

ESCOLA POLITÉCNICA DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

APLICADO EM UM PROCESSO DE MOLDAGEM

MARCOS AGUERRI PIMENTA DE SOUZA

Orientador: GREGÓRIO BOUER

1996

SUMÁRIO

Desenvolver um sistema de manutenção requer um conjunto de medidas de cunho gerencial e operacional. Um componente fundamental neste sistema corresponde em adotar um método de solução de problemas adequado e eficiente.

A fim de melhor se atingir os resultados da equipe, procura-se determinar qual o processo produtivo que provém as maiores limitações. Ou seja, definir que linha de produção representa como fator crítico, e em seguida identificar seu o gargalo, através de dados e fatos.

A partir da definição do escopo, forma-se a equipe para solucionar os problemas, traça-se os objetivos, procura-se as causas reais do problema, atua-se sobre elas até que se atinja esses objetivos.

A utilização de um método sistemático, baseado em dados factuais e realísticos, leva a seguir uma rígida estrutura de atuação. Através das ferramentas de processamento -- solução de problemas, tomada de decisão, planejamento e prevenção de problemas e análise de problemas -- pode-se alcançar resultados favoráveis, comprovar a eficiência na resolução de problemas e validar o método utilizado.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de declarar meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que colaboraram diretamente e indiretamente para a realização desta obra.

Assim sendo, agradeço aos meus pais por todo o apoio e incentivo que deram, inclusive ao longo de todos os anos do curso. Como também a Fabiana M. Groppo pela sua compreensão e paciência.

Pela presença amigável e entusiasmante do Edmir Mesz, e é claro, da sua equipe descontraída: Demétrius P. Candançan e Delter de Angelo Lopes.

Não poderia esquecer as contribuições técnicas e de suporte do Cuba e Luís Antônio, pois sem eles não seria possível compor este trabalho.

Gostaria também agradecer a orientação precisa e objetiva do Professor Gregório Bouer.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho

*aos meus pais e
à Fabiana*

ÍNDICE

PARTE I - APRESENTAÇÃO

Capítulo 1. Introdução	1
1.1 O Estágio	1
1.2 Contexto do Trabalho de Formatura	2
1.3 Objetivos deste trabalho	3
1.4 Resumo dos Capítulos	4
 Capítulo 2. A Empresa	 6
2.1 Apresentação da empresa	6
2.2 Produtos	9
2.3 Processo Produtivo	10
2.4 A Departamento de Manutenção	15
 Capítulo 3. Justificativa do Tema	 18
3.1 Caracterização do problema	18
3.2 Escolha do método de solução de problemas	23

PARTE II. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO E PRELIMINAR

Capítulo 4. Um método de solução de problemas	24
 Capítulo 5. As Oito Disciplinas e as ferramentas de processamento	 27
 Capítulo 6. Check-List	 32

PARTE III. IMPLANTAÇÃO, EXECUÇÃO E RESULTADOS

Capítulo 7. Implantação e Execução	39
7.1 Usar a abordagem de equipe	39
7.2 Descrever o problema	45
7.3 Implementar e verificar ações interinas de contenção	49
7.4 Definir e verificar as causas reais	52
7.5 Escolher e verificar Ações Corretivas Permanentes	57
7.6 Implantar Ação Corretiva Permanente	69
7.7 Evitar reincidência	78
7.8 Parabenizar a equipe	86
Capítulo 8. Resultados obtidos	89

PARTE IV. CONCLUSÕES

Capítulo 9. Conclusões	93
9.1 Conclusão sobre os resultados	93
9.2 Conclusão sobre o método de solução de problemas	94
Bibliografia	96

Anexos

- Anexo A. Solução de Problemas
- Anexo B. Tomada de Decisão
- Anexo C. Planejamento e Solução de Problemas
- Anexo D. Análise de Problemas
- Anexo E. Fatores inibidores e facilitadores
- Anexo F. Papel da Gerência
- Anexo G. FMEA

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1.	Organograma da empresa	
	Elaborado pelo autor	7
Figura 2.	Lay-out da fábrica	
	Material extraído da empresa	8
Figura 3.	Fluxograma do processo: Macharia	
	Material extraído da empresa	11
Figura 4.	Fluxograma do processo: Rebarba	
	Material extraído da empresa	12
Figura 5.	Fluxograma do processo: Moldagem SPO	
	Material extraído da empresa	13
Figura 6.	Fluxograma do processo: Fornos/Vazamento	
	Material extraído da empresa	14
Figura 7.	Tempo de parada da produção	
	Material extraído da empresa	19
Figura 8.	Fases do processo	
	Elaborado pelo autor	20
Figura 9.	Tempo de parada na Moldagem SPO	
	Material extraído da empresa	21
Figura 10.	Tempo de parada por manutenção	
	Material extraído da empresa	22
Figura 11.	Fluxograma de triagem	
	Elaborado pelo autor	23
Figura 12.	As Oito Disciplinas e as Ferramentas de Processo	
	Elaborado pelo autor	29
Figura 13.	Situações das ferramentas no tempo	
	Elaborado pelo autor	31
Figura 14.	Fluxograma do processo dos Sistemas A e B	
	Elaborado pelo autor	46
Figura 15.	Descida da Escada da definição do problema	
	Elaborado pelo autor	45
Figura 16.	Produtividade do destacamento do molde	
	Material extraído da empresa	51
Figura 17.	Diagrama Espinha de Peixe	
	Elaborado pelo autor	51
Figura 18.	Gráfico de pareto das causas	
	Elaborado pelo autor	55

Figura 19.	Descida da Escada das causas	
	Elaborado pelo autor	56
Figura 20.	Objetivo da ACP	
	Elaborado pelo autor	57
Figura 21.	Fluxo de caixa	
	Elaborado pelo autor	66
Figura 22.	Etapas para solução completa do problema	
	Elaborado pelo autor	70
Figura 23.	Diagrama de causa e efeito	
	Elaborado pelo autor	71
Figura 24.	Plano de Ação	
	Material extraído da empresa	72
Figura 25.	Cronograma de Implementação	
	Elaborado pelo autor	73
Figura 26.	Fluxograma do processo do conjunto	
	Elaborado pelo autor	75
Figura 27.	Conjunto dos sistemas A e B	
	Elaborado pelo autor	76
Figura 28.	Acompanhamento da eficiência da ACP	
	Material extraído da empresa	77
Figura 29.	FMEA	
	Elaborado pelo autor	80
Figura 30.	Relatório 8D	
	Elaborado pelo autor	88
Figura 31.	Downtime - Processo de Moldagem da SPO	
	Material extraído da empresa	90
Figura 32.	Tempo de Manutenção nos Sistemas A e B	
	Material extraído da empresa	91
Figura 33.	Produtividade da Linha da SPO	
	Material extraído da empresa	92

ÍNDICE DOS QUADROS

Quadro 1.	Descrição do problema	
	Elaborado pelo autor	48
Quadro 2.	Escolha da Ação Interina de Contenção	
	Elaborado pelo autor	49
Quadro 3.	Análise comparativa	
	Elaborado pelo autor	52
Quadro 4.	Causas Prováveis	
	Elaborado pelo autor	54
Quadro 5.	Critérios Exigíveis	
	Elaborado pelo autor	58
Quadro 6.	Critérios Desejáveis	
	Elaborado pelo autor	59
Quadro 7.	Tamada de Decisão	
	Elaborado pelo autor	60
Quadro 8.	Dispêndios Gerais	
	Elaborado pelo autor	64
Quadro 9.	Benefícios da ACP	
	Elaborado pelo autor	66
Quadro 10.	Perguntas para prevenção de problemas	
	Elaborado pelo autor	74
Quadro 11.	Partes-chave do conjunto	
	Elaborado pelo autor	77
Quadro 12.	Ações de Prevenção	
	Elaborado pelo autor	82
Quadro 13.	Valores da Organização	
	Elaborado pelo autor	87

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1.	Produtos	
	Elaborado pelo autor	9
Tabela 2.	Alternativas das ACP	
	Elaborado pelo autor	59
Tabela 3.	Análise de Sensibilidade	
	Elaborado pelo autor	68
Tabela 4.	Check-list para solução de problemas	
	Elaborado pelo autor	77

PARTE I

APRESENTAÇÃO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1 O ESTÁGIO

O estágio surgiu como uma oportunidade de aplicação das técnicas e metodologias estudadas no decorrer do curso de Engenharia de Produção. Obviamente, não se pôde aprofundar em todas as técnicas ou metodologias, porém a situação do estágio proporciona uma importante forma de detectar problemas e solucioná-los através do aprofundamento dos conceitos acumulados no curso.

Desde o início do estágio, já imerso no ambiente de trabalho da empresa, estava-se disposto e preparado a conhecer o funcionamento dos processos de produção a fim de encontrar pontos específicos de atuação, críticos para o sistema. Ao mesmo tempo, a própria empresa se encarregava em orientar e programar para o estagiário uma boa integração e adaptação.

A área designada para o estágio foi a de manutenção. Esta área já havia desenvolvido vários programas de melhorias internas, e constantemente se preocupa com a qualidade de seus serviços. Enfoca-se seu principal cliente, um cliente interno, ou seja, a produção.

Assim, foi possível conciliar os objetivos de um típico trabalho de formatura com o estágio, graças a preocupação do departamento e a área de manutenção em buscar a melhoria contínua. Sempre introduzindo novos programas e, acima de tudo, aperfeiçoando os já existentes.

O programa de estágio foi regulamentado pela Portaria Ministerial nº1.002 de 26/06/1967, do Ministério do Trabalho que criou a categoria de estagiários nas empresas, e a lei nº 6.494 de 07/12/1997 regulamentada pelo Decreto nº 87.497 de 18/08/1982 que estabelece que as empresas podem manter como estagiários os alunos regularmente matriculados em escolas superiores.

1.2 CONTEXTO DO TRABALHO DE FORMATURA

Apresentar um trabalho de conclusão de curso completa todo o sistema de ensino superior de um universitário. Partindo-se de uma forte base teórica acumulado ao longo de anos de curso, uma aplicação prática, dentro do ambiente industrial, o trabalho de formatura encerra um programa extensivo e intensivo na formação profissional do engenheiro iniciante.

Assim sendo, trata-se de uma experiência inigualável para a transição do teórico estudante a profissional recém-formado. Possuindo um enorme potencial para desenvolver em qualquer setor industrial, comercial, de serviço e agro-industrial, o engenheiro utiliza este trabalho de formatura como material de interface faculdade-empresa. Isto facilita entender que sempre existe uma abordagem sistemática para encontrar e solucionar os problemas.

Os problemas de uma empresa podem ser de caráter tecnológico ou gerencial, mas de qualquer forma existe sempre uma metodologia para atuar e atacar as falhas/problemas. Ela deve ser consistente e vinculada com as estratégias globais. E este trabalho entra como um método bem definido para agir dentro das organizações.

Consiste, então, na oportunidade de trabalhar em uma empresa, neste caso na área de manutenção de uma indústria de fundição que abastece uma automobilística, aplicando metodologias para aumentar a qualidade e produtividade da empresa.

1.3 OBJETIVOS DESTE TRABALHO

Este trabalho de formatura visa solucionar um problema, cujo impacto desta resolução possa melhorar a produtividade da fábrica mais eficazmente. Procurou-se na área do estágio - a manutenção, uma aplicação prática dos conceitos aprendidos no curso, no caso, de um método de solução de problemas.

Um dos objetivos mais importantes é verificar a eficiência do método de solução de problemas escolhido, As Oito Disciplinas, por meio dos resultados obtidos. Esse método está inserido na filosofia da empresa, onde poderemos testar a sua validade e utilização.

Outro objetivo relaciona-se com a abordagem sistemática do método, além da forma de atacar e levantar os problemas. É confirmar se o escopo de atuação está condizente com a sua metodologia.

Pode-se considerar este trabalho também como parte integrante do programa de Excelência em Manutenção Preventiva. A área de manutenção está com os esforços concentrados na obtenção do PMEA - Preventive Maintenance Excellence Award, definindo assim mais um objetivo deste trabalho.

Por fim, tem este trabalho visa mostrar uma estrutura clara e sistemática de como abordar as empresas no tocante as melhorias contínuas tanto almejadas através da resolução de problemas físicos.

1.4 RESUMO DOS CAPÍTULOS

PARTE I - APRESENTAÇÃO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Aborda a importância do trabalho de formatura para o fechamento do Curso de Engenharia de Produção. Faz uma descrição do estágio na área de manutenção da empresa e a oportunidade de aplicação das técnicas e metodologias. Assim como deixa claro quais são os objetivos deste trabalho, visando definir o escopo de atuação.

CAPÍTULO 2. A EMPRESA

Faz-se uma breve apresentação da empresa, o organograma, o lay-out e o histórico. Seus produtos e respectivos clientes também estão apresentados, incluindo os fluxogramas do processo produtivo das principais áreas da fábrica. E o departamento de manutenção foi um pouco mais detalhado, procurando esclarecer qual a sua abrangência.

