escala de produção e diminuição de ociosidade de recursos. De outra parte, a filosofia da TOC traz elementos novos aos mecanismos de planejamento, o conceito de restrições e medidas de desempenho. Segundo a Teoria das Restrições, somente determinadas ações influenciam na meta da empresa, que é “ganhar dinheiro”, e todo ritmo de trabalho da fábrica deve estar subordinado ao funcionamento do chamado recurso-restrição. Um grande benefício do método OPT é levar em conta as restrições do sistema de produção no planejamento das atividades da fábrica.

O OPT avança significativamente com relação ao gerenciamento de melhorias na fábrica. A filosofia da Teoria das Restrições traz importantes conceitos de priorização e concentração de esforços em pontos vitais do sistema de produção. O primeiro passo é explorar ao máximo as restrições e somente depois atacá-las, “levantando” os gargalos e melhorando o sistema como um todo. Para Goldratt (1991), a empresa é um sistema de variáveis dependentes em que algumas poucas coisas são muito importantes. Nem toda melhoria localizada gera mais resultados para a meta da empresa – “ganhar dinheiro”. O OPT incentiva as empresas a focalizarem suas ações nos seus principais problemas, pois enfatiza melhorias nos recursos-restrição, evitando desperdício de esforços em problemas que não afetam o resultado geral da fábrica.

O sistema MRP II tem uma “vocação” especial para lidar com problemas complexos de gestão de suprimentos, que   geralmente o caso dos sistemas de produ o que trabalham com produtos que têm estruturas complexas. Uma fábrica que trabalhe com produtos que demandem um grande número de componentes e materiais para sua fabrica o (exemplo: placas usadas na

telefonia celular, as quais chegam a ter 300 componentes) precisa de um bom sistema de gestão de materiais para resolver seus problemas de suprimentos.

Entretanto, o MRP II torna-se muito frágil quando existe variabilidade dos LEADS TIMES de produção. Este método assume que os *lead times* são fixos e determinados antes do sequenciamento das ordens. Quando os *lead times* verificados na realidade são diferentes do planejado, o planejamento pode estar comprometido e levar as pessoas a decisões erradas.

Com relação ao controle das operações entre métodos, o MRP II é o que busca maior nível de controle. O MRP II faz um planejamento da produção em vários níveis, desde o plano agregado de produção (longo prazo), passando pelo plano-mestre e descendo até o nível mais baixo da programação, onde são detalhadas as necessidades diárias de materiais e capacidade de recursos.

Na prática, o MRP II tem mostrado bons resultados como instrumentos de planejamento de longo prazo. Porém, o módulo de controle dos níveis mais baixos (SFC) tem sido considerado “pesado”, por exigir que as pessoas envolvidas nas atividades de produção tenham que informar ao sistema, de forma frequente, tudo o que ocorre na fábrica. A crítica generalizada é a de que as pessoas passam a dedicar muito de seu tempo à geração de informações, diminuindo o comprometimento e o tempo investido na solução dos problemas da produção.

Uma das principais diferenças entre os métodos abordados é a postura com relação à implantação de melhorias nas operações da manufatura. O MRP II é considerado um sistema passivo, que aceita os parâmetros de operação como hipóteses e parte destes parâmetros para executar sua sistemática de cálculos. Os índices de refugos por operações, os *lead times*, índices de quebras de máquinas e outras medidas de desempenho importantes são considerados dados por *imput* do sistema. O mecanismo de questionamento dos índices é quase inexistente e os planejadores da produção trabalham programando as atividades a partir de dados históricos dos índices. A prioridade é programar as ordens e cumpri-las para que as necessidades de produto e materiais sejam atendidas. É claro que o investimento de tempo em

melhorias acontece, porém, como a sensação é de estar sempre “apagando incêndios”, este investimento acaba sendo relegado a um segundo plano.

4.6 Sistema de Coordenação de Ordens de Produção e Compra

Este sistema ou SICOPROC, como é chamado, é fundamental para o controle da produção e foi primeiramente proposto por Burbidge (1988 apud Godinho 2004), que o dividiu em três grupos:

1. Fazer de acordo com o pedido (não se produz para estoque)
2. Estoque controlado, ou seja, decisões baseadas no nível de estoque
3. Sistema de fluxo controlado (As decisões são baseadas na conversão do MPS para as necessidades de itens componentes).

Para Fernandes (1991), os SICOPROC se dividem em:

1. Sistema de pedido controlado;
2. Sistema de estoque controlado em que empurra a produção;
3. Sistema de estoque controlado que puxa a produção;
4. Sistema de fluxo controlado que empurra a produção;
5. Sistema de fluxo controlado que puxa a produção.

Godinho (2004) modifica a classificação de Fernandes (1991), classificando os SICOPROC em quatro grupos:

1. Sistema de pedido controlado: Não se mantém estoques de produtos finais. As etapas vão desde o projeto do produto e de seus componentes até a emissão das OPs. Se faz necessário manter cronogramas, programação de operações e materiais, bem como a análise de capacidade e alocações de cargas. Este SICOPROC tem como objetivo transformar os pedidos de clientes em ordens de fabricação e pedidos de compra e cumprir os prazos de entrega.

2. Sistema de estoque controlado que puxa a produção: As decisões são tomadas em função do nível do estoque. A forma como será feita pode variar desde a de estoque mínimo, sistema de revisão periódica, sistema CONWIP EC introduzido por Sperman ET AL (1990) e até o sistema Kanban de duplo cartão.
3. Sistema de fluxo programado que empurra a produção: Transforma as necessidades do MPS em itens componentes por um departamento de Planejamento e Controle da Produção centralizado. Este sistema comporta muito bem o sistema de estoque base, o PBC – Period Batch Control, o MRP/MRP II e até o OPT – Optimized Production Technology.
4. Sistemas Híbridos: Tem mais as características dos itens 2 e 3, como o Sistema de controle de MaxMin Fernandes (2003 apud Godinho 2004), Sistema CONWIP H ou lista de pedido em carteira Sipper & Bulfin (1997), Sistema Kanban de cartão único e Sistema RDB (corda, tambor, pulmão)

4.7 Considerações Finais

As técnicas para desenvolvimento do Planejamento e Controle da Produção devem ser flexíveis para absorver novas tecnologias e adaptarem-se rapidamente às exigências e mudança do mercado.

O PCP deve estar em concordância com as estratégias globais da organização, interagindo com os demais processos da empresa, na busca da realização das metas organizacionais.

A sobrevivência e o sucesso de uma empresa dependem da eficiência com a qual produz seus bens e serviços, sendo o custo do produto determinado, em grande parte, pela eficiência do seu sistema produtivo. Assim sendo, as organizações devem buscar constantemente o aperfeiçoamento de seus processos de Gestão da Produção.

O planejamento e controle da produção, se preocupa em como operar esses recursos no nível diário de modo a fornecer bens e serviços que satisfaçam as exigências dos consumidores.

Assim sendo, o planejamento e controle da produção são indispensáveis ao sucesso de qualquer empresa, pois ter uma produção sem planejamento nem controle é o mesmo que estar num barco em alto mar sem bússola.

O planejamento e controle da produção nos permitem ter uma produção organizada e definida, de modo a ser suficiente em atender às demandas dos consumidores e com qualidade. Produzir o melhor com o menor emprego de recursos possíveis.

Alguns autores sugerem sistemas híbridos entre o MRP II e o JIT, pois um completará o outro, ou seja, enquanto o MRP II seria utilizado para planejar os recursos da produção, o JIT controlaria as atividades da fábrica, eliminando o desperdício, reduzindo o *lead time*, enfim, otimizando o processo produtivo. Entre os defensores destes sistemas estão Bose Rao (1988), Bermudez (1991) e Corrêa & Gianesi (1993). Golders (1985) coloca que o OPT, MRP II e JIT não são rivais e nem exclusivos. Os três sistemas completam-se. Num único sistema poderia ter-se o OPT vindo primeiro, planejado minuciosamente os gargalos; então, o MRP II seria utilizado como um sistema de informação para controle do sistema como um todo. E para a parte repetitiva do sistema, o JIT poderia ser usado para maximizar o “*TROUGHPUT*”, minimizando os *LEADS TIMES*.

Concluindo, a proposta foi destacar a importância do planejamento e controle da produção dentro do processo decisório da empresa, aonde ele se encontra. A sobrevivência de uma empresa passa pela organização, planejamento e pelo nível do controle que tenha. Atualizar-se a partir de métodos apropriados e confiáveis é o caminho, sem volta.

Toda empresa tem uma forma de controlar e passar os pedidos para a produção, desde o mais informal possível até o mais exclusivo, mas o que interessa é que ele seja confiável e funcional e que tenha levado em consideração as características intrínsecas da empresa.

CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO

5.1 Introdução

A Pentec Industrial é pioneira e líder em tecnologia antidesgaste no Brasil, além de consolidar os produtos de linha, aprimora-os e desenvolve novos produtos, mantendo em seu plantel um departamento de Engenharia e Assistência Técnica à altura dos seus 35 anos de experiência. Todo seu processo produtivo é rastreabilizado e 100% acompanhado pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Um estudo de caso é importantíssimo para visualizar os capítulos anteriores e fixar os novos aprendizados.

Por uma questão de sigilo, documentos reais de venda, programação e produção não serão mostrados, mas uma sequência detalhada de vendas e PCP foi feita e é de fácil entendimento, inclusive desta forma pode-se utilizar como modelo.

Inicialmente será esclarecido que tipo de produção é utilizada, seu ambiente, ou seja, a resposta à demanda e após, identificar quais os Paradigmas Estratégicos da Gestão de Manufaturas (PEGEM's) e seus níveis de repetitividade.

No decorrer desse capítulo será apresentada a estrutura departamental da empresa pesquisada, sua hierarquia no plano de produção, produtos diversos com o objetivo de ter uma idéia da grandeza deste segmento, suas dificuldades, enfim, um estudo de caso.

5.2 Classificação da estratégia de manufatura relacionada ao sistema de produção

Para essa classificação utiliza-se como critério a experiência do autor na empresa pesquisada, acreditando que a vivência como químico formulador em borracha e especialista em processo industrial e Planejamento e Controle da Produção possa validar tal afirmação. A classificação é a seguinte:

1. A resposta à demanda do ambiente de manufatura é fabricar sob encomenda (Make to order 2) porque o produto final é desenvolvido a partir dos contatos com o cliente e os prazos de entrega costumam ser longos dependendo do produto, pois os produtos costumam ser projetados ou revisados projetos existentes e depois produzidos.
2. O horizonte de planejamento é médio, a maior pergunta é: quando produzir? Isto porque a maior preocupação é com o prazo de entrega, e a operação do sistema consiste no planejamento e controle dos recursos internos.
3. Sobre os Paradigmas Estratégicos da Gestão de Manufaturas (PEGEM's), a empresa pesquisada é classificada como: Customização em Massa (CM) e Manufatura Ágil (MA), pois a fabricação é personalizada e de acordo com um projeto específico e para tal, a matéria-prima é comprada para cada pedido. Dentro deste contexto, a produtividade se torna um diferencial, colocando o prazo de entrega como um fator de satisfação do cliente. Portanto, os objetivos “ganhador de pedido” são customabilidade e agilidade.
4. Sobre os níveis de repetitividade é possível afirmar que também está relacionada a níveis baixíssimos de repetitividade (sistemas semi repetitivos, não repetitivos e grandes projetos), os objetivos só podem ser alcançados em ambientes com baixos graus de repetitividade. Porque o mix de produtos é alto, com muita troca no processo e poucos produtos em grande quantidade.

5.3 Processo de cotação e compras:

A empresa em questão dispõe em seu quadro funcional de um grupo de profissionais treinados e capacitados para atender as demandas dos clientes para peças de desgaste fabricadas em borracha. Cerca de 90% de seus negócios são realizados com mineradoras, siderúrgicas, pedreiras e cimenteiras em todo o território nacional.

A equipe de vendas é composta por 57 profissionais distribuídos em gerentes de contas (key accounts), representantes regionais, consultoras de vendas (telemarketing), analistas de mercados (elaboração de estatísticas), engenharia de aplicação de produto (desenvolvimentos) e assistência técnica (pós-venda).

Os orçamentos elaborados na empresa têm a seguinte origem:

- solicitações diretas dos clientes;
- solicitações da equipe de campo (gerentes de contas ou representantes).

Após identificar o item que melhor atende aos pré-requisitos contidos nestas solicitações, é aberto pelas consultoras de vendas um orçamento de vendas onde estão identificados os clientes (com dados cadastrais completos), nome do requisitante (contendo telefone de contato e/ou e-mail), descrição do produto, quantidades, preço unitário e total, impostos, condição de pagamento, garantia e validade da proposta.

A proposta é copiada ao gerente de contas/representante e enviada ao cliente onde passa a haver follow-up pela consultora de acordo buscando compreender se a proposta atendeu às expectativas técnicas e comerciais requisitadas.

As propostas perdidas são agrupadas e discutidas semanalmente em reunião específica, buscando entender as causas e apresentar um plano de trabalho para que as falhas ou omissões sejam resolvidas.

Os orçamentos que recebemos e as ordens de compras dos clientes, são transformados em pedidos de vendas e encaminhados ao PCP que acompanhará todo o processo que cerca a produção até a expedição e em seguida serem encaminhados aos clientes.

Trimestralmente é realizada uma pesquisa de satisfação de clientes buscando compreender a percepção dos clientes quanto aos seguintes itens:

- ❖ Qualidade do atendimento;
- ❖ Qualidade da proposta técnica e comercial;
- ❖ Qualidade do produto: aspecto, durabilidade e funcionalidade;
- ❖ Prazo de entrega;
- ❖ Embalagem;

- ❖ Assistência técnica (quando aplicável);
- ❖ Comentários livres dos clientes.

A base de clientes para a realização desta pesquisa busca um percentual mínimo de clientes em segmentos de atuação da empresa, sendo que desta maneira, a abrangência dos mercados onde os produtos são comercializados são plenamente pesquisados.

A empresa em estudo optou em enfrentar a concorrência e a busca pela satisfação de seus clientes através do investimento em pessoas e sistema. Com as pessoas iniciou-se uma série de treinamentos em diversas áreas, e no sistema, o auge veio com a contratação de uma empresa para implantação de um Sistema Integrado de Gestão de toda a empresa, com um software de nome Protheus. A consultoria é de processo e difere das consultorias baseadas em produtos e expertise profissional à medida que traz o processo para o centro da intervenção.

5.4 Planejamento e Controle da Produção

No caso específico deste trabalho, será comentado como é feita a Programação e Controle da Produção da entrada do pedido à saída do produto. O sistema implantado foi o Sistema Integrado de Gestão e a sua implantação total esta prevista para início de 2010.

O processo de gerenciamento da produção é com base na demanda do cliente, ou seja, o cliente faz o pedido e em cima deste pedido o PCP fará toda a distribuição de documentação. Entre o Comercial e o PCP, o mesmo passa pela Engenharia. O fluxo do processo de fabricação se passa em dezessete fases, conforme abaixo:

1. Comercial: O pedido de venda será colocado no sistema pelo setor comercial, onde, serão negociadas todas as datas de entrega por item do pedido e que em primeiro instante deverá ser respeitado pelo setor de produção.

2. Abre Ordem de Produção por venda: O PCP abre as “Ordens de Produção Por Venda”, analisa e abre todas as necessidades de produção geradas pelo setor Comercial.

A ordem de produção é o documento que inicia o processo de produção do produto, relacionando todos os componentes e as etapas de fabricação do mesmo.

É essencial ao cálculo de custo da produção e geração das requisições dos materiais.

Na geração de OPs a partir dos pedidos de venda, é possível, através de parametrização, gerar Ordem de Produção, solicitação de compras, ou nenhum dos dois, para os produtos que não possuem estrutura, mas estejam presentes no Pedido de Venda.

Os tratamentos realizados são gravados no campo específico, com a seguinte classificação:

OP gerada normalmente;

Bloqueado por crédito e liberado posteriormente para geração de OP;

Bloqueado com a OP gerada anteriormente;

Bloqueio por crédito. Neste caso a OP não está gerada;

Bloqueio de estoque. A OP não foi gerada, pois a quantidade em estoque já se encontra na quantidade suficiente para a demanda;

Liberada com a OP não gerada. Liberado após bloqueio de crédito e OP não gerada por estoque.

Caso o usuário opte por gerar Solicitações de Compra e o produto pertencer a um Contrato de Parceria, quando o campo respectivo estiver em “SIM”, será gerada uma Autorização de Entrega, ao invés da Solicitação.

3. Customização na abertura de OP: Será desenvolvido uma rotina neste procedimento que, caso seja identificado algum motivo pelo qual não irá gerar a Ordem de Produção, o sistema identificará na tela para o usuário, que poderá interferir abortando o processo e de acordo com o motivo identificado pelo sistema e ajudar o mesmo.

Este processo será utilizado para identificar se existe algum impedimento para a geração da Ordem de Produção, por exemplo, estoque disponível.

A análise da disponibilidade ou se existe alguma inconsistência de estoque deverá ser feita de forma manual para que seja identificado se poderá ser utilizado realmente este estoque ou não.

4. Abre a Ordem de Produção por Venda

5. Aglutinação: Depois de geradas todas as Ordens de Produção, será necessário utilizar a rotina de aglutinação de OPs para que sejam aglutinadas as Ordens de Produção de Massas.

6. Customização: Será desenvolvida uma rotina para que sejam feitos os planejamentos das Ordens de Produções de Massas.

Esta customização será necessária porque não existe uma quantidade fixa desta necessidade diária, pois, caso existisse poderíamos utilizar a rotina de Ordens de Produção por lote econômico quebrando esta necessidade por lotes econômicos, porém a necessidade diária pode variar.

7. Customização Cadastro de Almoxarifado: Os almoxarifados nos sistemas estão amarrados de forma que se defina os tipos de produtos que podem ser movimentados em cada almoxarifado, não sendo possível utilizar tipos de produtos em almoxarifados que não estejam cadastrados na amarração.

8. Tela negociação datas de entrega: Utilizadas diariamente nas reuniões do setor comercial com o PCP. Na tela, fica a mostra, os pedidos de venda abertos com suas respectivas Ordens de Produção e com as datas previstas de entrega.

Na necessidade de alterar a data de entrega, deverá ser negociada entre o setor comercial e PCP. Ao informar na tela, será chamado o pedido de

venda para ser alterado. Os responsáveis pelo pedido e comercial serão comunicados por e-mail para que informem o cliente.

9. Nota de remessa para industrialização: As ordens de produções que são terceirizadas deverão ser enviadas ao setor de compras para que possa ser feita a nota de remessa de industrialização.

10. Retorno de remessa de industrialização: Ao retornar a nota de terceirização, a mesma deverá ser digitada no sistema informando obrigatoriamente o campo “OP” no item de serviço cobrado.

11. Apontamento da OP terceirizada: Ao confirmar a entrada na nota de retorno de industrialização, será apresentada uma tela contendo a Ordem de Produção informada na nota de retorno e os itens empenhados da Ordem de Produção.

É possível alterar as quantidades de acordo com a quantidade devolvida na nota fiscal de retorno. Confirmando, será feito o apontamento automático da ordem de produção consumindo a quantidade informada na tela customizada.

12. Gera solicitação de compras por necessidade para Ordem de Produção

O sistema avalia o estoque do almoxarifado no ato da abertura da Ordem de Produção, para que sejam geradas solicitações de compras automaticamente pela necessidade.

Como se trabalha com re-suprimento de estoque por ponto de pedido, devemos considerar que as solicitações geradas por esta rotina devem ser os menores possíveis e quando geradas devem ser bem avaliadas, pois caso aconteçam é porque ou aumentou muito a necessidade ou existem Ordens de Produções com quantidades erradas.

13. Estoque: Os diversos armazéns dos almoxarifados serão controlados pelos responsáveis locais. Implantando requisição via sistema nos almoxarifados.

14. As saídas do almoxarifado central da empresa serão feitas de duas formas:

- I. Apropriação direta: Todos os produtos que forem possíveis identificar onde serão utilizados será feito por requisição, ou seja, caso seja requisitado para uma Ordem de Produção ou para um centro de custo deverá ser informada a Ordem de Produção ou o centro de custo no qual será aplicado e neste momento já baixando o estoque do produto requisitado gerando o custo diretamente no centro de custo para que seja rateado no fechamento de estoque ou diretamente da Ordem de Produção na qual está sendo utilizado. Caso seja devolvido algum produto de uso direto ao almoxarifado central, deverá ser feita uma devolução identificando o número da Ordem de Produção e o centro de custo que está devolvendo.
- II. Transferência para o setor: Os produtos que deverão manter estoque em setores de produções de produtos intermediários (massas, PU), deverão ser transferidos do almoxarifado central para o almoxarifado destes setores que são responsáveis pelo controle dos saldos. A devolução de algum produto destes ao almoxarifado central deverá ser feito por transferência, para que volte a fazer parte dele novamente.

15. Os apontamentos são feitos em duas fases:

- I. Os produtos intermediários devem ser apontados pelo setor responsável, pois o mesmo é responsável pela quantidade produzida dos mesmos.
- II. Os produtos acabados devem ser apontados, preferencialmente pelo setor responsável pela produção, caso não seja possível, poderá ser apontado pelo setor de PCP.

16. Controle de Qualidade: A baixa e liberação são feitas somente pelos inspetores da qualidade e devidamente registradas na Ordem de Produção.

17. Depois de liberado pela qualidade e PCP, a nota de Venda será emitida pelo setor de expedição.

O que se conclui é que o PCP está presente diretamente ou indiretamente nas principais decisões, como o que produzir, quanto produzir, quando entregar e quanto e o que comprar, pois se faz necessário um gerenciamento minucioso para que as programações e datas sejam cumpridas no prazo determinado.

A sequência da hierarquia na figura 32 demonstra claramente o nível de cronograma mensal ou diário.

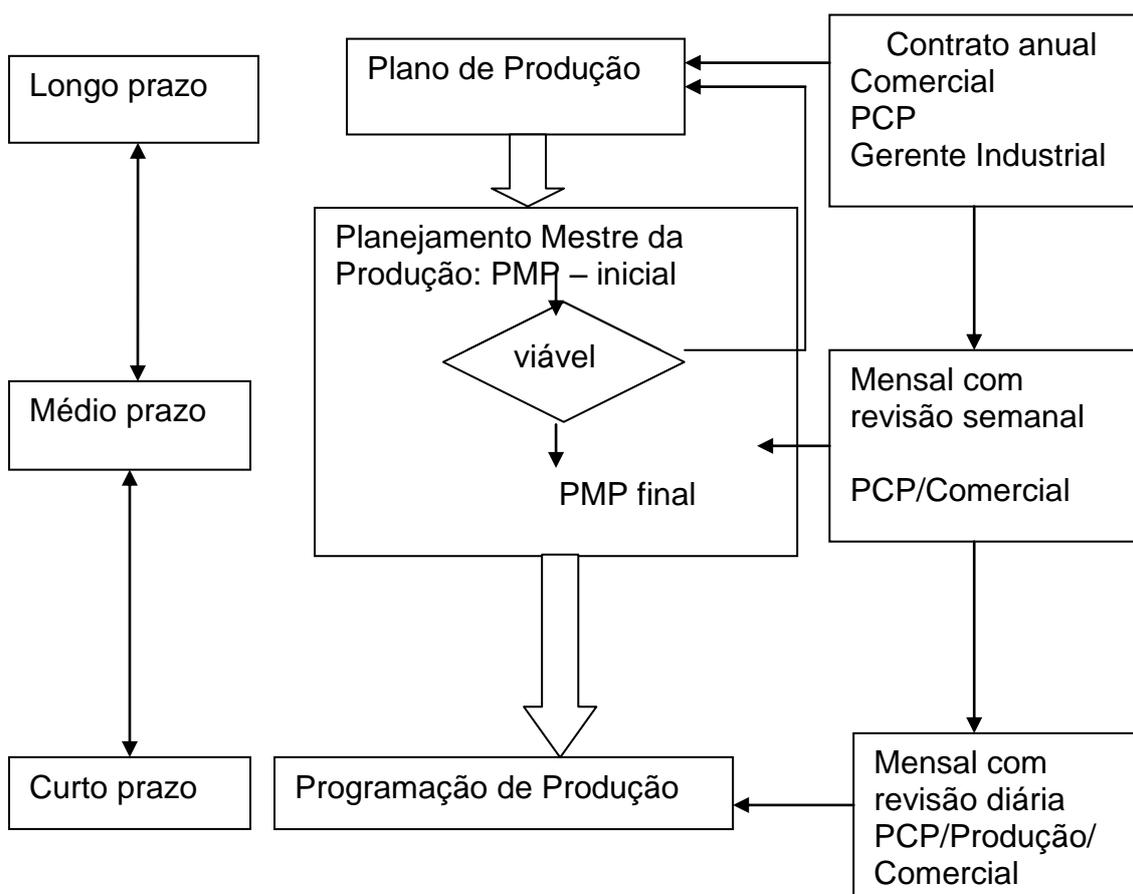


Figura 32: Hierarquia dos planos de produção da indústria de artefatos de borracha. (Fonte Adaptado pelo autor de Corrêa, Giansi & Caon ,2007)

Após conhecer como funciona a área comercial e o PCP que são as partes importantes na relação Mineração/fornecedor de produtos de borracha, a figura 30 representa os processos gerenciais e sua inter-relação nesta empresa em estudo. Na realidade, este fluxograma é a real departamentalização da empresa e seus respectivos departamentos interagindo para uma melhor formação do todo.