CAPÍTULO 3. JUSTIFICATIVA DO TEMA

Partiu-se da análise das principais causas de paradas na produção na fábrica como um todo. Realizando sucessivos desdobramentos, foram-se detalhando as informações. Chegou-se a conclusão da importância de atacar os problemas nos sistemas A e B da SPO, definindo objetivo destes trabalho. Escolheu-se em seguida, qual seria o método de solução de problemas que iria ser utilizado.

PARTE II - DESENVOLVIMENTO TEÓRICO E PRELIMINAR

CAPÍTULO 4. UM MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Procurou mostrar que As Oito Disciplinas foram baseadas em outros métodos de solução de problemas, como o QC Story, ensinado durante o Curso de Engenharia de Produção.

CAPÍTULO 5 - AS OITO DISCIPLINAS E AS FERRAMENTAS DE PROCESSAMENTO

É realizado um resumo das ferramentas de processamento utilizadas, correlacionando-as com as disciplinas e em que tipo de situações são aplicadas.

CAPÍTULO 6. CHECK-LIST

A fim de assegurar o cumprimento das disciplinas foi elaborado um check-list. Para cada etapa do desenvolvimento do método deve-se verificar, por meio de perguntas-guia, o que foi realizado.

PARTE III - IMPLANTAÇÃO, EXECUÇÃO E RESULTADOS

CAPÍTULO 7. IMPLANTAÇÃO E EXECUÇÃO

Definiu-se a equipe, inclusive a atuação do autor deste trabalho dentro da equipe como facilitador. Procurou-se descrever o problema em termos claros e objetivos, utilizando-se do fluxograma do processo dos sistemas A e B e do quadro de É / NÃO-É. Implantou-se uma AIC, isolando os efeitos do problema até que fosse implantada a ACP. Procurou-se identificar as causas reais através da técnica de Descida de Escada. Criou-se critérios de escolha e algumas ações disponíveis, seguida da avaliação destas ações frente aos critérios. Da ACP escolhida, fez-se uma análise financeira, assegurando o sucesso da escolha. Elaborou-se um plano de ação e cronograma a fim de implementar a ACP, onde baseou-se na técnica da FMEA. Agiu-se também nas partes-chave do sistema para evitar a reincidência. E Por fim, houve um reconhecimento da gerência pelos esforços da equipe no cumprimento das disciplinas, e principalmente por terem alcançados os objetivos propostos.

CAPÍTULO 8. RESULTADOS OBTIDOS

Através de gráficos, demonstrou-se os resultados obtidos com as reduções do tempo de paradas e os saltos de produtividade alcançados pela aplicação do método de solução de problemas.

PARTE IV - CONCLUSÕES

CAPÍTULO 9. CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS

Avaliou-se os resultados obtidos a partir dos gráficos apresentados anteriormente, comparando-os com os objetivos propostos pela equipe.

CAPÍTULO 16. CONCLUSÃO SOBRE O MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Foi feita uma avaliação do método das Oito Disciplinas, quanto a sua eficácia e aplicabilidade.

CAPÍTULO 2. A EMPRESA

2.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa, construída em 1958, consiste em uma fundição com a finalidade de produzir peças e componentes para indústria automobilística. Atualmente, produz ferro-liga modular/especial. Localizada em Osasco, distando 17 Km de São Paulo-capital, abrange uma área total de 65.000m², sendo 20.400m² de área construída.

Esta fundição era uma fábrica cativa, que dava suporte às necessidades da Fábrica de Caminhões do Ipiranga. Em 1974, com a chegada de novas fábricas em Taubaté (uma fábrica de motores para produzir o motor I4/2.0L e 2.3 e uma fundição de ferro), uma nova estratégia de produção foi adotada para as fundições brasileiras. A fundição de Taubaté produziria em ferro cinza e a de Osasco em ferro-liga nodular/especial. Hoje, a Fundição de Osasco produz 87 tipos de fundidos com dois processos de moldagem: areia verde e em casca.

A idade dos equipamentos instalados varia de novos até de 38 anos de uso, consistindo em (7) fornos elétricos de indução, (2) sistemas de moldagem SPO/ BMM de areia verde, (3) máquinas Sutter de moldagem de casca, vários equipamentos para os laboratórios metalúrgicos, químico e de areia, e equipamentos convencionais para limpeza. No Lay-out (figura 2), estão representados estes sistemas de moldagem, bem como as outras áreas da fábrica.

A estrutura organizacional, representada pelo organograma (figura 1), compõe um quadro administrativo reduzido, procurando-se aproveitar alguns conceitos de empresa enxuta. Pois já faz alguns anos, que a empresa começou com vários programas de melhorias, tanto administrativas quanto operacionais.

Desde então, leva-se uma ênfase em qualidade. Em 1990, estava integrada no programa Q1 de qualidade, requisito indispensável de seus clientes. Quando em março de 1993, depois de uma grande reestruturação e melhorias internas, conquistou o Prêmio Q1. Foi também certificada pela ISO 9000 em dezembro do mesmo ano.

Neste ano, a empresa foi em busca da QS-9000, um sistema de garantia de qualidade para as indústrias automobilísticas. Ao se alcançar essa meta, tornou-se a primeira empresa do Brasil a conseguir uma certificação de QS-9000.

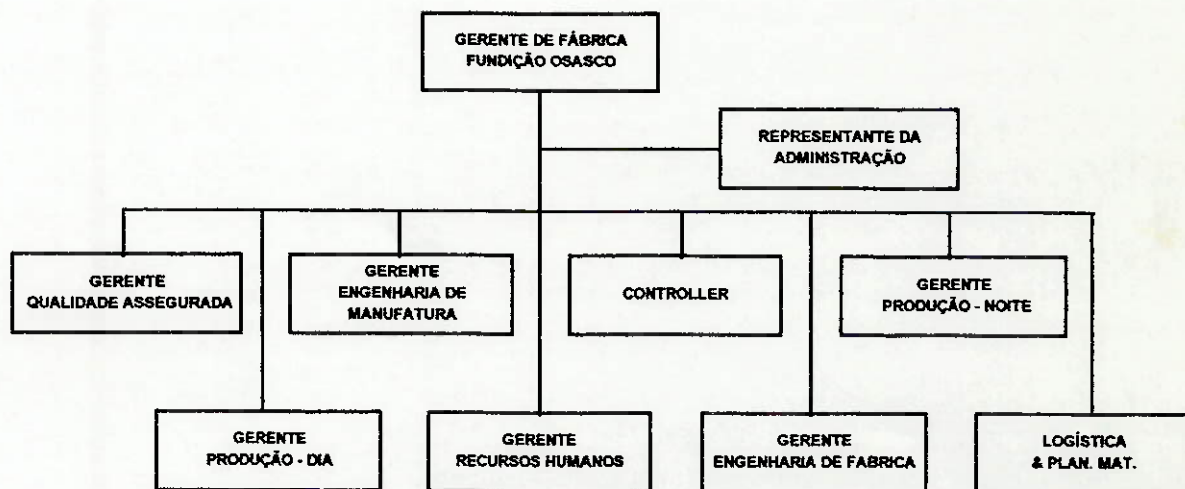


Figura 1. Organograma da empresa
Elaborado pelo autor

LAY-OUT DA FÁBRICA

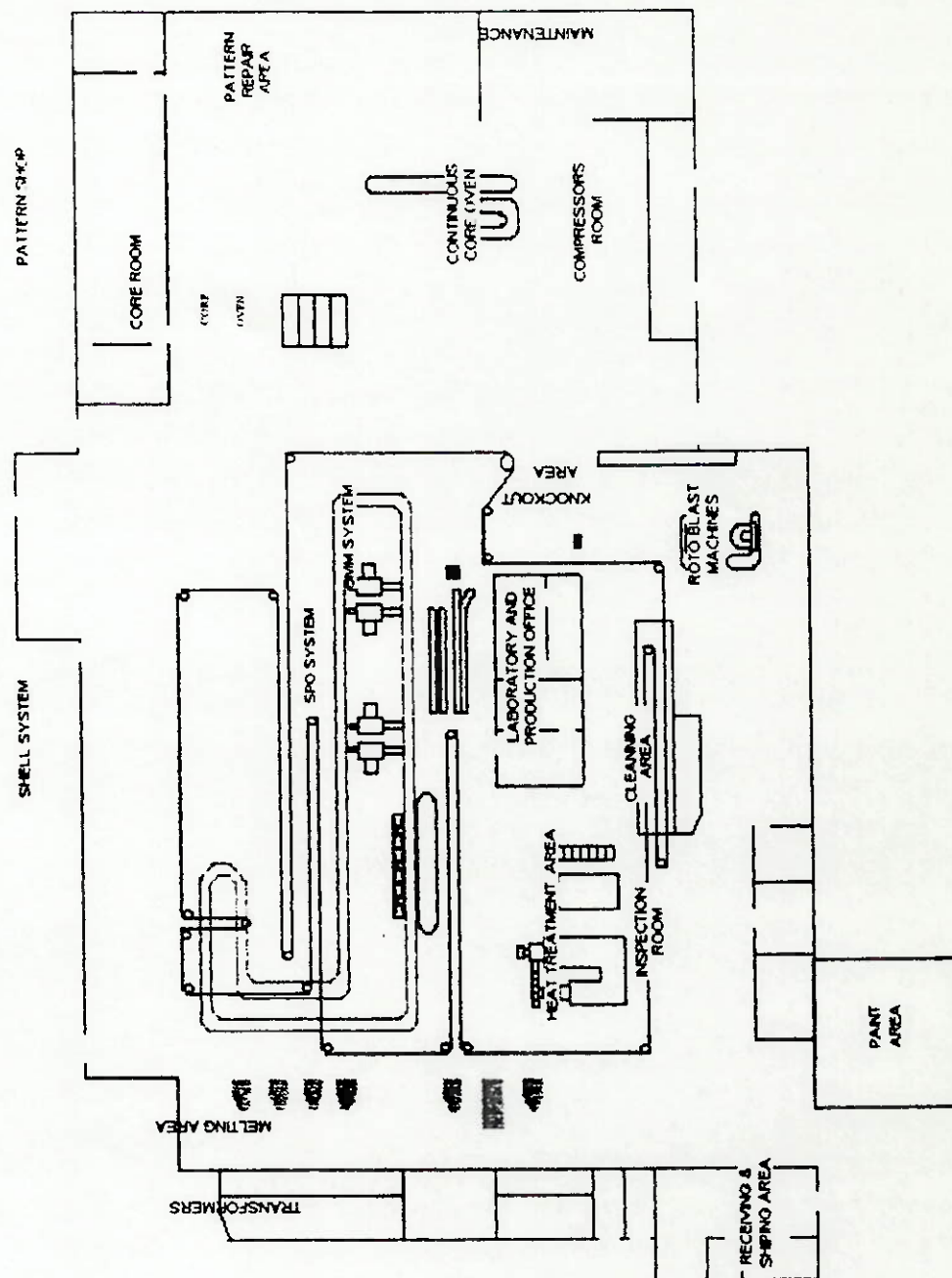


Figura 2. Lay-out da fábrica
Material extraído da empresa

2.2 PRODUTOS

Logo quando a fábrica foi construída os produtos eram: motor 272 CID e componentes do chassi de caminhão - bloco de cilindro, cabeçote do cilindro, tampa do volante, suportes e cubo de roda traseira e dianteira.

Atualmente, a empresa produz 87 tipos de fundidos, sendo os principais: virabrequins, comandos de válvula e camisas do cilindro para motores AE 1.0L / 1.6L; virabrequins, comandos de válvulas para motores AP 1.8L / 2.0L; cubos de rodas traseiras e dianteiras para caminhões. Esses produtos/componentes possuem destinos específicos, clientes internos/externos (tabela 1). Alguns produtos são compostos por outras peças também produzidas na fábrica.

Cliente	Produtos
Taubaté	Suportes (dianteiro/traseiro da mola traseira, superior do amortecedor traseiro , algema da mola traseira, braço oscilante, superior/inferior do amortecedor dianteiro/traseiro, da trava da mola dianteira/auxiliar, da ponta de eixo, do pivô superior da cabine); espaçador auxiliar da mola; cubo da roda traseira/dianteira; caixa do diferencial; algema da mola dianteira.
São Bernardo do Campo	Camisa dupla dos cilindros AE 1.0L e 1.6L; tulipa; virabrequim AE 1.0L e 1.6L; eixo comando de válvula; polia do virabrequim; suporte dianteiro do motor.
Ipiranga	Espaçador da mola traseira; placa de fixação da mola; cobertura do assento da mola traseira; calço da mola eixo traseiro; placa superior da mola traseira; assento da mola traseira; assento interior da mola dianteira; placa grampo da mola; mancal articulado; mancal de apoio fixo; cubo da roda dianteira; suporte traseiro/dianteiro da mola.
Volkswagem	Eixo comando de válvula AP 1.8L / 2.0L; volante do motor; virabrequim AP 1.8L / 2.0L, eixo intermediário.