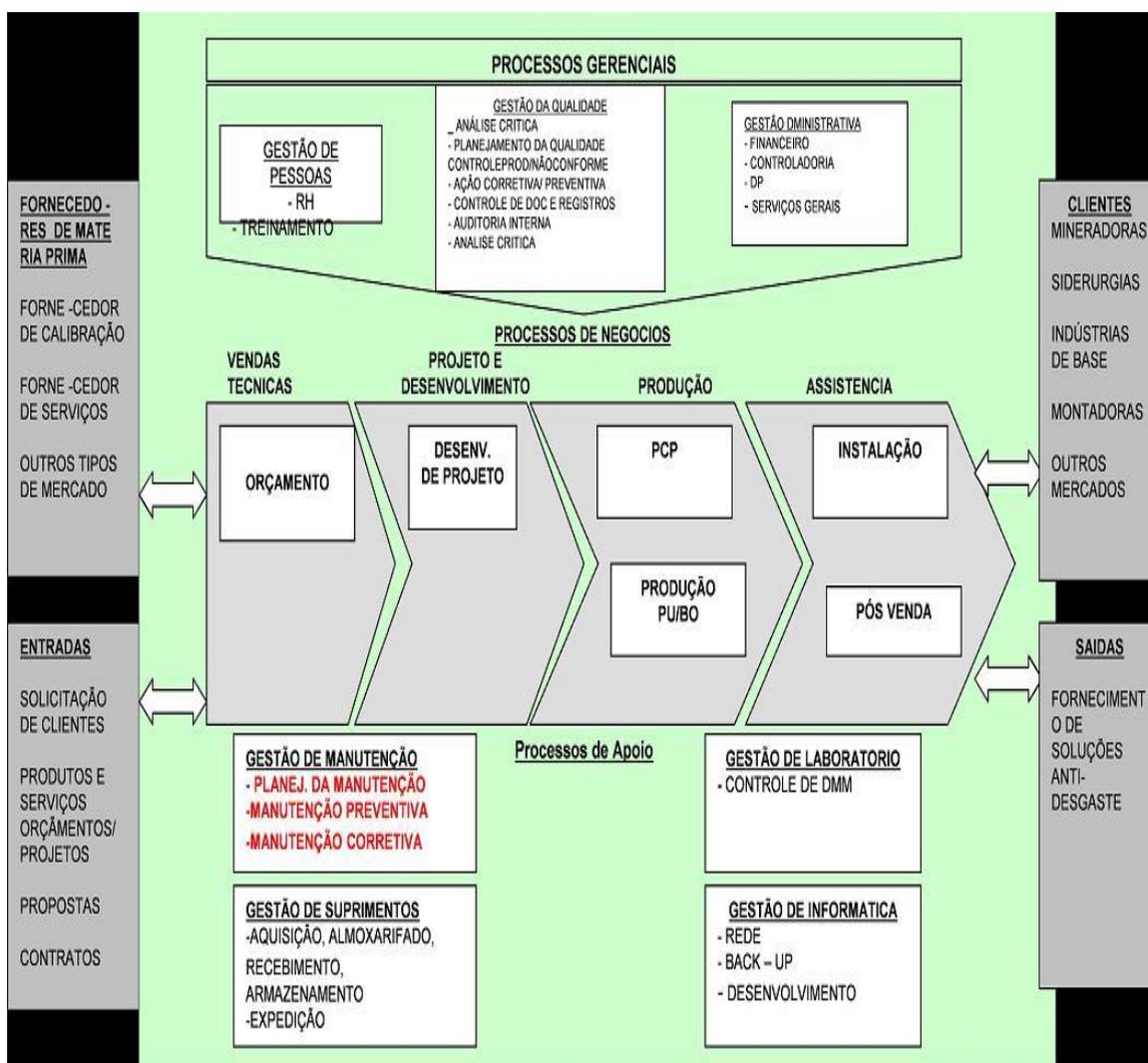


Figura 33: Fluxograma da empresa em estudo

5.5 Dificuldades da Indústria de Artefato de Borracha

Produzir artefatos de borracha fora do eixo Rio-São Paulo tem como maior dificuldade a logística, pois os fabricantes e importadores estão naquela região, portanto, se não tiver um sistema logístico bem controlado e acompanhado, acaba ocorrendo excesso de matéria-prima ou sua falta no almoxarifado e em ambos os casos a empresa perde.

Também neste item, os fornecedores são empresas multinacionais ou nacionais de médio ou grande porte, o que dificulta a negociação em termos de preço e/ou prazo.

Outro fator complicador é que a maioria dos melhores clientes são empresas grandes ou médias e os fornecedores de artefatos de borracha são de pequeno porte, o que diminui em muito o poder de barganha junto aos clientes que acabam sufocando com preços baixos, prazos de entrega muito curtos, indo de encontro ao lema de que o melhor negócio é aonde os dois lados ganham, ou seja, a tão falada parceria não é colocada muito em prática.

A mão de obra é outro fator muito negativo, pois como os salários não são altos, a mão de obra é diretamente proporcional, necessitando ser treinada e muito bem acompanhada, devido a sua limitação, o que faz com que haja muita falha e refugo.

A maioria das indústrias de borracha são familiares e sem muita tradição em investimentos na área de RH, equipamentos, sistemas de manutenção eficientes, consultorias e tem dificuldade de quebrar este paradigma. A empresa em estudo é uma exceção neste universo de fornecedores de artefatos de borracha.

O Mix de produtos é muito grande e muitas vezes as diferenças são mínimas e para agravar ainda mais, não há uma padronização no fornecimento e com isso, todos perdem.

O processo de fabricação é muito manual e de muitas etapas o que faz com que seja mais caro. O desafio destes fornecedores de artefatos de borracha é diminuir o tempo de fabricação.

O objetivo de se enumerar as principais dificuldades da indústria de borracha visa mostrar que elas impactam nos prazos, pois geram defeitos, retrabalho, atrasos, ou seja, o PCP e na área comercial são afetados diretamente, tornando-se mais um complicador na administração desta cadeia.

5.6 Considerações finais

Este capítulo de uma forma simples e objetiva mostrou uma estrutura real de uma indústria de artefato de borracha, com uma visão macro, como no caso da figura 30, que mostra os processos gerenciais e com uma visão específica quando detalhou a área Comercial e o Planejamento e Controle da Produção, que neste trabalho fazem a ligação da Mineração com a indústria de artefato de Borracha.

Outra importante contribuição, foi a classificação da estratégia da manufatura de Artefatos de Borracha para mineração relacionada ao sistema de produção, aonde verificou-se que a resposta à demanda é fabricar sob encomenda (Make to order), definindo que o horizonte de planejamento é médio com a preocupação com o prazo de entrega e o PEGEM relacionado é Customização em Massa (CM) e Manufatura Ágil (MA) com baixos níveis de repetibilidade. Este nível de detalhamento é novo para a indústria de Artefato de Borracha.

Ao colocar as dificuldades da produção de uma forma clara e direta, buscou-se partilhar com a cadeia as suas dificuldades e mostrar o impacto destas na mesma.

Claro que estamos longe de se ter um modelo aonde cliente e fornecedor participam das decisões administrativas internas, pois não se pode ter regularidade aonde há descontentamento, falta de transparência e de diálogo. Uma coisa é importante salientar, ambos estão no mesmo plano e fazem parte da mesma corrente, portanto são elos vizinhos e como tal, dependentes.

Este capítulo, além de servir como o fechamento dos capítulos dois, três e quatro, pode ser utilizado como guia tanto para os profissionais da mineração, pois, conhecerão mais seu fornecedor, como para as indústrias de borracha, bem como a todos que quiserem conhecer esta fantástica cadeia.

CAPÍTULO 6 - A IMPORTÂNCIA DOS PRODUTOS DE BORRACHA NA MINERAÇÃO

6.1 Introdução

Após este conhecimento fica mais clara a importância da indústria de Artefatos de Borracha na mineração de forma imprescindível, e mais, a necessidade da indústria de Artefato de Borracha investir em treinamento, equipamento e tecnologia.

Uma quantidade de figuras no anexo 2 mostrará produtos diversos e imprescindíveis para a mineração. Muitos destes em posição de gargalo o que aumenta sua importância. Nota-se que alguns têm certa complexidade em sua formação e engenharia.

Uma lista de produtos para mineração será mostrada no anexo 3, objetivando mostrar o grande Mix de produtos, muitos com um mínimo de diferenciação, o que dificulta não apenas na produção, mas na compra, na utilização de máquinas e equipamentos e na programação, refletindo no prazo de entrega.

Este capítulo foi criado para destacar os produtos de borracha e o seu grande Mix, que deveria começar a ser revisto.

CAPÍTULO 7 – COMENTÁRIO FINAL

Quando ficou decidido que esta dissertação conteria três segmentos tão complexos, como o Planejamento e Controle da Produção, a Mineração e a Indústria de Artefato de Borracha e mais as suas interações, a sensação foi de êxtase no primeiro momento e de um “frio na barriga” em seguida pela complexidade do mesmo.

Como os temas são muito complexos, se fosse colocar muita informação, ficaria extremamente longo, cansativo e desfocado, portanto, a opção foi:

- Para quem não conhecia a Mineração, ter um conhecimento, mesmo que superficial, desde a sua constituição, sua história, os dias de hoje, exemplo com uma segmentação de uma mina, legislação, meio ambiente, muitas fotos de locais e equipamentos, enfim, uma série de informações que um leigo, ou mais, um profissional da indústria de Artefatos de Borracha possa ter acesso e entender este segmento tão complexo e fascinante aonde seus produtos são utilizados.
- A mesma linha de raciocínio foi utilizada com relação à Indústria de Artefato de Borracha. Foram comentadas a sua origem, história, a composição da borracha, o processo produtivo, o laboratório, suas máquinas e equipamentos, suas dificuldades e introduzidas muitas fotos para melhor fixação. Desta forma, acreditamos que para um leigo ou mesmo um profissional da Mineração estas informações são esclarecedoras e levará estes a uma maior valorização dos produtos de borracha conhecidos.
- Com relação ao Planejamento e Controle da Produção, em um primeiro momento foi colocada um pouco de teoria para se conhecer a sua evolução, com detalhamento, colocar alguns sistemas diferentes e a

possibilidade de utilizá-los de forma híbrida, mas com o seguinte objetivo: não importa qual o sistema que se utiliza, mas sim sua eficiência, o importante é ter um sistema conhecido. Foi detalhado como classificar as estratégias de manufaturas, seus ambientes, os paradigmas estratégicos de gestão de manufatura (PEGEMs) associados e os níveis de repetitividade e identificar o tipo de manufatura utilizado.

- No primeiro momento a indústria de Artefato de Borracha foi classificada:
 1. Fabricação sob encomenda – Make to order 2
 2. Planejamento de médio prazo, com o foco no quando produzir
 3. A Manufatura é Ágil (MA) e Customização em Massa (CM), com foco na customabilidade e agilidade
 4. Sistemas semirrepetitivos, não repetitivos e grandes projetos

Dando continuidade, em um segundo momento, o estudo de caso mostra o Planejamento e Controle da Produção em uma Indústria de Borracha, como se acompanha um pedido em todo o seu processo, bem como uma estrutura comercial e finalizando toda a estrutura gerencial. Este ponto servirá para as duas partes envolvidas, a Mineração olhará para seus fornecedores de artefatos de borracha não somente pelos seus produtos, mas pela sua estrutura e seu potencial. Já os fabricantes de artefatos de borracha, poderão utilizar como um guia geral, pois, terão de, no mínimo, ter uma estrutura básica similar com a colocada neste trabalho e a exigência será maior de seus clientes.

7.1 Conclusão

O autor recorreu à figura abaixo, para representar este trabalho, mostrando todos os conceitos e pontos chaves e suas inter-relações. É como se fosse uma fotografia.

Verifica-se claramente qual a área de decisão e para os lados que ela aponta, focando ora para dentro, adequando os paradigmas do sistema produtivo, e ora para fora, indicando a estratégia competitiva a ser seguida. Tudo isso acontece dentro da relação Mineração e Indústria de Artefato de Borracha.

Fica clara a necessidade de uma maior interação e conhecimento entre esses parceiros em busca da melhoria de toda a cadeia de fornecimento a qual se encontram.

A esperança deste trabalho é que a partir de agora se passe a discutir a cadeia destes segmentos, sua interação e um maior conhecimento das partes envolvidas. O fortalecimento desta cadeia de fornecimento depende necessariamente da interação da Mineração e das Indústrias de Artefatos de Borracha, ou seja, do grau de parceria atingido.

A finalização deste trabalho fica por conta da figura 34, sistema global de administração da produção, elaborada através de uma adaptação de Azzolini, 2004, e caracteriza muito bem este trabalho.