Tabela 1. Produtos
Elaborado pelo autor

2.3 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo da empresa consiste na fundição em areia verde e de casca. A linha de produção que será enfocado neste trabalho refere-se à moldagem em areia. Através do processo de moldagem em areia da SPO, a empresa produz a maioria dos produtos para o seu faturamento.

O processo se inicia com os fornos (figura 3), onde a matéria-prima é processada para ser vazada no molde. Quando é criado os machos para a preparação da a moldagem (figura 4). Por fim, uma vez vazado o metal e resfriado no processo da SPO (figura 5), a peça fundida vai para a rebarba (figura 4), completando seu processamento.

Nos fluxogramas representativos desses processos constam de uma identificação discriminando as atividades realizadas nas diversas fases do processo, assinalando os processos usuais dessas atividades definidos em uma legenda.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO

MACHARIA

FUNÇÃO OSASCO
ENG° MANUFATURA

Revisado em :

FLUXOGRAMA :

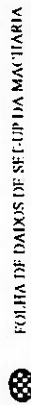
PEÇAS ENVOLVIDAS :

TODAS PEÇAS RELACIONADAS NA FOLHA DE
DADOS DE SET-UP DA MACHARIA

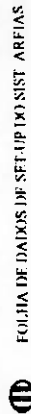
LEGENDA :



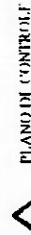
INSPEÇÃO VISUAL



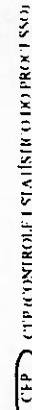
FOLHA DE DADOS DE SET-UP DA MACHARIA



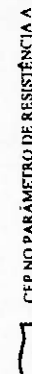
FOLHA DE DADOS DE SET-UP DO SIST. ARIAS



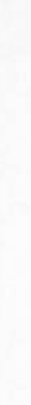
PLANO DE CONTROLE



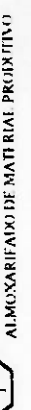
CTP (CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO)



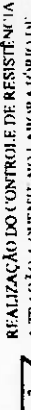
CEP NO PARÂMETRO DE RESISTÊNCIA A
TRAÇÃO A QUENTE NA ARIA "H1"



FORNECIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA PELO
ALMOXARIFADO DE MATERIAL PROLUTIVO



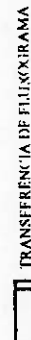
REALIZAÇÃO DO CONTROLE DE RESISTÊNCIA
A TRAÇÃO A QUENTE NO LABORATÓRIO DE
ARIAS



FORNECIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA PELO
ALMOXARIFADO DE MATERIAL PROLUTIVO



FORNECIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA PELO
ALMOXARIFADO DE MATERIAL PROLUTIVO



FORNECIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA PELO
ALMOXARIFADO DE MATERIAL PROLUTIVO

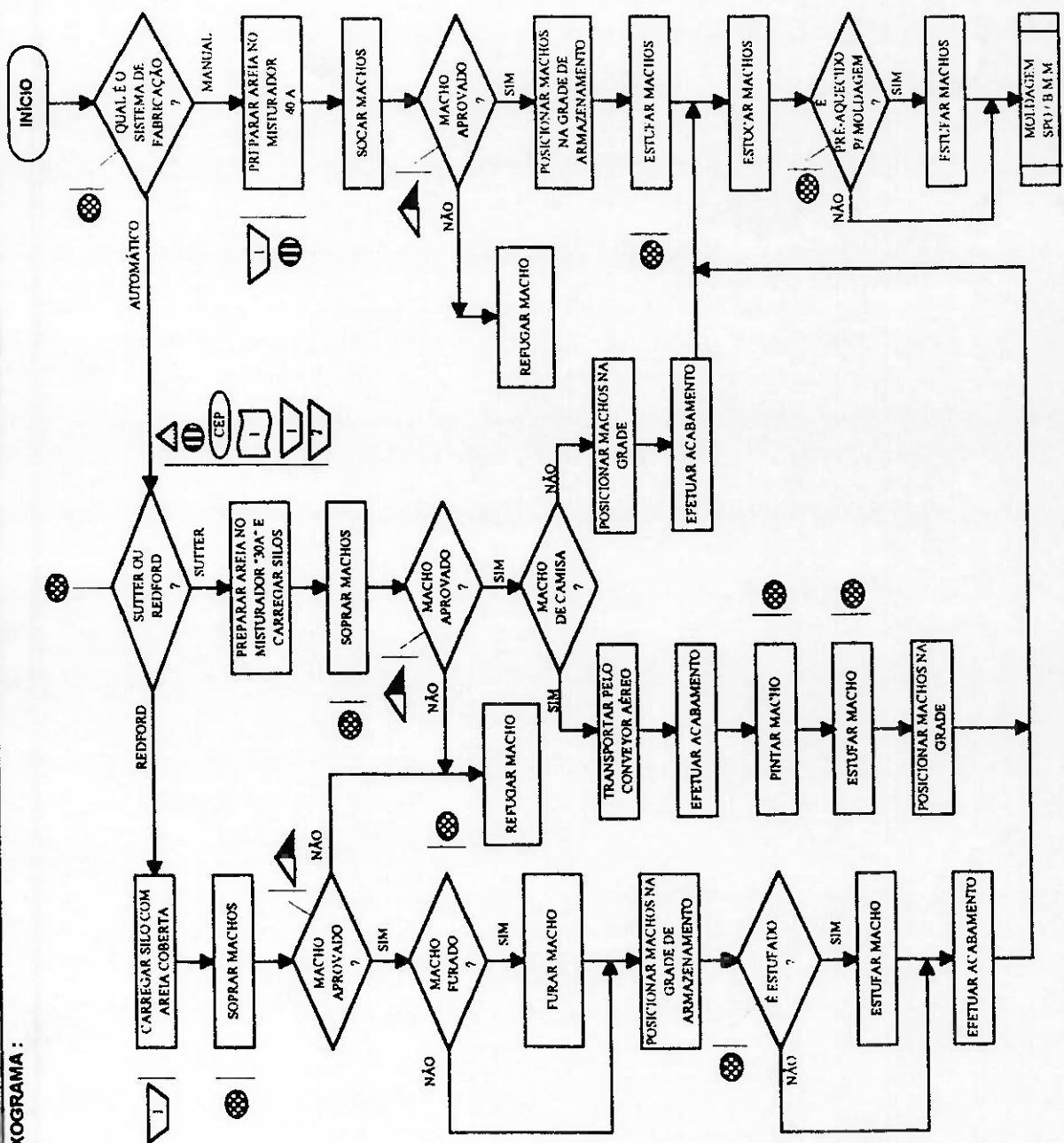


Figura 3. Fluxograma do processo: Macharia
Material extraído da empresa

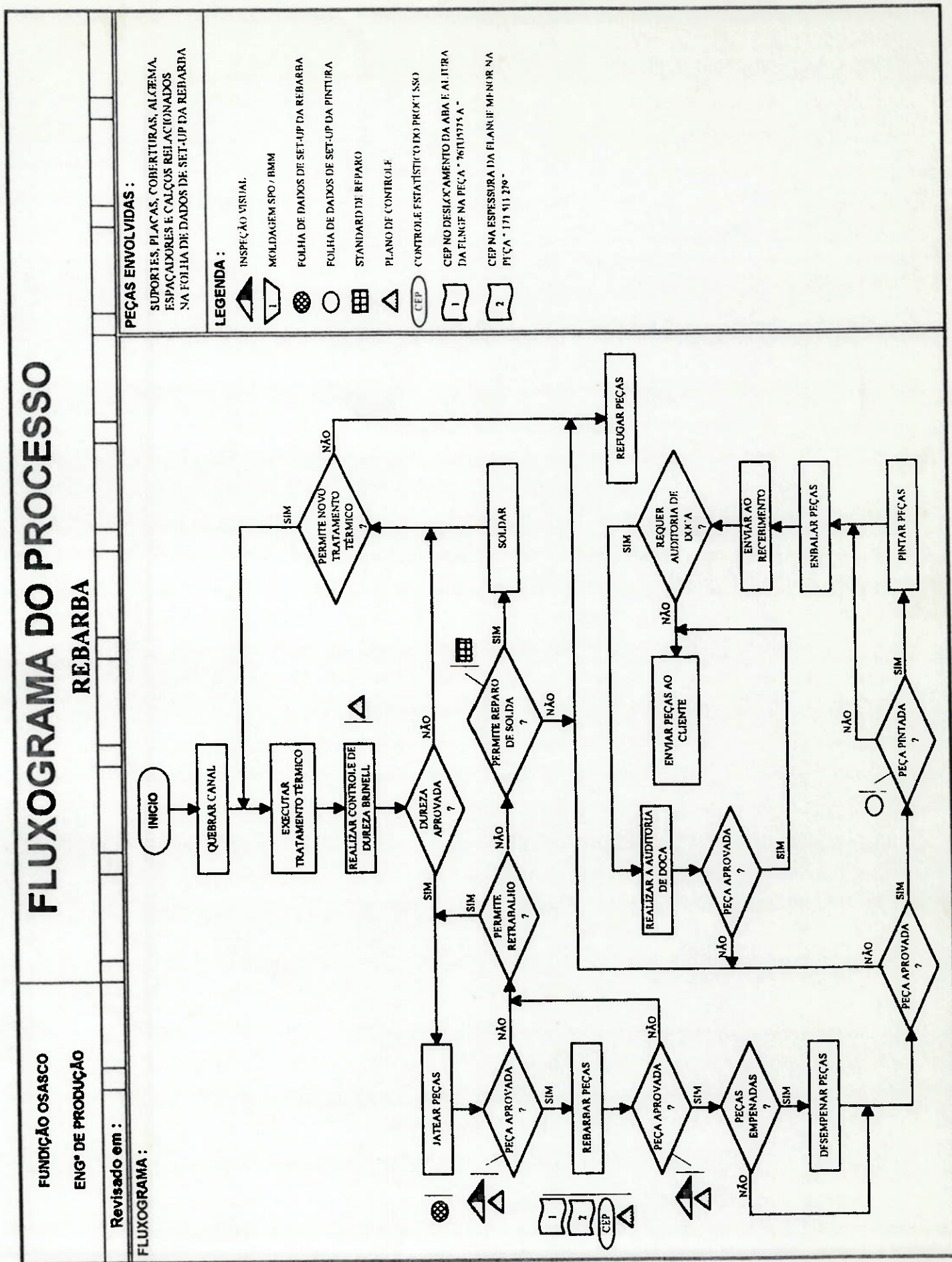


Figura 4. Fluxograma do processo: Rebarba
Material extraído da empresa

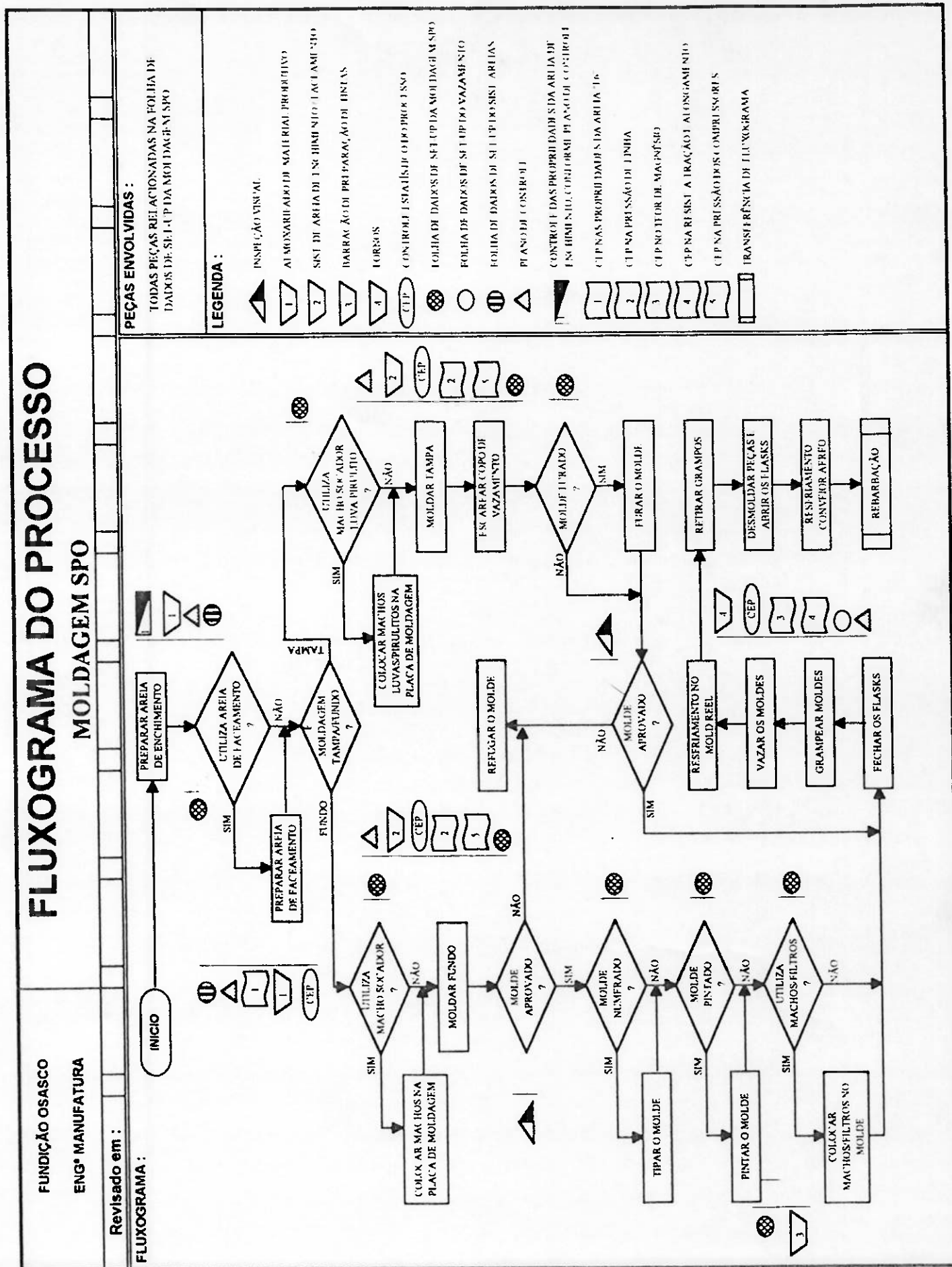


Figura 5. Fluxograma do processo: Moldagem SPO
Material extraído da empresa

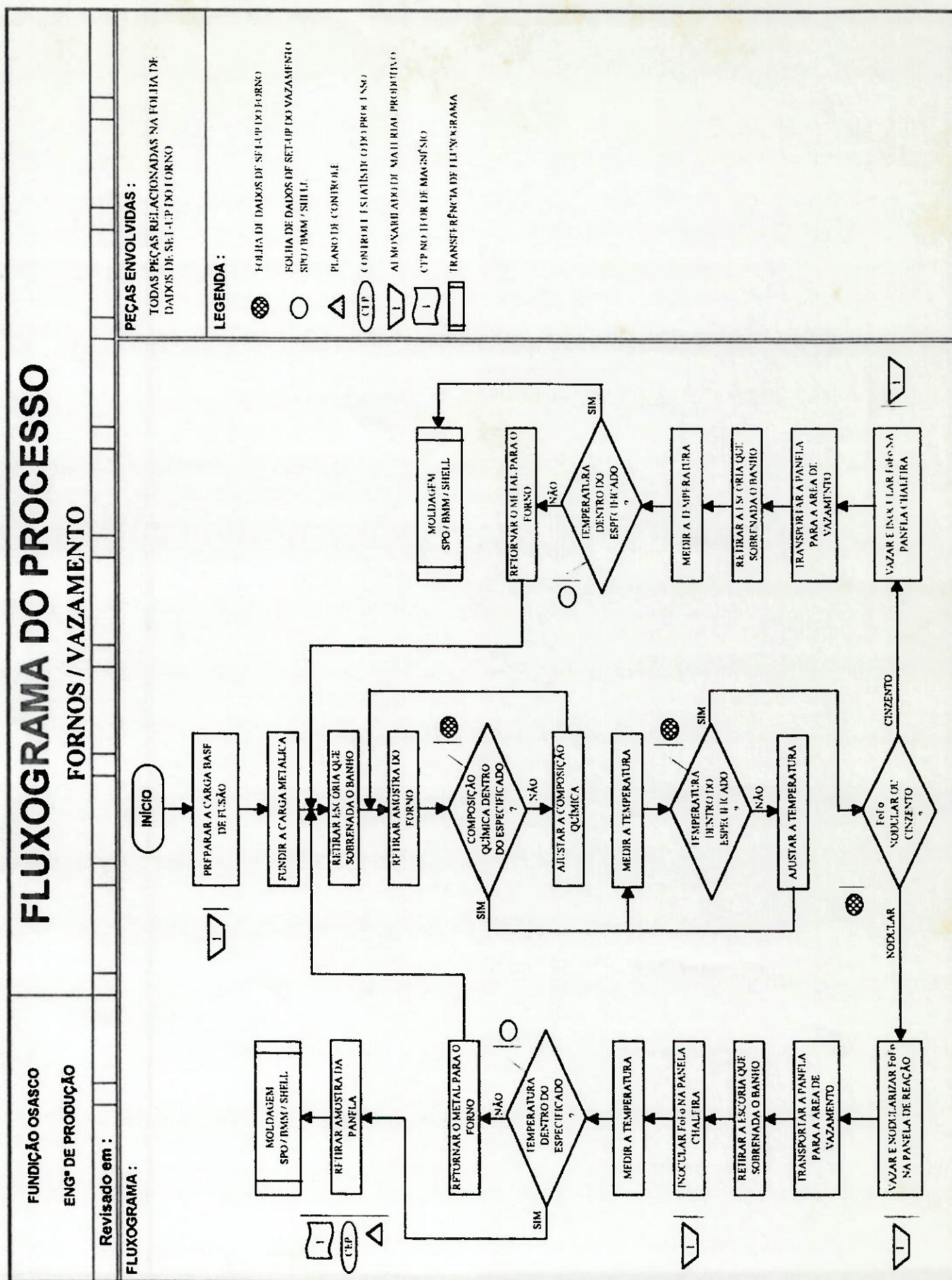


Figura 6. Fluxograma do processo: Fornos/Vazamento
Material extraído da empresa

2.4 O DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO

Composto atualmente com 37 mecânicos e eletricitas, promove todos os serviços de manutenção da fábrica. Possui um Sistema de Manutenção Preventiva Dedicado, como um bom método para acompanhar uma manutenção eficiente, conquistado através de um forte compromisso gerencial com estrutura de apoio.

Sua missão compreende a otimização das condições operacionais dos equipamentos a partir deste sistema de manutenção preventiva. Visa a obtenção da melhoria contínua de produtividade, qualidade, segurança, meio-ambiente, custo e prazo.

No sistema de inspeções são analisadas tecnicamente por um grupo de especialistas da fábrica. Inclui um procedimento formal de inspeção para o operador, inspetor e encarregado, um programa de *follow-up*, assegurando as ações corretivas que estão sendo tomadas. Considera-se todos os indicadores primários para a inspeção: vibração, nível de ruído, estado de lubrificação, vazamentos visíveis, variáveis de operação (temperatura e pressão), condições físicas (pintura e corrosão), nível de qualidade do produto final (índice de rejeição) e níveis de produtividade.

Dispensa alta prioridade para itens de segurança como guinchos, talhas e trolleys, pois as consequências de uma falha pela implementação não apropriada são muitas vezes trágicas.

O departamento de manutenção recebe um *feed-back* das inspeções em reparos executados, respondendo se esses reparos estão sendo completados com eficiência. Verificam-se as rotinas com alguns *check-list*, e conferem se as ferramentas e planos de testes são adequados.

Nesse sistema inclui um programa formal de lubrificação com procedimentos de medição de desempenho, baseado em experiência anterior e de recomendações do fornecedor. As avaliações técnicas localizam e identificam pontos de lubrificação de todo o equipamento com instruções escritas e com o auxílio visual. Práticas padronizadas e repetitivas em uma grande variedade de equipamentos tais como lubrificação de rolamentos de

motores, acoplamentos flexíveis de eixos, fusos, rolamentos lineares de contato entre outros.

Um programa de identificação de vazamento realizado para todos os tipos encontrados na fábrica, tais como óleos hidráulicos, ar comprimido e vapor. Assim, o pessoal é orientado para detectar vazamentos, localizando a origem e métodos de prevenção. Identifica-se os vazamentos por meio de fichas, ajudando a localizar estes vazamentos e providenciar a programação de reparo. Possui um sistema de refrigeração e de esgotos bem monitorados e procedimentos de *follow-up*, que incluem amostras do trabalho e auditorias periódicas.

Há um programa de treinamento para o pessoal de manutenção preventiva. Como também há um sistema de coleta de dados históricos. Faz-se o processamento de dados e emite-se os relatórios, gráficos e tabelas que mostram as informações básicas como: custos, *down time*, gastos com material, ocorrências de paradas dos equipamentos etc.

Inclui um plano de amostragem para garantir a ocorrência de inspeções e um método de solução de problemas, considerado como o ponto forte desse sistema.

Existe um plano de manutenção preditiva, onde se estabelece um treinamento adequado, um levantamento dos equipamentos da fábrica para determinar as aplicações dos vários pontos preditivos, os níveis de medida e frequência das verificações, um arquivo de dados para cada indicador. Foram desenvolvidas as técnicas de análise de tendências e feitas as programações dos reparos baseados nas análises preditivas de tendência.

Constantemente, se estabelece os objetivos de melhoria contínua e faz-se as avaliações dos resultados. Isto compreende os índices de produtividade e de refugo e retrabalho associados a quebra de máquina, manutenções inadequadas e equipamentos fora de especificações. Por fim, realizando os relatórios de processo, onde consta os objetivos do ano corrente, status atual e anterior, First Run Capability (Capacidade de Funcionar na Primeira Vez).

Neste sistema integra-se as áreas de manutenção, produção e compras. Por meio de fichas de manutenção, o pessoal da produção realizam

manutenção programada. São serviços de revisão, limpeza e lubrificação, com frequência superior a duas semanas.

Periodicamente, o departamento emite uma listagem para a área de compras. Nessa listagem consta os materiais necessários para os serviços de troca de peças nas manutenções programadas com 16 semanas de antecedência. Isto garante a posse da peça, em tempo hábil, para realizar o serviço.

Dentro desse sistema, há um Plano de Inspeção Sistemático (PIS). A cada semana emite um PIS para as áreas da fábrica, onde devem revisar as condições das máquinas e equipamentos nos itens descritos. Esses itens são verificados diária ou semanalmente. Quando se passarem cinco semanas consecutivas sem nenhuma notificação negativa, cria-se uma ficha de manutenção programada e encerra-se esse PIS.

CAPÍTULO 3. JUSTIFICATIVA DO TEMA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Com a finalidade de encontrar as principais causas das paradas de produção, foram levantados os dados de moldagem, nos períodos dia e noite, dos sistemas da SPO, BMM e SHELL, das duas primeiras semanas de julho de 1996, que registram as paradas relevantes do sistema.

Levantando-se as informações, constata-se que 70% do tempo ineficiente provém da moldagem SPO (figura 7). Desdobram-se as informações de paradas da SPO de acordo com as fases do processo de moldagem, fazendo uma classificação do processo. Esse desdobramento se faz com as seguintes fases: SPO 1/2, SPO 3/4, Punch-out A, Punch-out B, Punch-out C, Levantamento e Vazamento (figura 8).

Em primeira análise, verifica-se como principal fase na indisponibilidade da produção as SPO 1/2 e 3/4, com 40% do tempo de parada (figura 9).

Numa análise detalhada das prováveis causas do tempo de parada da SPO 1/2 e 3/4 verifica-se que é devido aos atrasos de operação, faltas de caixas, areias fora da especificação etc , que perfaziam 32% dos 40% do tempo.

Fazendo-se a mesma análise para segunda maior incidência de tempo de paradas, os Punch-out A e B (figura 9). As principais causas são decorrentes da manutenção mecânica. Cerca de 60% das paradas por manutenção são dessas fases (figura 10). Isto foi descoberto através de um novo detalhamento e aprofundamento das paradas das máquinas, colhidas no mesmo horizonte de tempo por causa da quebra de partes do equipamento, referindo-se exatamente ao principal fator das perdas desta fase do processo da SPO.