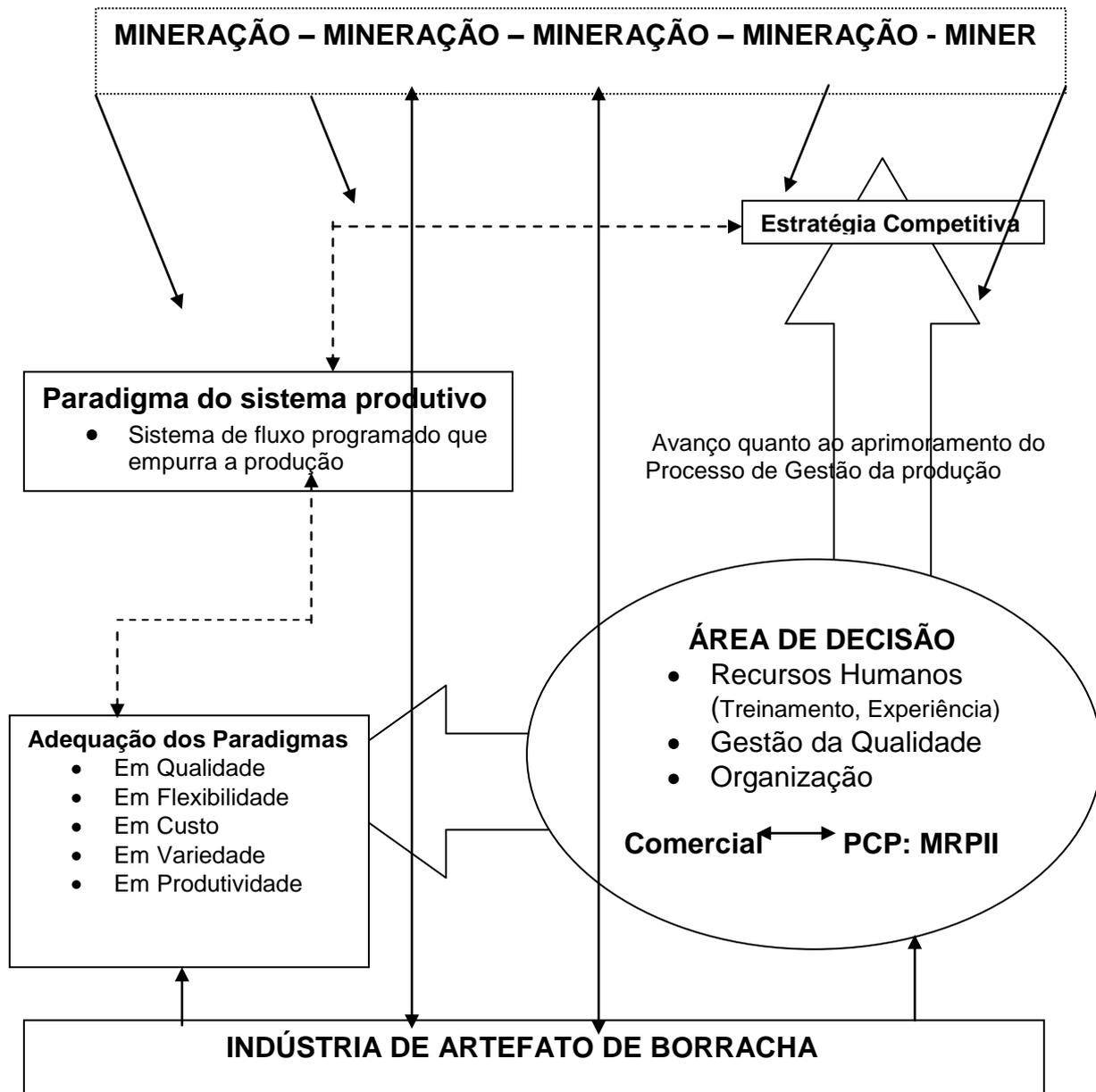


Figura 34: Sistema global de administração da produção

BIBLIOGRAFIA

- ALECRIM, J. D. Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais – Belo Horizonte. METAMIG – 1982
- ANTUNES, J. N.; FENSTER SEIFER, J. Considerações críticas sobre a evolução das filosofias de administração de produção: do Just in Case ao Jus in Time. Revista de Administração de Empresas. V. 29, m.3, p. 49-65. São Paulo, julho/setembro, 1989.
- AZZOLINI JR, W. Tendência do Processo de Evolução dos Sistemas de Administração da Produção. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos – 2004.
- BERMUDEZ, J. Using MRP system to implement JIT in continuous improvement beffort, industrial engineering. V. 23. M 11, 1991.
- BOSE, A.; RAO, A. Implementing JIT with MRP II creates hybrid manufacturing environment, industrial engineering. v.1 m. 9. p. 59-53, 1988.
- BRUM, IRINEU ANTÔNIO SCHADACH. Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração – Escola Politécnica – 2000
- BUDEMBERG, E. ROQUE. Resolução de Problemas de Vulcanização e Moldagem (incluso problemas Metal/Borracha). Sonia Alarcon Asses. – 1996
- BUFFA, E.S. & SARIN, R. K. Modern production/operations management. New York: John Wisley & Sons, p. 802, 1987.
- CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORRÊA; GIANESI; CAON. Planejamento, Programação e Controle da Produção. Editora Atlas 5ª Edição – 2005
- DAMASCENO, E. CAMILHER. Disponibilidade, Suprimento e Demanda de Minérios para a Metalurgia – CETEM Série Estudos e Documentos – 2006

- DAMASCENO, E. CAMILHER; DAMASCENO, P. F. DE TOLEDO; DAMASCENO, A. H. DE TOLEDO. A Mineração no Século XX – Brasil Mineral N° 245 – 2005
- EMILIANI JUNIOR, L.; MÓDULUS – Assessoria Técnica Ltda. Curso de Adesão Metal Borracha e Líquidos Penetrantes – 2003
- FARIAS, CARLOS EUGÊNIO GOMES. Mineração e Meio Ambiente no Brasil – PNUD – 2002
- FERNANDES, F. C. F. Concentração de um Sistema de Controle da Produção para a manufatura Celular. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos. SP – 1991.
- FIQUERÔA, SILVIA F. DE M. Mineração no Brasil – Campinas. UNICAMP – 1994
- FUSCO, J. P. A. & Sacomano, J. B. ; Operações e Gestão Estratégica da Produção – Editora A&C - 2007
- GELDERS, L. F. & WASSENHOVE, L. N. Capacity planning in MRP, JIT and OPT: a critique, engineering costs and production economics. v. 9. p. 201-209, 1985.
- GIL, A. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4ª ad. São Paulo, Atlas – 2002
- GODINHO, M. Paradigmas Estratégicos da Gestão de Manufatura: Configuração, Relações com o Planejamento e Controle da Produção e estudos Exploratórios na Indústria de calçados. Tese (Doutorado em Engenharia de produção. Universidade federal de São Carlos – USP, São Carlos – 2004
- GOLDRATT, e. A meta. São Paulo: Educator, 1984. A síndrome do palheiro: garimpando informações num oceano de dados. São Paulo: Educator, 1991.
- HOFMANN, WERNER. Rubber Technology Handbook. Hanser Publishers – New York – EUA – 1989

- IPT – Instituto de pesquisa tecnológica do estado de São Paulo S/A, SUDHÊVEA. Curso de Especialização em Tecnologia de Elastômero – 1982
- LUBBEN, R. T. Just In Time: uma estratégia avançada de produção. São Paulo: McGraw-Hiw, 1989.
- MALCARTHY, B. L. & FERNANDES, F. C. F. "A multidimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems". Production Planning & Control, V.II, nº5, PP 481-496, 2000
- MARTINS, P. G. & LAUGENI, F. L. Administração da Produção – Editora saraiva, 2005
- MARTINS, R. A. Flexibilidade e integração no novo paradigma produtivo mundial: estudos de casos. Dissertação de Mestrado, EESC/USP, São Carlos, (137 p.), 1993.
- OLIVEIRA, S. L. Tratado de Metodologia Científica. Editora Pioneira, São Paulo – 1999
- RAMOS, MÁRIO. Heveicultura – Borracha Sintética - Instituto Tecnológico da Borracha, 2007.
- RENATO, P. Página do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade São Judas Tadeu, 2000. Disponível em: <http://terravista.pt/fernoronha/8501/index.htm>
- RESENDE, M. O. Planejamento e controle da produção: teoria e prática da indústria mecânica no Brasil. Tese de Doutorado, EESC/USP, São Carlos, (233 p.), 1989.
- REVISTA MINÉRIOS & MINERALES Nº 296. Editorial Corações e Mentes – 2007
- REVISTA MINÉRIOS & MINERALES Nº 308. 200 Maiores Minas Brasileiras – 2008
- SACOMANO, J. B. ; FUSCO, J. P. A. ; BARBOSA, F. A. & AZZOLINI JÚNIOR, W; Administração de Operações – Editora A&C. 2003

- SACOMANO, J. B. & Resende, M. O. ; Princípios dos Sistemas de Planejamento e Controle da Produção – USP – São Carlos. 2000
- SHUCH, L. G. S. Estratégia de manufatura, sistema de PCP, sistema de medição e avaliação de desempenho: um estudo de caso. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/schuch/index.htm> Dissertação de Mestrado em engenharia de Produção.
- Site: Acrilon , Látex – História. 2009
- Site: Conveyor Belt Elastomers – 2005
- Site: hjobrasil : Ciclo da Mineração – Setembro 2008
- Site: Mucambo , História da Borracha – 2009
- Site: selfhelp.eu : Mineração. Referências: Hartman H. L. – Mining Engineering Handbook, 2º Ed. 1992 e Morrison, Tom – Hardrock Gold: A Miner’s Tale 1992
- Site: trabescol.com. ; PESQUISAS JUST IN TIME (JIT) Introdução, 2003 Disponível em: <HTTP://www.homewebbing.com.br/news2>.
- Site: Warren Rupp, inc. Chemical Resistance Chart – 2007
- Site: Wikipédia Mineração. GNU Free Documentation License – Agosto 2008
- Site: Wikipédia Mineral. GNU Free Documentation License – Agosto 2008
- Site: Wikipédia pirólise . GNU Free Documentation License – 2009
- Site:www.vulcanizar.com.br
- UNIROYAL CHEMICAL COMPANY. Rubber Additives & Polymers. John Wiley & Sons, Inc. Third Edition – 1982
- ZACARELLI, S. B. Programação e controle de produção. São Paulo, 1979.

Anexo 1: Ranking das 200 maiores Minas Brasileiras

200 Maiores Minas Brasileiras Ranking - Produção Anual em Toneladas (ROM) - Ano Base 2007 <i>200 Largest Mines in Brazil / Ranking by Production ROM t/year (2007)</i>						
POSIÇÃO <i>Position</i>	NOME DA MINA <i>Mine</i>	LOCALIZAÇÃO <i>Location</i>	MINERADORA <i>Company</i>	PRODUTO PRINCIPAL <i>Main Ore</i>	ROM (T)/ ANO BASE 2007 <i>Production ROM (t) 2007</i>	CLASSE DE MINA <i>Mine Class</i>
1	N4WN (COMPLEXO CARAJÁS)	Parauapebas - PA	Vale	Ferro	47.010.000	G2
2	N5W (COMPLEXO CARAJÁS)	Parauapebas - PA	Vale	Ferro	35.380.000	G2
3	BRUCUTU (COMPLEXO DAS MINAS CENTRAIS)	São Gonçalo do Rio Abaixo - MG	Vale	Ferro	28.400.000	G2
4	CONCEIÇÃO (COMPLEXO ITABIRA)	Itabira - MG	Vale	Ferro	28.400.000	G2
5	FÁBRICA NOVA (COMPLEXO MARIANA)	Mariana - MG	Vale	Ferro	27.400.000	G2
6	ALEGRIA	Mariana - MG	Samarco Mineração	Ferro	26.258.436	G2
7	CASA DE PEDRA	Congonhas - MG	Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)	Ferro	21.608.095	G2
8	MORRO DO OURO	Paracatu - MG	Rio Paracatu Mineração (RPM)	Ouro	19.285.329	G2
9	N4E (COMPLEXO CARAJÁS)	Parauapebas - PA	Vale	Ferro	17.940.000	G2
10	SAPECADO (COMPLEXO PICO)	Itabirito - MG	Vale	Ferro	16.570.396	G2
11	TAPIRA	Tapira - MG	Fertilizantes Fosfatados (Fosfertil)	Fosfato	16.485.368	G2
12	DOIS CÓRREGOS (COMPLEXO ITABIRA)	Itabira - MG	Vale	Ferro	14.440.000	G2
13	AVISO	Porto Trombetas - PA	Mineração Rio do Norte (MRN)	Bauxita	14.370.374	G2
14	CAPITÃO DO MATO (COMPLEXO VARGEM GRANDE)	Nova Lima - MG	Vale	Ferro	14.276.704	G2
15	ONÇA (COMPLEXO ITABIRA)	Itabira - MG	Vale	Ferro	13.950.000	G2
16	CHAPADA	Alto Horizonte - GO	Mineração Maracá	Cobre	13.440.000	G2
17	CAPÃO XAVIER (COMPLEXO PARAPEBA)	Nova Lima - MG	Vale	Ferro	12.890.000	G2
18	GUAJÚ	Mataraca - PB	Millennium Inorganic Chemicals Mineração	Ilmenita	12.781.276	G2
19	TAMANDUÁ (COMPLEXO VARGEM GRANDE)	Nova Lima - MG	Vale	Ferro	12.769.591	G2
20	JOÃO PEREIRA (COMPLEXO FÁBRICA)	Congonhas - MG	Vale	Ferro	11.116.928	G2
21	CÓRREGO DO FEIJÃO (COMPLEXO PARAPEBA)	Brumadinho - MG	Vale	Ferro	10.350.000	G2
22	ALEGRIA (COMPLEXO MARIANA)	Mariana - MG	Vale	Ferro	9.200.000	G2
23	ÁGUA LIMPA (COMPLEXO DAS MINAS CENTRAIS)	Rio Piracicaba - MG	Vale	Ferro	8.900.000	G2
24	CHACRINHA (COMPLEXO ITABIRA)	Itabira - MG	Vale	Ferro	8.370.000	G2
25	BARREIRO	Araxá - MG	Companhia Mineradora do Pirocloro de Araxá	Nióbio	8.341.000	G2
26	SEQUEIRINHO (COMPLEXO SOSSEGO)	Canaã dos Carajás - PA	Vale	Cobre	8.148.838	G2
27	GONGO SOCO (COMPLEXO DAS MINAS CENTRAIS)	Barão de Cocais - MG	Vale	Ferro	7.600.000	G2
28	ABÓBORAS (COMPLEXO VARGEM GRANDE)	Nova Lima - MG	Vale	Ferro	6.066.021	G2
29	CATALÃO	Catalão - GO	Fertilizantes Fosfatados (Fosfertil)	Fosfato	5.992.814	G2