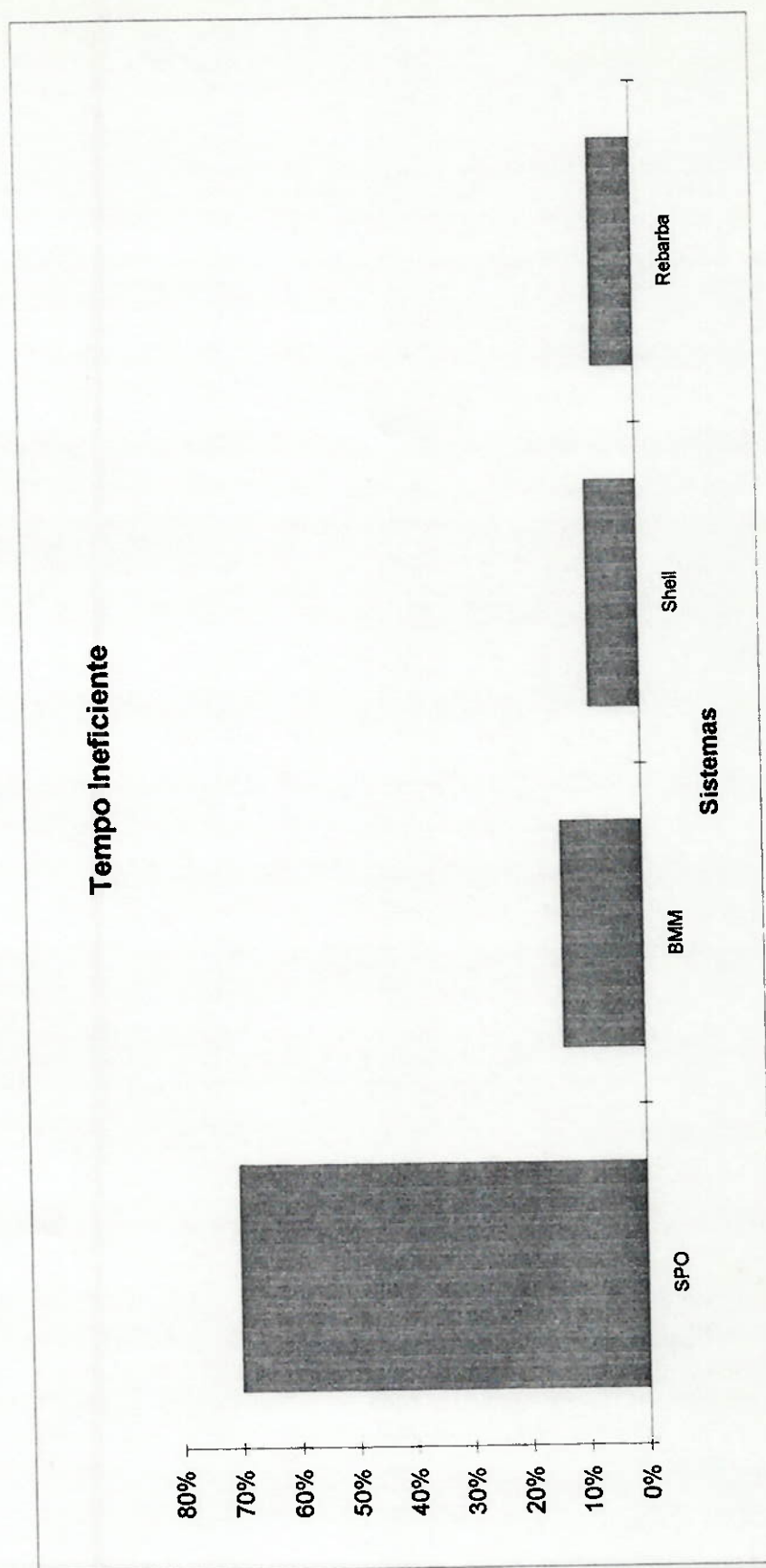
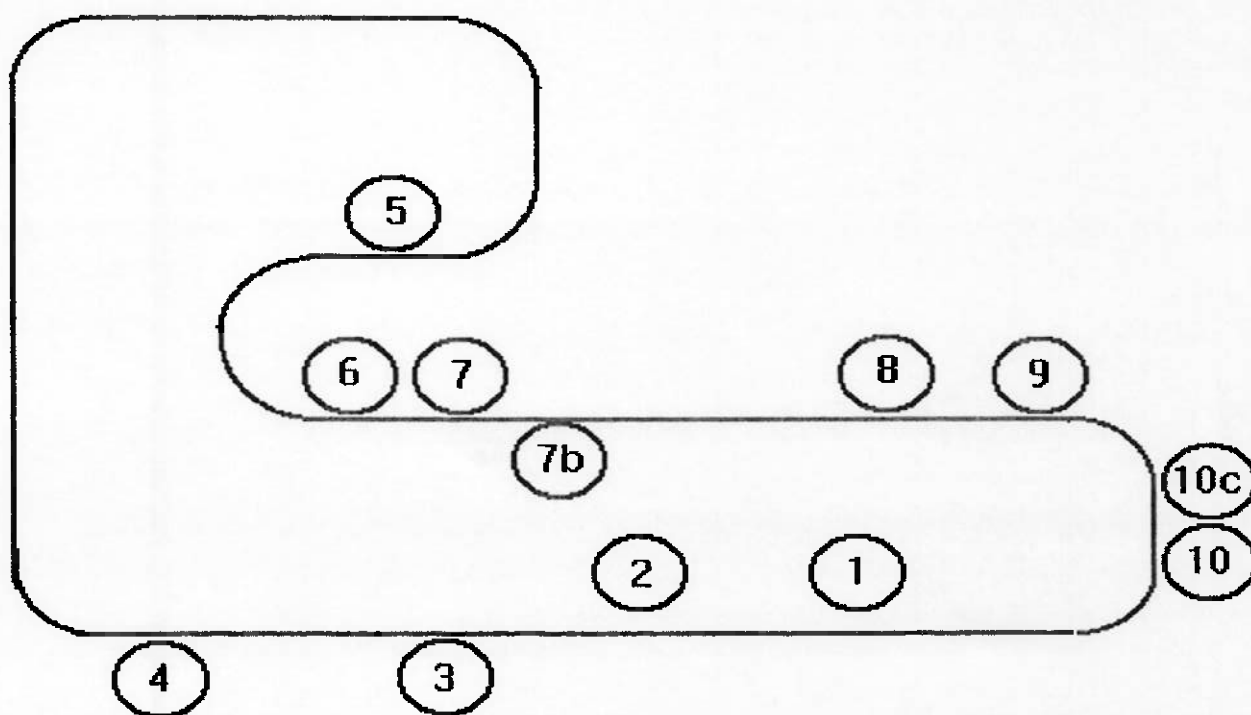


Figura 7. Tempo de Parada da Produção
Material Extraído da empresa

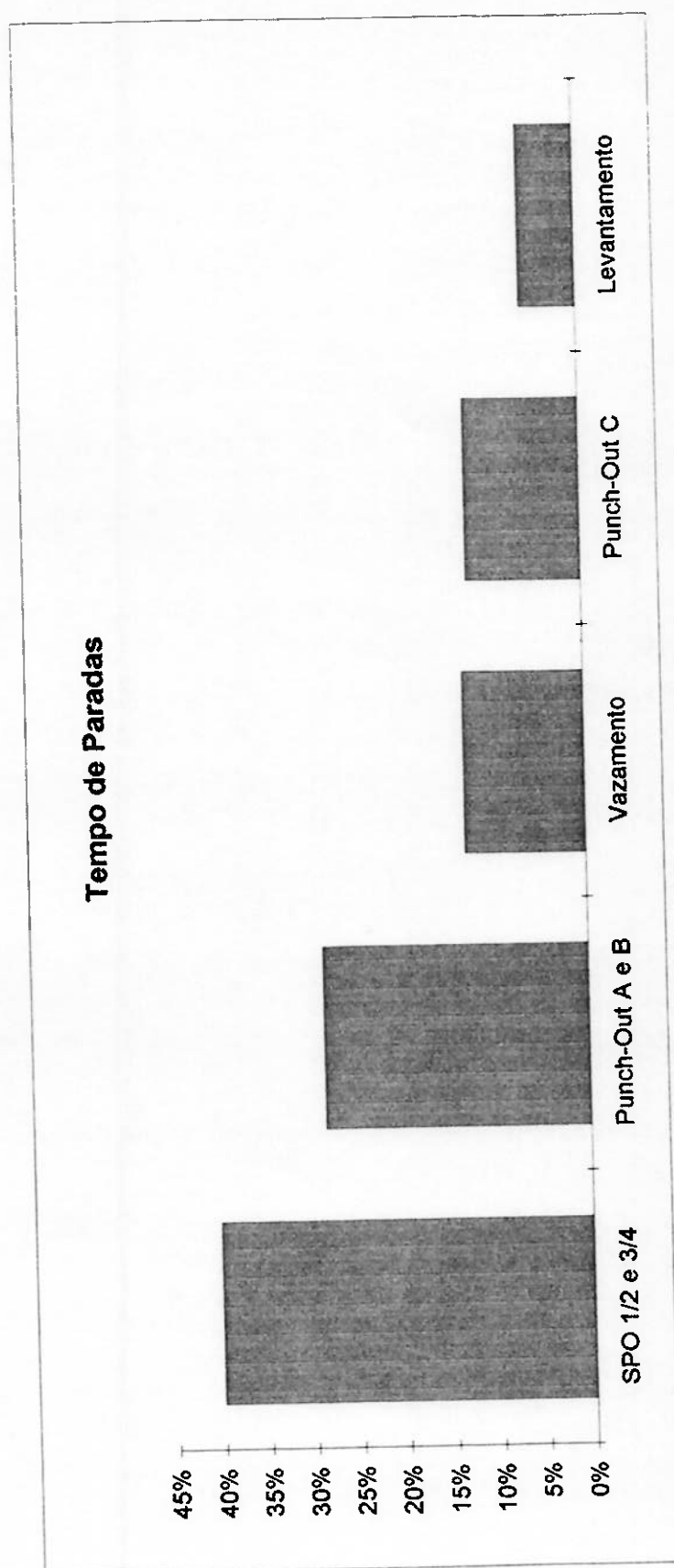
Processo de Moldagem SPO



Fases do processo:

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1. SPO 1/2 | 7. Punch - Out B |
| 2. SPO 3/4 | 7b. Talha Punch - Out B |
| 3. Início Vazamento | 8. Tração do Transportador |
| 4. Fim Vazamento | 9. Levantamento |
| 5. Tira Grampo | 10. Punch - Out C |
| 6. Punch - Out A | 10b. Talha Punch - Out C |

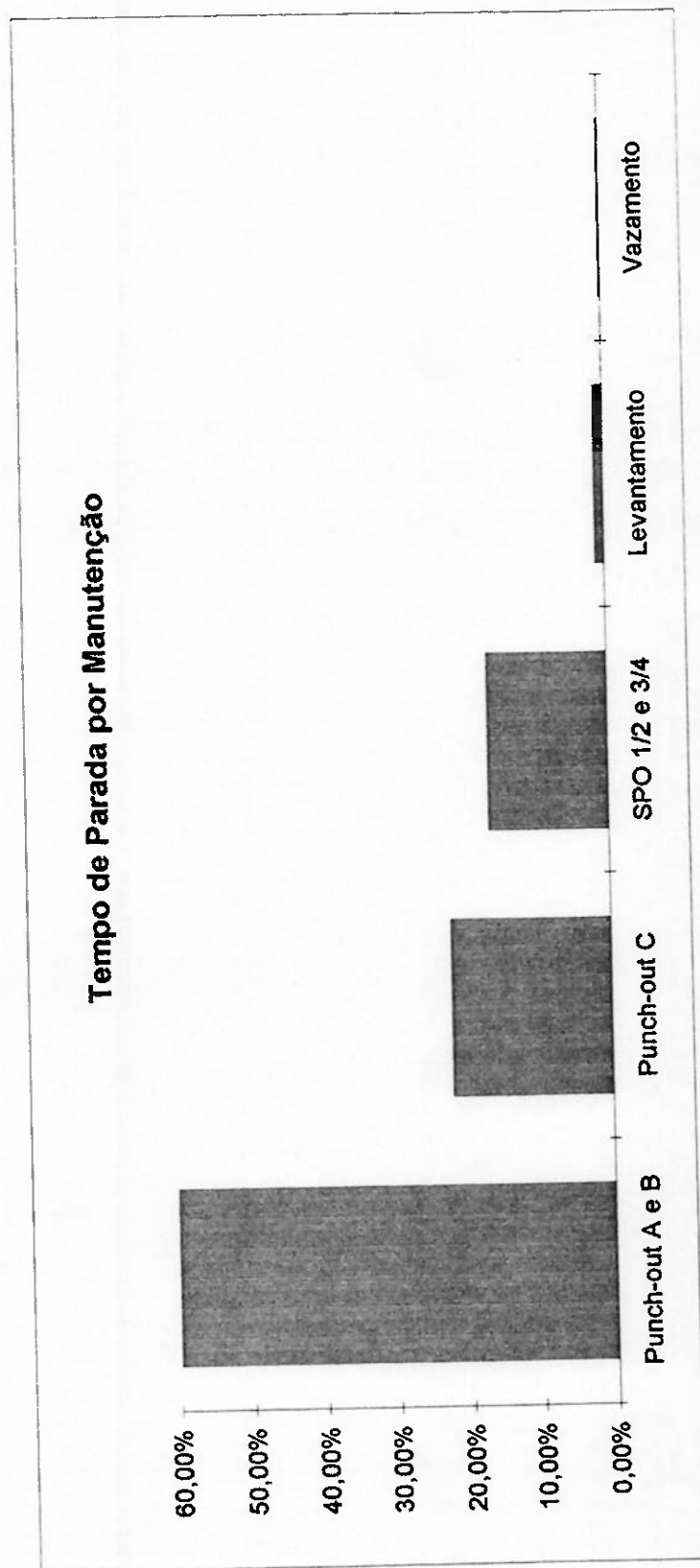
Figura 8. Fases do Processo
Elaborado pelo autor



em minutos

Máquina	01/Jul	02/Jul	03/Jul	04/Jul	05/Jul	06/Jul	08/Jul	09/Jul	10/Jul	11/Jul	12/Jul	13/Jul	Total	%
SPO 1/2	41	6	9	2	13	3	9	34	16	6	68	15	222	14,80%
SPO 3/4	39	52	31	63	13	4	12	8	12	33	72	40	379	25,27%
Vazamento	16	28	12	7	6	20	26	19	23	5	14	19	195	13,00%
Punch - Out A	12	15	13	5	9	4	36	31	15	20	19	8	187	12,47%
Punch - Out B	34	20	24	19	21	17	27	20	22	12	15	9	240	16,00%
Levantamento	35	2	16	4	0	1	11	0	0	4	8	10	91	6,07%
Punch - Out C	21	31	6	7	5	9	18	20	19	15	25	10	186	12,40%