200 Maiores Minas Brasileiras Ranking - Produção Anual em Toneladas (ROM) - Ano Base 2007 <i>200 Largest Mines in Brazil / Ranking by Production ROM t/year (2007)</i>						
POSIÇÃO <i>Position</i>	NOME DA MINA <i>Mine</i>	LOCALIZAÇÃO <i>Location</i>	MINERADORA <i>Company</i>	PRODUTO PRINCIPAL <i>Main Ore</i>	ROM (T)/ ANO BASE 2007 <i>Production ROM (t) 2007</i>	CLASSE DE MINA <i>Mine Class</i>
30	N5E (COMPLEXO CARAJÁS)	Parauapebas - PA	Vale	Ferro	5.830.000	G2
31	SAIVÁ	Rio Branco do Sul - PR	Votorantim Cimentos	Calcário	5.782.139	G2
32	JANGADA (COMPLEXO PARAOPEBA)	Brumadinho - MG	Vale	Ferro	5.710.000	G2
33	PITINGA	Presidente Figueiredo - AM	Mineração Taboca	Cassiterita	5.604.922	G2
34	SARACÁ	Porto Trombetas - PA	Mineração Rio do Norte (MRN)	Bauxita	5.579.349	G2
35	PAU BRANCO	Brumadinho - MG	V&M Mineração	Ferro	5.232.591	G2
36	FAZENDÃO (COMPLEXO MARIANA)	Catas Altas - MG	Vale	Ferro	4.900.000	G2
37	ALMEIDAS	Porto Trombetas - PA	Mineração Rio do Norte (MRN)	Bauxita	4.813.360	G2
38	BURITI	Niquelândia - GO	Votorantim Metais Níquel	Níquel	4.401.633	G2
39	SEGREDO / ÁREA X (COMPLEXO FÁBRICA)	Congonhas - MG	Vale	Ferro	4.217.104	G2
40	BARREIRO	Araxá - MG	Bunge Fertilizantes	Fosfato	4.006.124	G2
41	GALINHEIRO (COMPLEXO PICO)	Itabirito - MG	Vale	Ferro	3.705.224	G2
42	RIO	Nossa Senhora do Socorro - SE	Votorantim Cimentos	Calcário	3.670.000	G2
43	CAUÊ (COMPLEXO ITABIRA)	Itabira - MG	Vale	Ferro	3.560.000	G2
44	TABOCA	Itaú de Minas - MG	Votorantim Cimentos	Calcário	3.533.339	G2
45	CANA BRAVA	Minapuçu - GO	Sama - Minerações Associadas	Amianto Crisotila	3.528.022	G2
46	RIO DAS PEDRAS	São Mateus do Sul - PR	Petrobrás - Unidade SIX	Xisto	3.486.200	G2
47	MAR AZUL (COMPLEXO PARAOPEBA)	Nova Lima - MG	Vale	Ferro	3.340.000	G2
48	SOSSEGO (COMPLEXO SOSSEGO)	Canaã dos Carajás - PA	Vale	Cobre	3.176.377	G2
49	SÃO FRANCISCO	Vila Bela da Santíssima Trindade - MT	Serra da Borda Mineração e Metalurgia	Ouro	3.025.100	G2
50	FERCAL	Sobradinho - DF	Votorantim Cimentos	Calcário	2.897.660	G1
51	CORUMBÁ	Corumbá - MS	Rio Tinto	Ferro	2.885.162	G1
52	SÃO LOURENÇO	Itamarati de Minas - MG	Companhia Brasileira de Alumínio (CBA)	Bauxita	2.821.741	G1
53	LAGOA DAS FLORES	Itatiaiuçu - MG	Minérios Itauna (Minerita)	Ferro	2.800.000	G1
54	SALTO	Salto de Pirapora - SP	Votorantim Cimentos	Calcário	2.698.030	G1
55	RIO CAPIM CAULIM	Ipixuna do Pará - PA	Imerys Rio Capim Caulim	Caulim	2.552.576	G1
56	PICO (COMPLEXO PICO)	Itabirito - MG	Vale	Ferro	2.431.796	G1
57	MINA 63	Corumbá - MS	MMX Corumbá Mineração	Ferro	2.317.844	G1
58	PASTINHO	Votorantim - SP	Votorantim Cimentos	Calcário	2.229.265	G1
59	BOCAINA	Arcos - MG	Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)	Calcário	2.208.188	G1
60	FAZENDA DOS BORGES	Pedro Leopoldo - MG	Mineração Fazenda dos Borges	Pedra Britada (Calcário)	2.200.000	G1

200 Maiores Minas Brasileiras Ranking - Produção Anual em Toneladas (ROM) - Ano Base 2007 <i>200 Largest Mines in Brazil / Ranking by Production ROM t/year (2007)</i>						
POSIÇÃO <i>Position</i>	NOME DA MINA <i>Mine</i>	LOCALIZAÇÃO <i>Location</i>	MINERADORA <i>Company</i>	PRODUTO PRINCIPAL <i>Main Ore</i>	ROM (T)/ ANO BASE 2007 <i>Production ROM (t) 2007</i>	CLASSE DE MINA <i>Mine Class</i>
61	CAPIM I	Ipixuna - PA	Pará Pigmentos (PPSA)	Caulim	2.085.087	G1
62	SALTO	Salto de Pirapora - SP	Companhia Mineradora Geral (Cominge)	Calcário	1.950.000	G1
63	MIRAMAR	Caaporã - PB	Votorantim Cimentos	Calcário	1.947.176	G1
64	ESPERANÇA	Treviso - SC	Carbonífera Metropolitana	Carvão Mineral	1.923.229	G1
65	URUCUM (COMPLEXO URUCUM)	Corumbá - MS	Vale	Ferro	1.900.000	G1
66	ANALÂNDIA	Analândia - SP	Mineração Jundu	Areia Industrial	1.838.506	G1
67	USINA RICA	Sobral - CE	Votorantim Cimentos	Calcário	1.814.804	G1
68	MINA 10 - LAVRINHAS	Itapeva - SP	Votorantim Cimentos	Pedra Britada (Calcário)	1.755.205	G1
69	MINA PONTO 2/3 (COMPLEXO FÁBRICA)	Congonhas - MG	Vale	Ferro	1.721.042	G1
70	FAZENDA CAMPINHO	Pedro Leopoldo - MG	Holcim	Calcário	1.675.000	G1
71	CANDIOTA	Candiota - RS	Companhia Riograndense de Mineração (CRM)	Carvão Mineral	1.652.454	G1
72	TIMBOPEBA (COMPLEXO MARIANA)	Ouro Preto - MG	Vale	Ferro	1.600.000	G1
73	AZUL	Parauapebas - PA	Rio Doce Manganês (RDM)	Manganês	1.500.817	G1
74	DESCALVADO	Descalvado - SP	Mineração Jundu	Areia Industrial	1.495.435	G1
75	VERDINHO	Forquilha - SC	Carbonífera Criciúma	Carvão Mineral	1.456.932	G1
76	PEDRA DO SINO	Carandaí - MG	Cimento Tupi	Calcário	1.452.655	G1
77	PEDREIRA ITAPETI	Mogi das Cruzes - SP	Embu Engenharia e Comércio	Pedra Britada (Granito)	1.449.417	G1
78	JACOBINA	Jacobina - BA	Jacobina Mineração e Comércio (JMC)	Ouro	1.418.507	G1
79	VAZANTE	Vazante - MG	Votorantim Metais Zinco	Zinco	1.393.372	G1
80	RIO BONITO	Campo Largo - PR	Companhia de Cimento Itambé	Calcário	1.392.885	G1
81	PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS	Poços de Caldas - MG	Companhia Brasileira de Alumínio (CBA)	Bauxita	1.386.326	G1
82	PEDREIRA EMBU	Embu - SP	Embu Engenharia e Comércio	Pedra Britada (Granito)	1.347.000	G1
83	ANDRADE (COMPLEXO DAS MINAS CENTRAIS)	Bela Vista de Minas - MG	Vale	Ferro	1.300.000	G1
84	LAPA VERMELHA	Pedro Leopoldo - MG	Mineração Lapa Vermelha	Calcário	1.236.570	G1
85	SALOBA	Nobres - MT	Votorantim Cimentos	Calcário	1.217.017	G1
86	CUIABÁ	Sabará - MG	AngloGold Ashanti Brasil Mineração	Ouro	1.210.039	G1
87	MORRO DO FELIPE	Vitória do Jari - AP	Cadam	Caulim	1.200.000	G1
88	RECREIO	Butiá - RS	Copelmi Mineração	Carvão Mineral	1.195.102	G1
89	ARAÇARIGUAMA	Araçaruama - SP	Votorantim Cimentos	Calcário	1.169.698	G1
90	JURUAÇU	São Paulo - SP	Embu Engenharia e Comércio	Pedra Britada (Granito)	1.063.950	G1

200 Maiores Minas Brasileiras Ranking - Produção Anual em Toneladas (ROM) - Ano Base 2007 <i>200 Largest Mines in Brazil / Ranking by Production ROM t/year (2007)</i>						
POSIÇÃO <i>Position</i>	NOME DA MINA <i>Mine</i>	LOCALIZAÇÃO <i>Location</i>	MINERADORA <i>Company</i>	PRODUTO PRINCIPAL <i>Main Ore</i>	ROM (T)/ ANO BASE 2007 <i>Production ROM (t) 2007</i>	CLASSE DE MINA <i>Mine Class</i>
91	FAXINAL	Arroio dos Ratos - RS	Copelmi Mineração	Carvão Mineral	1.047.904	G1
92	FAZENDA BRASILEIRO	Barrocas - BA	Mineração Fazenda Brasileiro	Ouro	1.041.779	G1
93	PEDRA PRETA	Brumado - BA	Magnesita Refratários	Magnesita	1.020.879	G1
94	SANTA ISABEL	Santa Isabel - SP	Votorantim Cimentos	Pedra Britada (Granito)	1.005.089	G1
95	MORRO AGUDO	Paracatu - MG	Votorantim Metais Zinco	Zinco	999.042	M4
96	ITARETAMA	Rio Branco do Sul - PR	Votorantim Cimentos	Calcário	992.956	M4
97	QUILOMBO	Chapada dos Guimarães - MT	Chapada Brasil Mineração	Diamante	952.246	M4
98	CAPOEIRA GRANDE	Barroso - MG	Holcim	Calcário	950.000	M4
99	BARRO BRANCO	Lauro Müller - SC	Indústria Carbonífera Rio Deserto	Carvão Mineral	926.145	M4
100	GRAÇA	João Pessoa - PB	Cimpor	Calcário	915.773	M4
101	ITAPECERICA	Itapecerica da Serra - SP	Votorantim Cimentos	Pedra Britada (Granito)	897.996	M4
102	BUTIÁ LESTE	Butiá - RS	Copelmi Mineração	Carvão Mineral	877.912	M4
103	BRASKEM	Maceió - AL	Braskem	Sal-gema	876.971	M4
104	BOA VISTA	Catalão - GO	Anglo American Brasil	Nióbio	856.000	M4
105	IPUEIRA	Andorinha - BA	Ferbasa Mineração	Cromita	848.972	M4
106	VIRA SAIA	Cantagalo - RJ	Votorantim Cimentos	Calcário	846.614	M4
107	PEDREIRA BARUERI	Barueri - SP	Serveng Civil-san Engenharia	Pedra Britada (Granito)	837.900	M4
108	SANTA BÁRBARA	Itapuã do Oeste - RO	Estanhos de Rondônia (ERSA)	Cassiterita	830.003	M4
109	DESCALVADO	Descalvado - SP	Mineração Descalvado	Areia Industrial	820.000	M4
110	CARAÍBA (COMPLEXO CARAÍBA)	Jaguarari - BA	Mineração Caraíba	Cobre	762.427	M4
111	BARRO ALTO	Barro Alto - GO	Anglo American - Codemin	Níquel	720.000	M4
112	MOROZINI - TREVISO	Criciúma - SC	Carbonífera Belluno	Carvão Mineral	694.367	M4
113	NOVO HORIZONTE	Lauro Müller - SC	Carbonífera Catarinense	Carvão Mineral	692.000	M4
114	PEDREIRAS VALÉRIA	Valéria - BA	Salvador - BA	Pedra Britada (Gnaiss)	678.235	M4
115	N5EN (COMPLEXO CARAJÁS)	Parauapebas - PA	Vale	Ferro	670.000	M4
116	VAL DE PALMAS	Cantagalo - RJ	Holcim	Calcário	618.000	M4
117	MOROZONI NORTE	Treviso - SC	Carbonífera Belluno	Carvão Mineral	577.937	M4
118	MONEGO	Caçapava do Sul - RS	Mineração Monego	Pedra Britada (Calcário)	550.000	M4
119	BARAÚNA (COMPLEXO CARAÍBA)	Jaguarari - BA	Mineração Caraíba	Cobre	529.914	M4
120	CANTÃO	Criciúma - SC	Carbonífera Belluno	Carvão Mineral	529.066	M4
121	ZONA A	Sabará - MG	Mineração Ser-ras do Oeste	Ouro	520.000	M4

200 Maiores Minas Brasileiras Ranking - Produção Anual em Toneladas (ROM) - Ano Base 2007 <i>200 Largest Mines in Brazil / Ranking by Production ROM t/year (2007)</i>						
POSIÇÃO <i>Position</i>	NOME DA MINA <i>Mine</i>	LOCALIZAÇÃO <i>Location</i>	MINERADORA <i>Company</i>	PRODUTO PRINCIPAL <i>Main Ore</i>	ROM (T)/ ANO BASE 2007 <i>Production ROM (t) 2007</i>	CLASSE DE MINA <i>Mine Class</i>
122	SANTA MARTA	Americano do Brasil - GO	Prometalica Mineração Centro Oeste	Níquel	507.970	M4
123	ÁGUA BOA	Almirante Tamandaré - PR	Terra Rica Indústria e Comércio de Calcários	Calcário	505.000	M4
124	OTTOMAR	Camaçari - BA	Ottomar Mineração	Areia	504.000	M4
125	LAGEADO	Urussanga - SC	Carbonifera Siderópolis	Carvão Mineral	492.480	M3
126	MINA III	Crixás - GO	Mineração Serra Grande	Ouro	483.513	M3
127	MINA 115 - PI 07	Figueira - PR	Carbonifera do Cambuí	Carvão Mineral	480.000	M3
128	CORGÃO	Bandeirantes do Tocantins - TO	Calcário Tocantins (Caltins)	Calcário	467.000	M3
129	SÃO JORGE	Ouricuri - PE	Mineradora São Jorge	Gipsita	462.320	M3
130	FORTALEZA DE MINAS	Fortaleza de Minas - MG	Votorantim Metais Níquel	Níquel	461.817	M3
131	DAGOBERTO BARCELLOS	Caçapava do Sul - RS	Dagoberto Barcellos	Calcário	451.428	M3
132	ALTO BANDEIRA (COMPLEXO FÁBRICA)	Congonhas - MG	Vale	Ferro	450.006	M3
133	COITEZEIRO	Campo Formoso - BA	Ferbasa Mineração	Cromita	444.431	M3
134	RIO FIORITA	Siderópolis - SC	Gabriella Mineração	Carvão Mineral	441.546	M3
135	LAGINHA	Ladário - MS	Votorantim Cimentos	Calcário	425.535	M3
136	BONITO I	Lauro Müller - SC	Carbonifera Catarinense	Carvão Mineral	391.000	M3
137	MINERPAV	Piracicaba - SP	Minerpav Mineradora	Pedra Britada (Diabásio)	390.000	M3
138	FAZENDA PRATA	Tietê - SP	Calcário Diamante	Calcário	385.000	M3
139	CAMPO DO MEIO	Poços de Caldas - MG	Mineração Curimbaba	Bauxita	378.000	M3
140	CERRO	Cachoeira do Sul - RS	Sociedade Mineradora do Cerro/Copelmi Mineração	Carvão Mineral	367.449	M3
141	NOVA PRATA	Paranagua - PR	Mineração Nova Prata	Pedra Britada (Migmatito)	360.000	M3
142	MOSTARDAS	Nova Lima - MG	Pedras Congonhas Extração Arte e Indústria	Serpentinito	344.300	M3
143	FAZENDA SOBRADO	Jambeiro - SP	Serveng Mineração	Pedra Britada (Gnaiss)	344.263	M3
144	CASA DE PEDRA	Ouricuri - PE	Votorantim Cimentos	Gipsita	341.026	M3
145	ELDORADO	Eldorado do Sul - RS	Eldorado Mineração	Pedra Britada (Granito)	337.500	M3
146	MINA NOVA	Crixás - GO	Mineração Serra Grande	Ouro	306.804	M3
147	PEDREIRA BELMONT SÃO GONÇALO	São Gonçalo - MG	Belmont Mineração	Pedra Britada (Gnaiss)	297.000	M2
148	PEDREIRA MOGIANA	Mogi Mirim - SP	Irmãos Quaglio & Cia	Pedra Britada (Diabásio)	287.905	M2
149	CANDIOTA	Candiota - RS	Votorantim Cimentos	Calcário	286.776	M2
150	TURMALINA	Pitangui - MG	Mineração Turmalina	Ouro	286.607	M2
151	PEDREIRA FAZENDA VELHA	Nova Odessa - SP	Irmãos Quaglio & Cia	Pedra Britada (Diabásio)	283.549	M2

200 Maiores Minas Brasileiras Ranking - Produção Anual em Toneladas (ROM) - Ano Base 2007 <i>200 Largest Mines in Brazil / Ranking by Production ROM t/year (2007)</i>						
POSIÇÃO <i>Position</i>	NOME DA MINA <i>Mine</i>	LOCALIZAÇÃO <i>Location</i>	MINERADORA <i>Company</i>	PRODUTO PRINCIPAL <i>Main Ore</i>	ROM (T)/ ANO BASE 2007 <i>Production ROM (t) 2007</i>	CLASSE DE MINA <i>Mine Class</i>
152	LAGOA SECA	Pains - MG	Basical Indústria e Transportes	Calcário	270.000	M2
153	ROCINHA	Patos de Minas - MG	Fertilizantes Fosfatados (Fosfertil)	Fosfato	261.321	M2
154	PEDREIRA ICA	Ibiporã - PR	Pedreira Ica	Pedra Britada (Basalto)	259.522	M2
155	ROSÁRIO	Itapeva - SP	Mineração Itapeva	Filito	250.482	M2
156	PBJ	Pirapora do Bom Jesus - SP	Companhia Mineradora Geral (Cominge)	Pedra Britada (Dolomita)	240.000	M2
157	PEDREIRA BELMONT ITABIRA	Itabira - MG	Belmont Mineração	Pedra Britada (Gnaïsse)	240.000	M2
158	SANTA HELENA	Rio Branco - MT	Prometalica Mineração	Zinco	230.677	M2
159	MOSSUNGUÊ	Rio Branco do Sul - PR	Votorantim Cimentos	Filito	207.555	M2
160	CÓRREGO DO SÍTIO	Santa Bárbara - MG	AngloGold Ashanti Brasil Mineração	Ouro	202.564	M2
161	DUAS BARRAS	Olhos D'Água - MG	Mineração Montes Claros	Diamante	201.692	M2
162	FAZENDA GANDARELA E MATO GROSSO	Santa Bárbara - MG	Novelis do Brasil	Bauxita	201.560	M2
163	MIGUEL BURNIER	Ouro Preto - MG	Mineração Lagoa Seca Grupo Unitas	Pedra Britada (Dolomita)	191.976	M2
164	SÃO SEVERINO	Ipupi - PE	Holcim	Gipsita	190.000	M2
165	QUARTZITO CERRADO GRANDE	Ponta Grossa - PR	Mineração Cerrado Grande	Quartzito	189.000	M2
166	SERRA DE BURITIRAMA	Marabá - PA	Mineração Buritirama	Manganês	184.573	M2
167	FAZENDA CACHOEIRA	Caetité - BA	Indústrias Nucleares do Brasil (INB)	Urânio	180.000	M2
168	PONTA DA SERRA	Araripina - PE	Mineradora Rancharia	Gipsita	177.670	M2
169	PEDREIRA SANTO ANTÔNIO	Mogi Mirim - SP	Irmãos Quaglió & Cia	Pedra Britada (Diabásio)	174.821	M2
170	PIRES	Nova Campina - SP	Mineração Baruel	Filito	163.080	M2
171	PALMITAL	Pedro Leopoldo - MG	Holcim	Argila	162.000	M2
172	TEIXEIRA	Poços de Caldas - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	160.000	M2
173	ITATINGA	Castro - PR	Itatinga Calcário e Corretivos	Calcário	160.000	M2
174	CABECEIRAS	Brumado - BA	Magnesita Refratários	Talco	150.611	M2
175	PULUCA	Ipupi - PE	Mineração Puluca	Gipsita	150.000	M1
176	CAPIRÚ	Rio Branco do Sul - PR	Votorantim Cimentos	Filito	135.379	M1
177	FAZENDA DO LOPES	Caeté - MG	Novelis do Brasil	Bauxita	131.310	M1
178	ATERRADO	Poços de Caldas - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	130.000	M1
179	MORRO GRANDE	Colombo - PR	Polical Indústria de Cal	Calcário	120.000	M1
180	CAVASSIN	Almirante Tamandaré - PR	Cavassin & Cia	Calcário	114.058	M1

200 Maiores Minas Brasileiras

Ranking - Produção Anual em Toneladas (ROM) - Ano Base 2007
200 Largest Mines in Brazil / Ranking by Production ROM t/year (2007)

POSIÇÃO <i>Position</i>	NOME DA MINA <i>Mine</i>	LOCALIZAÇÃO <i>Location</i>	MINERADORA <i>Company</i>	PRODUTO PRINCIPAL <i>Main Ore</i>	ROM (T)/ ANO BASE 2007 <i>Production ROM (t) 2007</i>	CLASSE DE MINA <i>Mine Class</i>
181	OLHOS D'ÁGUA DOS COQUEIROS	Brumado - BA	Xilolite	Talco	112.714	M1
182	MANTEIGA	Andradas - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	109.000	M1
183	AGOSTINHO	Poços de Caldas - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	105.000	M1
184	PROJETO PRIMAVERA	Boa Vista - PB	Bentonit União Nordeste	Bentonita	105.000	M1
185	COQUEIRINHO	Poços de Caldas - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	100.000	P3
186	ÁGUA BRANCA	Ecoporanga - ES	Tracomal Norte Granitos	Granito Ornamental	95.400	P3
187	EUCLIDES	Poços de Caldas - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	92.000	P3
188	LEÃO	Minas do Leão - RS	Companhia Riograndense de Mineração (CRM)	Carvão Mineral	90.163	P3
189	FAZENDA ESPIGÃO GRANDE	Bom Sucesso de Itararé - SP	Mineração São Judas	Talco	85.000	P3
190	BARREIRO	Divinolândia - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	84.000	P3
191	PEDRA PRETA	Martinho Campos - MG	Altivo Pedras	Ardósia	83.980	P3
192	MONJOLO	Barroso - MG	Holcim	Argila	80.000	P3
193	MORRO DAS ÁRVORES	Poços de Caldas - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	75.000	P3
194	JUÁ	Boa Vista - PB	Bentonit União Nordeste	Bentonita	75.000	P3
195	GRANJA CORRIENTES	Campo dos Goytacazes - RJ	Granja Corrientes Areal	Areia	72.000	P3
196	PEDRA BRANCA	Santana do Cariri - CE	Chaves Mineração e Indústria	Gipsita	67.000	P3
197	BISCAIA	Ponta Grossa - PR	Mineração São Judas	Talco	62.000	P3
198	TERRA DO FEIJÃO	Pará de Minas - MG	Lamil Lage Minérios	Agalmatolito	60.000	P3
199	FAZENDA DA VARGEM	Santa Bárbara - MG	Novelis do Brasil	Bauxita	58.120	P3
200	LAGOA SECA	Itabirito - MG	Novelis do Brasil	Bauxita	58.005	P3
201	CACHOEIRA	Araçuaí - MG	Companhia Brasileira de Lítio (CBL)	Lítio	54.109	P3
202	MONJOLO	Mariana - MG	Novelis do Brasil	Bauxita	53.962	P3
203	SÍTIO BAIXAS	Ipupi - PE	Companhia Internacional de Calcinção e Mineração (Calmina)	Gipsita	47.767	P2
204	SANTO ANTÔNIO	Sengés - PR	Mineração São Judas	Calcário	47.000	P2
205	CAMPO DO SACO	Poços de Caldas - MG	Companhia Geral de Minas (CGM)	Bauxita	45.000	P2
206	FAZENDA VALE VERDE	Prado - BA	Mineração de Caulim Monte Pascoal	Caulim	42.000	P2
207	BELMONT	Itabira - MG	Belmont Mineração	Esmeralda	40.000	P2
208	PEDREIRA ITAIPU	Alto Paraná - PR	Murillo Viana & Cia	Pedra Britada (Basalto)	33.810	P2
209	ASA BRANCA	Santa Quitéria - CE	Granistone	Granito Ornamental	33.767	P2