Figura 9. Tempo de Parada na Moldagem SPO
Material extraído da empresa



Máquina	em minutos																Total	%
	01/Jul	02/Jul	03/Jul	04/Jul	05/Jul	06/Jul	08/Jul	09/Jul	10/Jul	11/Jul	12/Jul	13/Jul	13/Jul	13/Jul	13/Jul	13/Jul		
SPO 1/2	6	0	0	0	0	0	0	10	5	0	18	0	0	0	0	0	39	6,04%
SPO 3/4	0	10	5	6	0	0	5	0	0	15	15	12	12	12	12	12	68	10,53%
Vazamento	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,15%
Punch - Out A	12	15	13	5	9	4	25	31	15	13	13	8	8	8	8	8	163	25,23%
Punch - Out B	28	20	24	19	17	17	27	20	22	6	15	9	9	9	9	9	224	34,67%
Levantamento	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	8	1,24%
Punch - Out C	16	25	0	0	0	5	15	20	19	15	18	10	10	10	10	10	143	22,14%

Figura 10. Tempo de Parada por Manutenção
Material extraído da empresa

3.2 ESCOLHA DO MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Definido o escopo de atuação do setor de manutenção, monta-se uma equipe de atuação para a solução dos problemas físicos. De acordo com as práticas do setor, quando um único problema provoca mais de 50% das manutenções durante um mês, encaminha-se para o TOPS (Team-Oriented Problem Solving), já inserido na filosofia do Sistema de Manutenção Preventiva da empresa.

Mais conhecido como *As Oito Disciplinas* (8D), consiste num método de solução de problemas físicos orientado por equipes. A folha de instrução para a triagem de problemas pode ser representada por um fluxograma (figura 11).

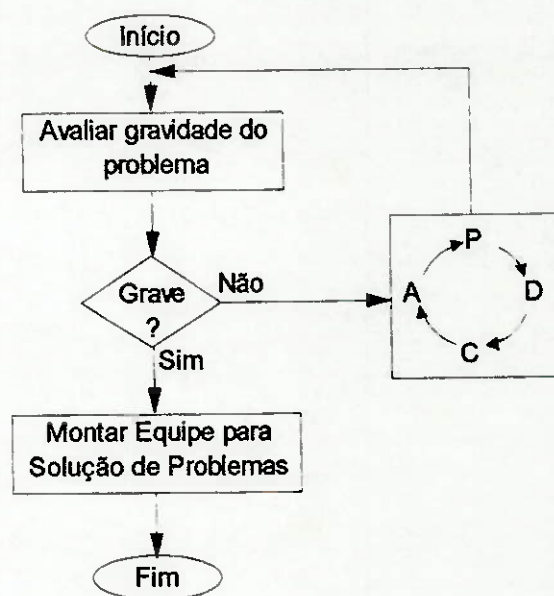


Figura 11. Fluxograma de triagem
Elaborado pelo autor

O ciclo PDCA apresentado neste fluxograma representa a melhoria contínua. Portanto, um problema que atualmente não seja considerado grave, futuramente pode se tornar.

O "Fim" deste fluxograma significa o início de todo o método que será aplicado neste trabalho.

PARTE II

DESENVOLVIMENTO

TEÓRICO
E
PRELIMINAR

CAPÍTULO 4 . UM MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O método TOPS, ou SPOE (Solução de Problemas Orientado por Equipes), é um procedimento para resolução de problemas.

Assim como QC Story, MASP (Método e Análise de Solução de Problemas), o SPOE possui muitos pontos em comum, uma vez que sua elaboração foi baseado nestes métodos.

O SPOE compõe-se de oito passos, o que levou a ser chamado no presente trabalho de formatura de *As Oito Disciplinas* (8D).

Esses passos se equivalem com as etapas do QC Story e do MASP, diferenciando apenas em alguns aspectos devido a ênfase do SPOE faz ao enfoque de equipe e em outros detalhes de processamento.

A primeira disciplina (D1) refere-se a usar abordagem de equipe, onde se definem sua composição, os objetivos, papéis e procedimentos. O que não significa que o QC Story não se trabalhe em equipe, pelo contrário, todos os métodos de solução de problemas podem ser feitos em equipe, mas só que no SPOE isto foi mais frisado e estruturado.

Na disciplina seguinte (D2), a equipe parte para descrever o problema, analogamente a etapa Identificação do Problema do QC Story e também no Reconhecimento dos Aspectos do Problema. No SPOE, a forma de dispor as informações como a tabela É / Não-É (anexo 1) serve para determinar os limites do problema, correspondendo a uma inovação em relação aos outros métodos. Entretanto, ambos os métodos utilizam-se de uma análise comparativa de funcionamento do processo para melhor identificar o problema e suas causas.

Implementar e definir ações interinas de contenção (AIC) corresponde a terceira disciplina (D3), prevista no SPOE. Em D3, verifica-se a necessidade ou não de uma AIC, enquanto ainda não se resolve completamente o problema. No SPOE, a equipe possui esta chance, quando no QC Story nada se foi previsto em termos de AIC. Mas se considerar apenas os resultados finais, não avaliando as condições durante o desenvolvimento do método, conclui-se que SPOE e QC Story permanecem iguais.

Descobrir quais são as causas principais é uma etapa do QC Story análoga a quarta disciplina (D4 - Definir e Verificar as Causas Reais). Reporta-se as observações anteriores da descrição do problema a fim de identificar as raízes das causas. Os métodos usam o diagrama de causa-e-efeito para entender melhor as relações do problema.

A quinta disciplina (D5), Escolher e Verificar Ações Corretivas Permanentes, está implícita no QC Story na etapa de Ação (Agir para eliminar as causas reais). Neste último, existe uma atividade de planejar um conjunto de diferentes propostas de ação, examinar as vantagens e desvantagens de cada uma e selecionar aquela com a qual o pessoal envolvido estiver de acordo. Isto, então, corresponde a tomada de decisão em D5 do SPOE.

A Ação do QC Story está representada na sexta disciplina (D6 - Implantar ação corretiva permanente), onde se certifica de que o problema não ocorrerá novamente, ao se analisar os resultados e confirmar a eliminação das causas reais. Portanto, esta é mais uma etapa onde o SPOE se espelha ao QC Story.

A sétima disciplina (D7 - Evitar Reincidência) representa a preocupação do método em impedir que o problema volte a acontecer. São realizados procedimentos de padronização de ações preventivas e de proteção, da mesma forma que o QC Story também se preocupa em padronizar para eliminar definitivamente as causas. Assim, nesta disciplina, se faz os planejamentos para evitar futuros problemas e melhorar continuamente. Isto corresponde a revisão das atividades para trabalho futuro do QC Story.

Parabenizar a Equipe é a oitava disciplina (D8), o que demonstra a ênfase do SPOE na abordagem em equipe.

Portanto, de uma maneira geral, existe um perfeito paralelo e sincronismo entre os métodos, o que prova a origem do SPOE.

Nos capítulos seguintes serão apresentados como As Oito Disciplinas funcionam, podendo assim notar suas semelhanças com estes outros métodos de solução de problemas.

Obviamente, irão se encontrar ligeiras diferenças nas formas de dispor as fases, atividades e informações, contudo as abordagens e pontos de vista das aplicações das ferramentas continuam as mesmas, idênticas aos outros métodos de solução de problemas ensinados ao longo do curso de Engenharia de Produção. Ou seja, As Oito Disciplinas encontra-se em uma outra roupagem em relação aos demais métodos.

CAPÍTULO 5. AS OITO DISCIPLINAS E AS FERRAMENTAS DE PROCESSAMENTO

No decorrer do desenvolvimento das Oito Disciplinas, serão usadas ferramentas de processamento, consistindo em:

- Solução de Problemas;
- Tomada de Decisão;
- Planejamento e Prevenção de Problemas;
- Análise de Problemas.

Nos anexos constam maiores detalhes sobre cada uma dessas ferramentas de processamento.

Estas quatro ferramentas simplificadaamente podem ser descritas como:

Solução de Problemas(anexo A): consiste em um processo sistemático que, além de descrever e analisar o problema, chega a descobrir as causas reais desse problema. Utilizadas geralmente quando existem um efeito indesejável de "ações do passado" que ainda estão repercutindo. Ao solucionar um problema, freqüentemente é necessário mais tempo, energia e recursos do que para evitá-lo. De acordo com As Oito Disciplinas, esta ferramenta torna-se útil em D2 e D4, ou seja, para descrever o problema e, definir e verificar as causas reais.

Tomada de Decisão(anexo B): essa ferramenta aplica-se no fato que corriqueiramente é necessário selecionar a melhor opção dentre um conjunto de opções possíveis. Correspondem as "ações do presente" para situações atuais, em que a decisão correta precisa ser tomada logo da primeira vez, à fim de serem introduzidas as ações certas. Para o método de soluções de problemas, essa ferramenta é usada nas etapas D3 e D5, para determinar que ações interinas e permanentes devem ser tomadas e efetuadas.

Planejamento e Prevenção de Problemas(anexo C): nessa ferramenta de processamento se procura examinar o "futuro" e tentar antever o que poderia dar de errado no plano. Isto é uma forma importante para que os membros da equipe, mediante às exigências do processo, façam planos para evitar que problemas aconteçam ou causem danos graves. Geralmente, o Planejamento e Prevenção

de Problemas verifica-se qual a maneira, em termos de custos, de evitar um problema. Essa ferramenta é usada nas etapas D6 e D7, para a implementação de ações corretivas e prevenção de problemas.

Análise de Problemas(anexo D): processo que desdobra questões complexas, em pontos controláveis, estabelece prioridades e designa as ferramentas de processo acima descritas, que sejam apropriadas para a solução. Assim, como uma Tomada de Decisão, esta também lida com "situações presentes" e ajuda a fugir da aparentemente inevitável lista de atividades "por fazer", além de avaliar as situações de uma perspectiva mais ampla. Esta ferramenta é comumente usada no início do processo 8D (às vezes chamado de D0 [D-zero] pela gerência), para ajudar a equipe a se estabelecer e definir suas metas e objetivos.

A etapa D8, Parabenizar a Equipe, consiste na etapa final do esforço no método de solução de problemas, leva a reconhecer o trabalho coletivo da equipe, ou seja, agradecer as contribuições individuais. Não é propriamente uma ferramenta de processamento. E assim como a Tomada de Decisão e Análise de Problemas aplicam-se para as situações do "presente". A figura 12 mostra a lista de ferramentas de processamento, incluindo D8, onde são usadas nas Oito Disciplinas. E a figura 13 procura alocar se essas ferramentas são utilizadas em situações do presente, passado ou futuro.

Embora feitas para serem usadas por uma equipe, um só indivíduo também pode usar as ferramentas de processo, para resolver sistematicamente pontos preocupantes. Quer funcionando em equipe, quer sozinho, o processo SPOE determina um deslocamento baseado em fatos, a cada etapa, da mesma forma que os outros métodos de solução de problemas (QS Story e MASP).

Para o sucesso da implantação e execução do método, deve-se estar preparado para evitar a atuação dos fatores inibidores de eficiência, e em contrapartida, estimular os fatores facilitadores (anexo E). O papel da gerência (anexo F), no desenvolvimento do método, também é considerado fundamental para o bom andamento e deve ser considerado.