ANEXO 2: Figuras de diversos Produtos de borracha

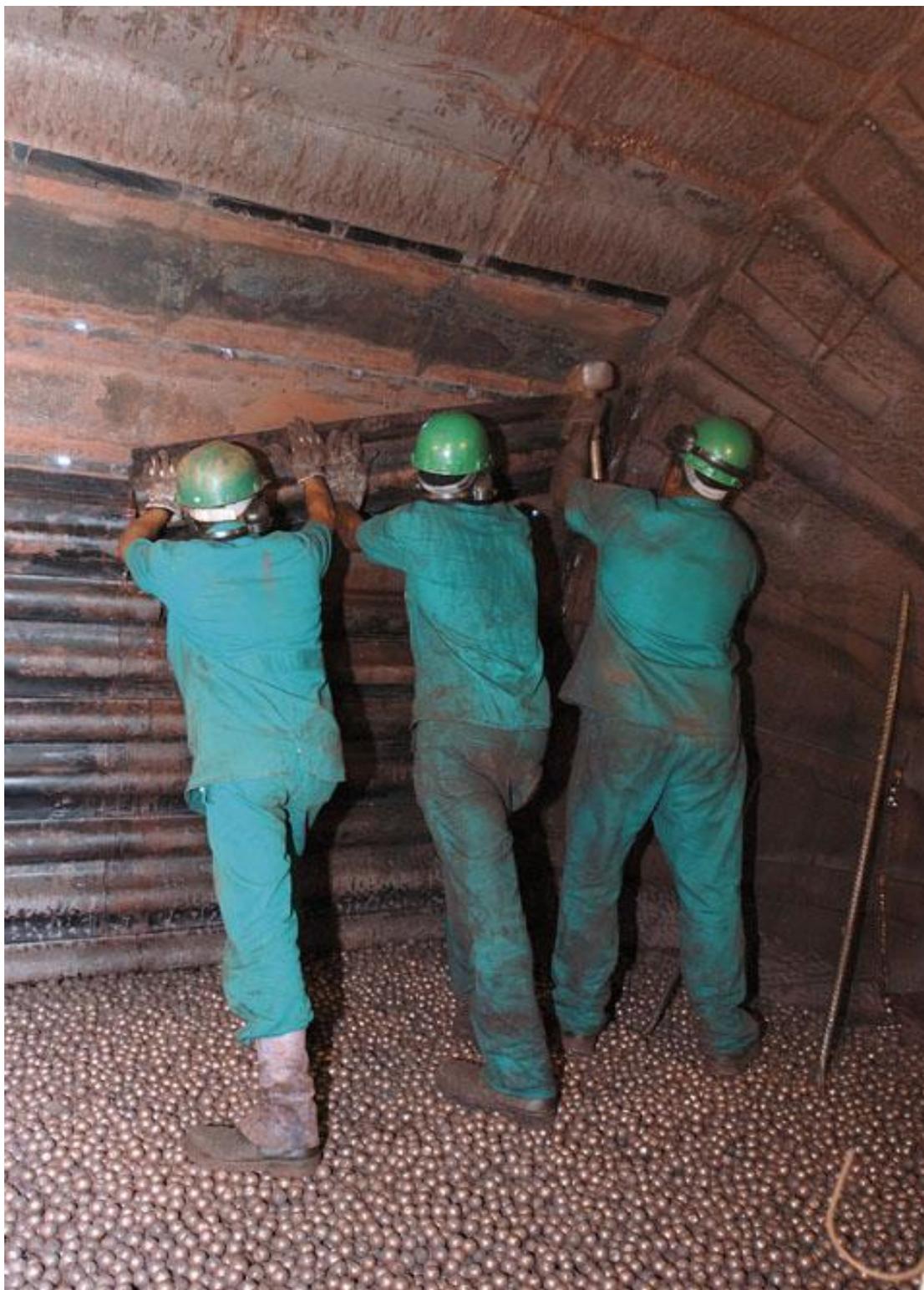
Correia transportadora e anéis de rolete



Maquete de uma mesa de impacto sobre um transportador completo



Montagem de um moinho de bola



Placas espelhos de um moinho bola



Carregamento de um moinho



Revestimento em borracha



Mesa de impacto



38: Mangote curvo



Tromel com telas de borracha



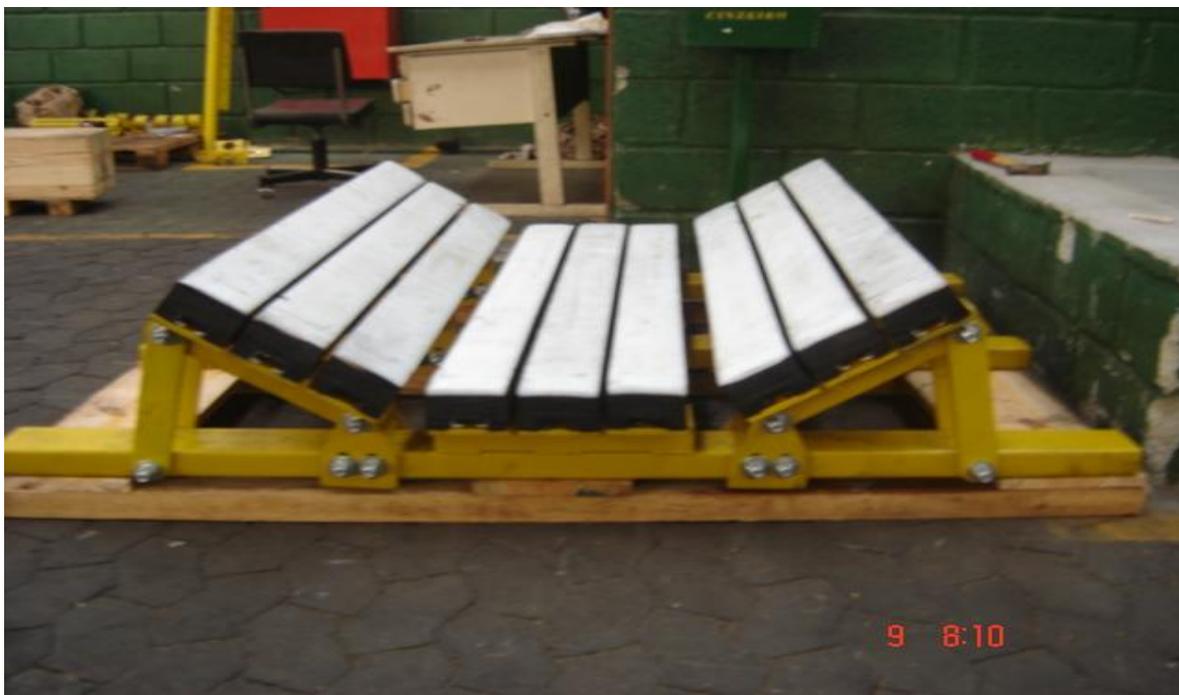
Rotor de Flotação



Pulley-Bars (Barras de Polias)



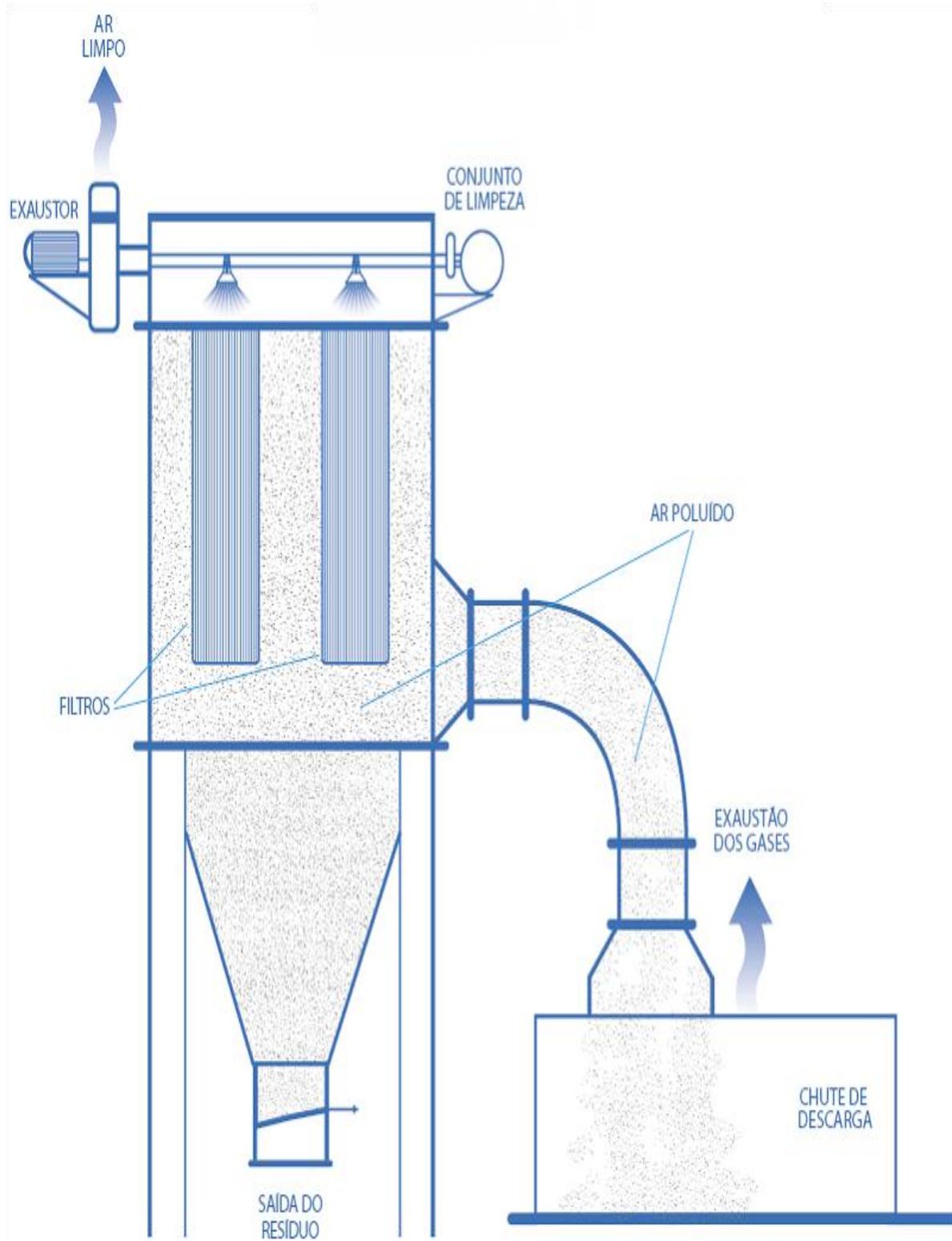
Mesa de impacto 2



Guias laterais ou Saias 2



Filtro de Alívio



Moinhos 2



ANEXO 3: Relação parcial para mostrar o Mix de produtos de borracha

DESCRIÇÃO	UNID
TELA S/E 1000X585X63	PC
TELA S/E 885X611/555X	PC
TELA S/E 550/495X295X	PC
TELA S/E 1480X571X71/	PC
TELA S/E 1525X614X50	PC
MOD KBPS 600X300X38 S	PC
TELA S/E 610/555X295X	PC
TELA S/E 1495X1056X62	PC
TELA FLEX 1000X770X25	PC
TELA FLEX 1045X700X20	PC
TELA FLEX 1970X1250X2	PC
TELA FLEX 980X833X25	PC
TELA FLEX 1980X1000X2	PC
TELA S/E 913X300X75 T	PC
TELA S/E 704X575X50 S	PC
TELA TENS 1030X700X6	PC
TELA TENS 2050X1220X6	PC
TELA TENS 2500X950X20	PC
TELA TENS 1720X1227X7	PC
BASE FIXACAO TELA FLI	PC
TELA FLIP FLOP 675X29	PC
MOD KBP 600X300X30 F-	PC
MOD KBPEL 1000X300X40	PC
MOD KBP 600X150X30 F-	PC
MOD KBTL 610X305X51 L	PC
MOD KBTL 603X305X46 L	PC
MOD KBTL 610X305X51 L	PC
MOD KBT 500X305X46 SP	PC
MOD KBTL 530X305X51 L	PC
MOD KBT 610X305X51 Z-	PC
MOD KBXL 1220X295X50	PC
MOD KBXL 1220X295X50	PC
MOD KBX 1220X295X50 S	PC
MOD KBS 510X183,7X50	PC
MOD KBS 610X183,7X50	PC
MOD KBXL 625X230X50 L	PC
MOD KBXL 1220X295X50	PC
MOD KBXL 1220X295X50	PC
MOD KBX 600X295X38 SP	PC
MOD KBX 610X295X50 SP	PC
MOD KBX 610X295X50 F-	PC
MOD KBXL 610X295X50 L	PC

MOD KBXS 615X300X50 S	PC
MOD KBX 568X295X50 SP	PC
MOD KBX 610X295X50 SP	PC
MOD KBX 300X300X40 CE	PC
MOD KBX 365X300X40 CE	PC
MOD KBXL 610X295X50 L	PC
MOD KBXL 814,75X199,5	PC
MOD KBXL 610X295X38 L	PC
MOD KBX 610X295X50 SP	PC
MOD KBPE 900X300X40 S	PC
MOD KBPE 840X185X40 S	PC
MOD KBPS 600X300X38 S	PC
MOD KBC 635X309X60,5/	PC
MOD KBC 635X160X60,5/	PC
MOD KBC 635X160X60,5/	PC
MOD KBC 635X160X46,5/	PC
MOD KBC 635X300X46,5/	PC
MOD KBC 635X309X60,5/	PC
TELA MOL 605X605X49.5	UN
TELA MOL 650X548X55/4	PC
TELA MOL 650X548X61/4	PC
TELA MOL 1220X300X63,	PC
TELA MOL 600X600X25 W	PC
MOD KBXB 610X295X63 W	PC
TELA MOL 595X595X80/6	PC
TELA MOL 1220X300X63,	PC
MOD KBCB 635X299X59/6	PC
TELA MOL 974X605X50	PC
TELA W35-40X600X600 P	PC
TELA MOL 990X640X38	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
MOD KBCB 635X150X60 W	PC
TELA MOL 1165X610X28	PC
TELA MOL 1165X830X55	PC
TELA MOL 650X548X75 (PC
TELA MOL 600X600X25/9	PC
TELA PANELFIX 613X303	PC
MOD KBCB 644X309X70	PC
MOD KBTB 610X305X51 W	PC
TELA MOL 1200X610X55/	PC
MOD KBTB 530X305X51 W	PC
MOD KBCB 644X309X70 W	PC
TELA PANELFIX 655X606	PC

MOD KBXB 610X295X50 W	PC
TELA MOL 650X548X76/6	PC
TELA PANELFIX 639X595	PC
TELA MOL 650X535X76/6	PC
MOD KBCB 644X299X70,5	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
MOD KBXB 600X295X50 W	PC
MOD KBCB 644X299X70,5	PC
MOD KBCB 644X299X70,5	PC
MOD KBXB 600X295X50 W	PC
MOD KBXB 610X295X50 W	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
MOD KBXB 600X300X50 W	PC
TELA MOL 1220X300X85,	PC
MOD KBCB 644X299X70 W	PC
MOD KBCB 644X299X70,5	PC
MOD KBXB 620X295X50 W	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
MOD KBCB 644X299X70 W	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
MOD KBCB 644X300X70 W	PC
MOD KBTB 610X305X51 W	PC
MOD KBTB 610X305X51 W	PC
TELA PANELFIX 640X600	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
MOD KBCB 644X299X70 W	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
MOD KBCB 644X299X70,5	PC
MOD KBXB 600X300X38 C	PC
TELA MOL 985X610X50 W	PC
MOD KBXB 600X300X38 W	PC
TELA TENS 2350X1219X1	PC
TELA TENS 1050X1050X2	PC
MOD KBCB 635X299X60 W	PC
TELA ESTAMP 660X625X2	PC
APEX D61/44/28.5X117	PC
ENGATE CURVO 105GR DM	PC
CONE DM-728/476X920 P	PC

RASP 1000X180X30 585S	PC
RASP 1350X180X30 585	PC
RASP 2050X180X40 585S	PC
RASP 42IN 1020X121/8	PC
RASP 30IN 614X121/89	PC
CACHIMBO CURVO 60/30X	PC
PERFIL BOR 38X18/6 E	MR
PERFIL UR1 50X30 P/ L	MR
SELO SELETOR PLACA 12	PC
SELO SELETOR PLACA 10	PC
SELO SECAO CIRC LX CU	PC
SELO SELETOR PLACA 12	PC
ANEL VED PTLX-01 FILT	PC
TAMPAO D45/40/28X35 V	PC
MOLA 195/90X233 P6W1/	PC
SUP BOR RASP SEC SCOR	PC
APOIO BOB 1000X455X10	PC
BOR D35X5000 (PERFIL)	PC
BARRA LOW FRIC 1300X1	PC
BARRA PULLEY-BAR 675X	PC
BARRA LOW FRIC 1300X1	PC
BARRA LOW FRIC 1100X1	PC
BARRA SA-80 1320X132X	PC
GRELHA REVEST 308X450	PC
BATENTE 125X75	PC
ENCAMISADO DN16 TIPO	PC
FLANGE PROT BOB DM-60	PC
APOIO BOB 1000X455X10	PC
ENCAMISADO DIAM. 10"	PC
ENCAMISADO DIAM. 5"	PC
BOR SANF DN250X140/70	PC
DEFLETOR PO 410X410X2	PC
DIAF SUPERFLEX LX 17/	PC
DIAF MENOR P/JIGUE TR	PC
ENCAMISADO DN10 TIPO	PC
ENCAMISADO DN8 TIPO L	PC
ENCAMISADO DN6 TIPO L	PC
DISCO MOVEL D655/90X2	PC
RASP 2PX8PX44P REV80	PC
RASP 1PX8PX54P REV80	PC
RASP 1PX8PX30P REV800	PC
RASP 1PX8PX32P REV800	PC
TAMPAO D52/28X26/16/1	PC
CUNHA BOR 270X238X140	PC
PLACA 2000X1000X20 58	PC
PLACA 3000X1000X10 PU	UN

PLACA 965,2X228,6X51	PC
PLACA 474X242X50 C/ 6	PC
PLACA HIDROC 361X210X	UN
PLACA HIDROC 750X356,	PC
PLACA HIDROC 750/259X	PC
PLACA HIDROC 363X345X	PC
PLACA 390X390X63.5 P4	PC
TIRA CHAPA BOR 12,0X2	PC
TIRA CHAPA BOR 12,0X4	PC
TIRA CHAPA BOR 12,0X5	PC
PLACA 400X200X40 C/02	PC
MOD KBTB 509X305X51 (PC
PLACA SB41 500X248X41	UN
PLACA 390X190X63,5 C/	PC
PLACA 390X390X63,5 C/	PC
PLACA 760X760X22 C/FU	PC
CHAPA/BOBINA BOR 3,2X	MR
CHAPA/BOBINA BOR 50,0	MR
CHAPA/BOBINA BOR 1,5X	MR
CHAPA/BOBINA BOR 20,0	MR
CHAPA/BOBINA BOR 12,7	MR
CARRETEL DN20PX3000 5	PC
PINO FIX KBE30/5 +25X	PC
BICO DE ASPERGIR AGUA	PC
BICO DE ASPERGIR AGUA	PC
BICO DE ASPERGIR AGUA	UN
BICO RABO CASTOR C/BR	PC
BICO DE ASPERGIR AGUA	PC
BICO DE ASPERGIR AGUA	PC
BICO DE ASPERGIR AGUA	PC
TOPO ISOLANTE TJ-68 1	PC
TOPO ISOLANTE TJ-68 1	PC
TOPO ISOLANTE 57/6,5	PC
REGUA FIX 885X59/55X3	PC
REGUA FIX LAT KBP/30	PC
REGUA FIX KBT 1220X50	PC
REGUA FIX CENT 1000X5	PC
REGUA FIX LAT 1222X13	PC
REGUA FIX LAT 1220X13	PC
REGUA FIX LAT 1525X50	PC
CUNHA MAD 205X48/34X4	PC
REGUA FIX KBT 305X50X	PC
SUP FIX KBX 1220X60X4	PC
REGUA FIX LAT 880X100	PC
REGUA FIX KBT 152,5X5	PC
REGUA ACAB 305X51X30	PC

REGUA FIX KBT 610X50X	PC
REGUA FIX CENT 1080X4	PC
REGUA FIX LAT 1600X18	PC
SUP FIX KBX 1220X70/6	PC
REGUA FIX KBT 1220X50	PC
SUP FIX KBX 610X60X43	PC
REGUA FIX LAT 1220X16	PC
REGUA FIX LAT KBP/30	UN
REGUA FIX CENT 298X40	PC
PROT LONG 1220X55/45X	PC
PROT LONG 1220X55/35X	PC
PROT LONG 1000X55/45X	PC
PROT LONG 1053X55/35X	PC
PROT LONG 1000X55/10X	PC
PROT LONG 1220X55/45X	PC
PROT LONG 1000X38/15X	PC
PROT LONG 1200X55/35X	PC
PROT LONG 900X55/35X3	PC
CUNHA MAD 170X70/40X5	PC
CUNHA 296X122/73X52 5	PC
BARRA FIX CENTRAL MA	PC
REGUA FIX LAT 1080X11	PC
REGUA FIX CENT 1290X7	PC
FIXADOR CUNHA 150X51X	PC
SUP FIX PANELFIX U 76	PC
SUP PUP KBPS 1200X75X	PC
GRAMPO T 105X390 H=16	PC
GRAMPO T 105X330 H=16	PC
GRAMPO T 105X480 H=22	PC
GRAMPO T 105X390 H=22	PC
GRAMPO T 105X330 H=22	PC
GRAMPO T 105X630 H=22	PC
GRAMPO T 105X540 H=22	PC
TANQUE TRAT LEITE 300	UN
TANQUE TRAT LEITE 500	UN
TANQUE TRAT LEITE 150	UN
TANQUE TRAT LEITE 200	UN
BARRA ELEV 140/210HX9	PC
BARRA BOR ELEV 120/16	PC
BARRA ELEV 140/210HX8	PC
BARRA ELEV 90/168DX12	PC
BARRA ELEV 90/168DX77	PC
BARRA ELEV 85/140KX12	PC
BARRA ELEV 85/140KX73	PC
BARRA ELEV 90/168DX10	PC
BARRA ELEV 90/168DX11	PC

BARRA ELEV 135/140F X	PC
BARRA ELEV 90/168DX10	PC
BARRA ELEV 90/168DX48	PC
BARRA ELEV 135/140FX1	PC
BARRA ELEV 120/127FX1	PC
BARRA ELEV 85/140KX11	PC
BARRA ELEV 85/140KX12	PC
BARRA ELEV 135/140FX8	PC
BARRA ELEV 135/140FX6	PC
BARRA ELEV 110/140FX6	PC
BARRA ELEV 135/165AX5	PC
BARRA ELEV 135/140FX4	PC
BARRA ELEV 110/140FX7	PC
BARRA ELEV 110/100FX8	PC
BARRA ELEV 110/100FX1	PC
PLACA CIL 130/168DX13	PC
PLACA CIL 100/168DX11	PC
PLACA CIL 100/168DX13	PC
PLACA CIL 40/140KX755	PC
PLACA CIL 100/168DX13	PC
PLACA CIL 50/165FX132	PC
PLACA CIL 40/140KX132	PC
BARRA ELEV 130/248SX1	PC
PLACA CIL 40/140KX205	PC
PLACA CIL 65/210HX132	PC
PLACA CIL 40/140KX800	PC
PLACA CIL 100/168DX13	PC
PLACA ESP 40/100FX0/2	PC
PLACA BOR ESP 60/140F	PC
PLACA BOR ESP 60/140F	PC
PLACA BOR ESP 60/140F	PC
PLACA ESP 358/227X254	PC
PLACA ESP 358/269X172	PC
GRELHA PERIF 80/165HX	PC
SEG PERIF BOR 135X165	PC
SEG PERIF BOR 135X150	PC
SEG PERIF 110X110X132	PC
ARRUELA VED DM 60/20X	PC
ARRUELA VED D40/14,5X	PC
ARRUELA VED DM 60/25,	PC
BUCHA VED DM-42/22/32	PC
ARRUELA VED DM 60/16X	PC
BUCHA VED DM-32/22/25	PC
BUCHA VED DM-40/27X75	PC
BUCHA VED DM-60/40/20	PC
TAMPAO DM-50X35MM VB6	PC

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)