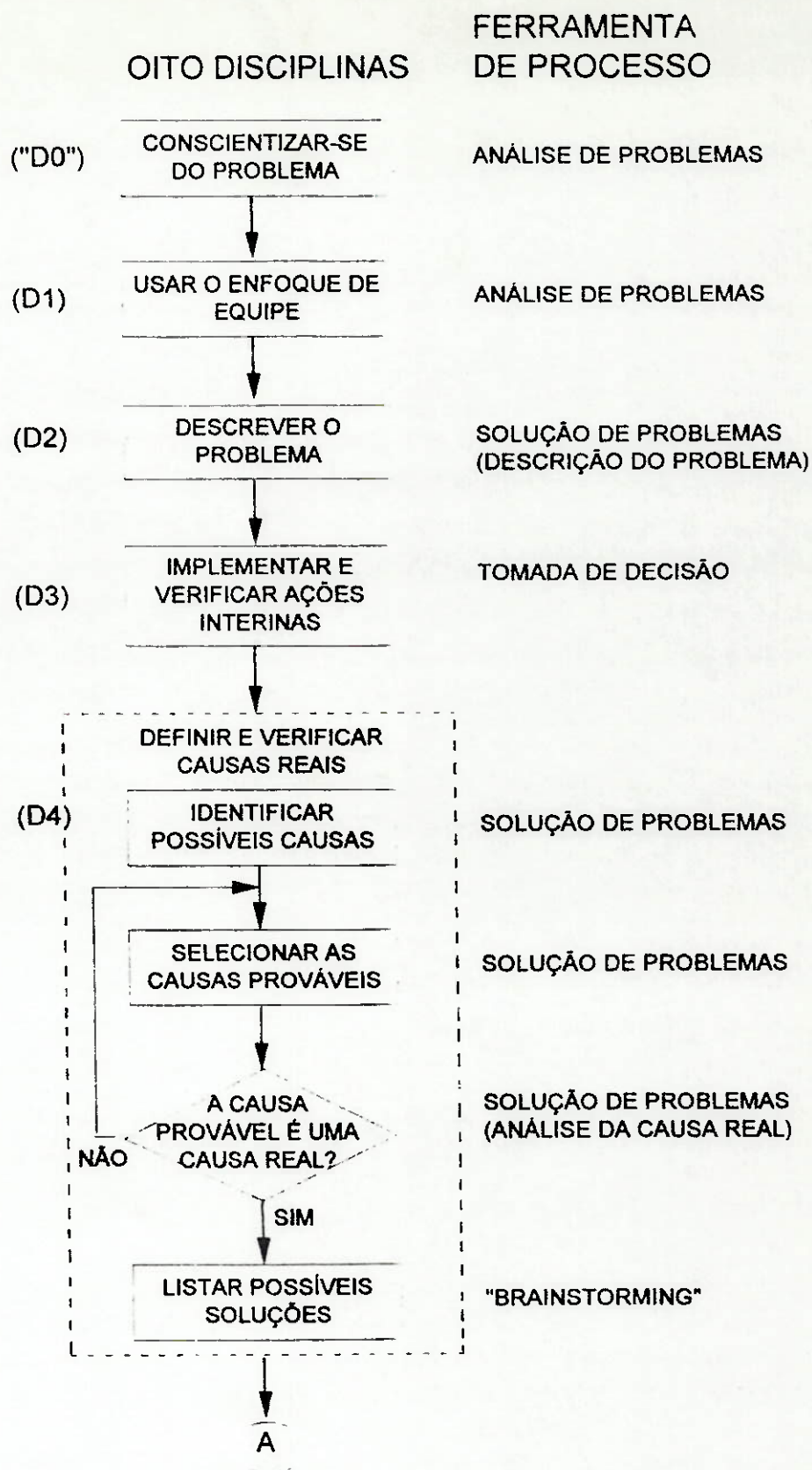


Figura 12. As Oito Disciplinas e as Ferramentas de Processo
Elaborado pelo autor

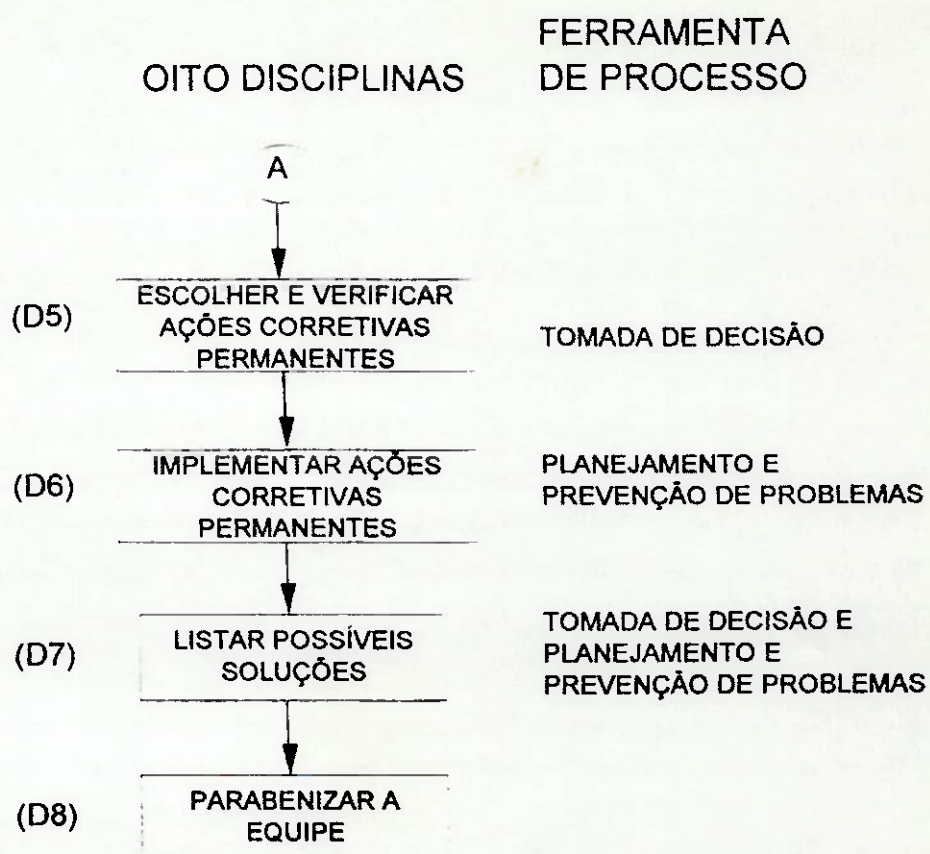


Figura 12. As Oito Disciplinas e as Ferramentas de Processo
Elaborado pelo autor

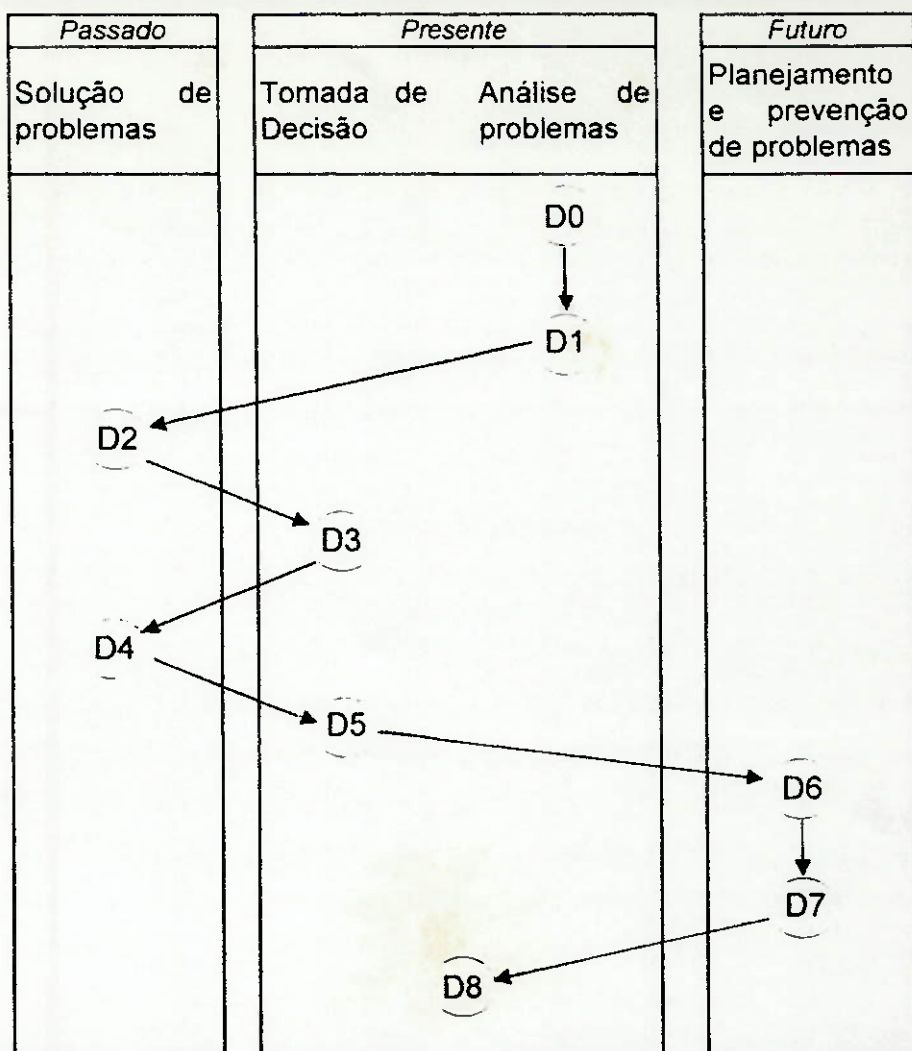


Figura 13. Situações das ferramentas no tempo
Elaborado pelo autor

CAPÍTULO 6. CHECK-LIST

Para cada disciplina, é importante frisar quais são os pontos a ser verificados. Procura-se listar as perguntas de modo a ser aplicado a todas as dimensões possíveis que o problema de quebra de equipamento nos sistemas A e B pode ocorrer. Mas isto não impede que algumas perguntas não sejam respondidas pela equipe.

Portanto, a seguir estão preparadas perguntas-guia especificamente com a finalidade de acompanhar o cumprimento e desenvolvimento das disciplinas.

D1 - Usar abordagem de equipe

• Composição

1. As pessoas são afetadas pelo problema representado?
2. Cada indivíduo tem um motivo para estar na equipe?
3. A equipe é bastante grande para incluir todas as entradas necessárias, mas também pequena bastante para agir eficientemente?
4. A composição da equipe reflete a situação atual do problema?
5. Os membros da equipe concordam em participar?

• Conhecimento do Produto/Processo:

1. Qual é o problema em torno do qual uma ação deve ser considerada?
2. Quem é afetado pelo problema?

• Procedimentos:

1. As metas e objetivos da equipe têm sido aclarados?
2. A equipe tem autoridade suficiente para tomar decisões e atingir suas metas e objetivos?
3. O ponto de vista do cliente está representado na equipe?
4. Como serão comunicadas as informações da equipe interna e externamente?
5. Todos os membros concordam com os objetivos da equipe e os entendem?

• Papéis:

1. Quem foi designado Gestor da equipe?
2. Quem é o líder da equipe?
3. As responsabilidades dos membros da equipe são claros?

D2- Descrever o Problema

1. Que tipo de problema é? p.ex.,

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| . melhoria da qualidade; | . melhoria de custo; |
| . melhoria de manufatura; | . implementação de solução; |
| . projeto de componente; | . multidisciplinar; |
| . trabalho/pessoal; | . pesquisa. |

2. Podemos listar quaisquer recursos e documentos que possam melhor quantificar este problema?

3. Temos mais de um problema? Esta situação pode ser separada em partes menores?

4. Há alguma evidência deste problema ter surgido anteriormente?

5. Qual é a extensão do problema?

6. O problema aumentou, diminuiu ou permanece constante?

7. O processo é estável?

8. Quais os indicadores estão disponíveis para quantificar a problema?

9. Podemos determinar a severidade do problema? Podemos determinar os vários "custos" do problema? Podemos exprimir o custo em termos de percentagens, dólares, parcelas etc.?

10. Temos a evidência física do problema em mãos?

11. Que fontes de indicadores de problema foram usadas?

12. As peças que falharam foram analisadas em detalhe?

13. Quem é o cliente?

14. Que cliente primeiro observou o defeito?

15. A quem ele foi relatado?

16. Qual é a Definição Operacional em nossos termos e em termos de nosso cliente?

17. Verificamos o problema com visitas in loco ao cliente?

18. Há um plano de ação para coletar informações adicionais?

19. Temos os membros certos na equipe para prosseguir na próxima etapa?

D3 - Implementar e Verificar a Ação Interina de Contenção

1. Quais ações de contenção foram identificadas ?
2. Por que foi escolhida esta ação de contenção?
3. Testamos a viabilidade desta AIC?
4. Certificamo-nos de que a implementação da ação de contenção não dará origem a outros problemas?
5. Todas as Ações Interinas de Contenção vigiarão até que sejam executadas as ações de longo prazo?
6. Coordenamos o plano de ação do cliente?
7. Estão claras as responsabilidades pela ação de contenção?
8. Existe o apoio necessário?
9. Quando estão concluídas as ações?
10. Foram feitos testes para avaliar a eficiência das ações?
11. Podemos triturar essas ações em pequena escala para testar sua eficiência?
12. Estão sendo coletados dados continuamente para assegurar que as ações continuam eficazes?
13. Documentamos nossas Ações Interinas de Contenção? P.ex., desvio de engenharia, standart de reparo, registros de qualidade, diário de bordo, fluxograma do processo etc.)
14. Temos as pessoas certas na equipe?

D4 - Definir e Verificar as Causas Reais

1. Fontes de informação foram usadas para definir a causa real do problema?

2. Há relação entre o problema e o processo?

3. Está é uma situação inédita/única ou a causa real é semelhante a alguma anterior?

4. Quais são as diferenças entre o "É" e o "NÃO-É" ?

5. Por que não percebemos este problema antes?

6. O que mudou na

Manufatura:

novas ferramentas?

novos operadores?

mudanças no processo?

outra fábrica têm problema semelhante?

Engenharia:

o problema tem pouco padrão?

geográfico?

época do ano?

datas de construção?

o problema existia quando o programa foi liberado?

o problema foi liberado condicionalmente?

o problema existia nos protótipos de veículos?

o problema existia nos testes funcionais?

7. Que dados existem para indicar mudança no processo?

8. Se a causa possível é real, como se explica tudo o que sabemos sobre a Descrição do Problema?

9. Que evidência existe de que há realmente outras causa potenciais realmente ocorrendo?

10. Se estão ocorrendo, que defeitos indesejados poderiam ter?

11. É preciso executar ações para assegurar que outras causas potenciais não criem efeitos indesejáveis?

12. Temos as pessoas certas nesta equipe para a disciplina seguinte?

D5 - Escolher e Verificar a Ação Corretiva Permanente

1. Que Ações Corretivas Permanentes foram considerados?
2. Por que estamos recomendando esta ACP?
3. Que riscos estão associados a esta opção e como devem ser gerenciados?
4. Que ACP's foram analisados quanto à expectativa de vigência e custo?
5. Que indicadores usamos para verificar a ACP?
6. Estes indicadores estão relacionados com as causas reais do problema?
7. Qual é a frequência e o intervalo de que precisamos para medir este problema? (horário, diário, semanal, mensal)
8. Nosso plano de teste de viabilidade da ACP reflete este padrão de frequência?
9. Todos os indicadores que estamos usando refletem conclusivamente a resolução das causas reais?
10. Que métodos serão usados para verificar eficiência a curto prazo e prever os resultados a longo prazo?
11. Nossa ACP é aceitável às necessidades do cliente?
12. Com base em nossos testes, a ACP eliminará totalmente o defeito associado à causa real? Temos dados quantificáveis para demonstrar isto?
13. Foram feitos testes de campo usando os grupos pilotos de clientes?
14. Foram marcadas datas para avaliar a eficiência da ACP?
15. Esta ACP criará outros problemas?
16. O que se planeja fazer, se a solução não for satisfatória?

D6 - Implantar Ações Corretivas Permanentes

1. As ações constituem a melhor solução a longo prazo, do ponto de vista do cliente?
2. As ações são lógicas em relação ao planejamento cíclico dos produtos?
3. Foi feito um plano de ação?
 - . Foram atribuídas responsabilidades?
 - . Foram estabelecidos prazos?
 - . Foi definida a necessidade de apoio?
 - . Que indicadores serão usados para verificar o resultado das ações a curto e a longo prazo ?
4. Testamos o sistema de controle simulando os problemas?
5. Foram coordenados os planos de ação corretiva com todas as partes afetadas ?(fornecedor, ferramentas, relações públicas etc.)
6. Que indicadores serão usados para medir os resultados?
7. Que controles estão implementados para assegurar que a solução é definitiva como se pretende?
8. Todas as modificações decorrentes da ACP foram integradas ao nosso sistema, processos e procedimentos existentes?
9. Os sistemas, processos, procedimentos e documentos foram formalizados e comunicados para refletir todas as modificações decorrentes da ACP?
10. Temos as pessoas certas na equipe para a disciplina seguinte?

D7- Evitar Reincidência

1. Que práticas, procedimentos e sistemas permitiram que este problema ocorresse?
2. O problema decorreu de falha no sistema físico ou comportamental?
3. Que práticas necessitam de padronização?
4. Foram feitos planos para coordenar as ações - quem? o que? e quando?
5. Como serão comunicados as novas práticas aos afetados pela modificação?
6. Todo pessoal foi informado das ações para evitar reincidência?
7. Que modificações têm sido feitas no sistema?
8. Que práticas foram padronizadas/standardizadas?
9. Foram atualizados os fluxogramas de processo, as FMEA?
10. Quais as oportunidades de aperfeiçoamento do processo existentes nessa situação? E que providências estão sendo tomadas?
11. Que pontos de verificação de processo foram definidos para avaliar as melhorias do sistema?

D8 - Parabenizar a Equipe

1. Registramos o trabalho da equipe (D1-D8) apropriadamente para que os outros que enfrentem problemas semelhantes possam consultar os dados?
2. Que trabalho permanece não concluído? (p.ex., o relatório de 8D foi concluído e arquivado?)
3. Que formas de reconhecimento foram combinados para os esforços da equipe?
4. Como será feito o reconhecimento dos membros da equipe individualmente?
5. Os membros da equipe foram avisados, individualmente, de que a equipe seria desfeita?
6. Como se poderia transmitir esta informação a outros que poderiam beneficiar-se dos resultados?
7. Qual é a frequência e o intervalo de que precisamos para medir este problema?

PARTE III

IMPLANTAÇÃO,

EXECUÇÃO

E

RESULTADOS

7. IMPLANTAÇÃO E EXECUÇÃO

7.1 USAR A ABORDAGEM DE EQUIPE

A primeira disciplina consiste em formar uma equipe e usar uma abordagem condizente, o enfoque de equipe. O objetivo deste primeiro passo é estabelecer um pequeno grupo de pessoas com conhecimento do processo de moldagem na SPO, reservar certo tempo (9 horas por semana) para tanto, agrupar habilidades nas áreas técnicas necessárias para solucionar o problema e implementar as ações corretivas.

Quando uma pessoa não consegue solucionar rapidamente um problema, deve-se formar uma equipe para investigá-lo. A transformação de um grupo de pessoas em uma equipe eficaz exige tempo e dedicação. Adotar o enfoque de equipe não é apenas uma etapa do processo de solução de problemas, e sim, uma estrutura importantíssima para a tomada de decisão. É preciso reavaliar constantemente a composição da equipe.

O modelo de trabalho em equipe eficaz tem cinco componentes, a saber: composição, objetivo, papéis, procedimentos e construção da equipe.

1. Composição

As normas para estabelecer a composição da equipe são: tamanho, necessidade de apoio, conhecimento especializado, mudança e ambiente.

Tamanho: de preferência escolhe-se de 4 a 10 membros, pois equipes maiores podem ter dificuldade de se concentrar no problema e talvez não sejam eficazes. Essas equipes deveriam avaliar a necessidade de uma comissão e/ou sub-grupos diretores. As equipes pequenas demais acabam sem recursos suficientes para tratar efetivamente do problema. Portanto, será formado uma equipe de seis membros, aglutinando todos o potencial necessário e suficiente para resolver o problema com menor tempo disponível.

Necessidade de Apoio: situação importante para verificar se estão representados os níveis organizacionais certos. Para que a equipe tenha força

suficiente, o gestor (termo explicado posteriormente) será o gerente de engenharia de fábrica.

Conhecimento especializado: esta questão exige uma apurada seleção do pessoal, definindo assim aqueles que possuem o conhecimento e habilidades específicas para que a equipe possa começar a trabalhar no problema.

Mudança: inicialmente definiu-se a formação do grupo, porém existe uma possibilidade de se colherem outras informações não previstas, além de eventos externos e chegada de novos membros. Isto pode acarretar em mudanças da meta e da composição. É preciso estar preparado para essas eventuais mudanças. Assim, quando alguém entra para a equipe, deve-se, antes de mais nada, procurar informar quais são os outros membros e o porquê deles estarem na equipe. Deve-se também informar para o novo integrante qual a razão da sua entrada e o seu papel dentro da equipe.

Quando entram novos membros, os que estão na equipe devem dedicar mais tempo à assimilação desse fato, certificando-se de que os novos têm todas as informações necessárias sobre o trabalho. A equipe deve também compreender que, com a chegada de novos membros ela passa a ter nova identidade e potencial maior.

Um membro novo é fator importante em termos de consecução de metas, determinação de autoridades etc., fator que deve ser reconhecido. Ao mesmo tempo, ele pode ter de aprender muito sobre o trabalho anteriormente feito pela equipe, sobre as próprias pessoas e sobre como todos trabalharam juntos antes.

Ambiente: Os locais das reuniões são cruciais para o bom trabalho em equipe. O local escolhido, sala do On-site, proporciona um ambiente tranquilo sem interrupções. É um local próximo da área de trabalho de todos os envolvidos, tanto da equipe quanto do seu cliente, a produção. Esta sala propicia boa interação entre os membros da equipe.

2. Objetivos

Os objetivos foram delimitados respeitando as habilidades de cada membro. Assim, para o gestor, que exerce a liderança, seu objetivo relaciona-se com a implantação do sistema de ações que interferem na produção.

É crucial que seja esclarecido a respeito das atribuições e do objetivo da equipe, somente assim um grupo se transformará em equipe. Se qualquer membro tiver objetivos diferentes ou adicionais, deve revelar o fato para que mais tarde não seja truncado o sucesso da equipe. O objetivo deve ser claramente especificado, passível de realização, mas também desafiante. Nesse caso o objetivo traçado foi de reduzir em 80% o tempo de manutenção nos "punch-out" A e B da SPO.

Observação: A partir deste momento o autor refere-se de sistemas A e B, em vez de "punch-out" A e B. Pois, o termo "sistema" abrange uma noção mais ampla para a questão que estaremos lidando. Inclui outras variáveis de entrada e saída, e condições de contorno.

Portanto, o Objetivo definido é de:

***Reduzir em 80% o tempo de
manutenção nos Sistemas A e B***

Para aumentar a clareza, o objetivo teve que anotado e mostrado a todos os membros, certificando-se do seu entendimento.

3. Papéis

Uma equipe de 8D exige um gestor e, também, pessoas que desempenhem os papéis de líder, secretário e facilitador. Entretanto, os elementos desses papéis podem às vezes ser assumidos por outros membros, em diferentes épocas e os papéis de líder e de facilitador, ocasionalmente, se combinam.

O **gestor** exerce a liderança, quando necessário, tem prioridade, apoia a decisão final e tem autoridade para implementar ações corretivas e corrigir o sistema, se necessário. O gestor também examina o progresso da equipe a cada etapa 8D. Assim, como já foi dito, está definido o Gerente de Engenharia de Fábrica como o gestor.

O **líder**, o encarregado da manutenção mecânica, é o porta-voz da equipe, convoca reuniões, marca os horários de reuniões e as dirige, seguindo sua agenda. É a autoridade do dia-a-dia e o responsável pela coordenação global, além de ajudar a equipe a atingir suas metas e objetivos.

O **secretário** é o membro responsável pelas anotações durante a reunião e pela redação, publicação e distribuição das atas. Escolheu-se um eletricitista que atualmente trabalha na supervisão do sistema de manutenção, que trabalha com o líder na coordenação de questões logísticas.

O papel do **facilitador** monitora a equipe, ajuda a manter os membros concentrados no objetivo e assegura a todos a oportunidade de participar. Precisa ser neutro, em termos de conteúdo e visto como um especialista no processo SPOE. Enquanto no desempenho de seu papel, não avalia as idéias da equipe, mas concentra-se no processo de comunicação, procurando difundir as idéias do método de solução de problemas: as ferramentas de processamento e outras técnicas. Auxila nas análises: como por exemplo na análise do modo e efeito das falha (FMEA), análise de viabilidade e sensibilidade. O facilitador intervém também, quando necessário, para verificar se há consenso e dar "feedback" a outros membros da equipe. Assim, designou-se o atual estagiário do departamento de manutenção, que possui uma boa formação teórica das diversas ferramentas de processamento e análises, e portanto preparado para suas disseminar os conceitos e partir para suas aplicações.

Os **participantes** são membros da equipe responsáveis pela execução das tarefas a ela confiadas. Conseguem cumprir essa função sendo receptivos ao processo de tomada de decisão com consenso, ouvindo atentamente as idéias de outros membros da equipe, mantendo aberta e comprometendo-se em seguir as etapas do processo de solução de problema. Todos os participantes precisam entender claramente suas tarefas e aceitá-las com boa disposição, sentido-se

porém, livres para expressar suas opiniões ou sentimentos sobre o problema ou processo de reunião. Assim posto, incluiu-se um mecânico e um operador da SPO na área dos sistemas A e B.

4. Procedimentos

A equipe adotou procedimentos delineados e combinados em sua organização, cada reunião tendo uma agenda estabelecida e horários para começar e terminar. Definindo assim todos os dias da semana das 9:00hs às 10:30hs.

Ao término de cada reunião, faz-se um plano de ação. Planejar a ação foi imprescindível, quando se apresentava um relatório à gerência e em outras ocasiões, para gerenciar a atividade da equipe e seus deveres. Depois da reunião, distribui-se as atas, e de preferência antes da reunião seguinte, pois elas ajudam a lembrar os membros dos seus deveres.

5. Construção da equipe

A equipe TOPS necessita do apoio da gerência para ter tempo suficiente para solucionar o problema e autoridade para agir.

Assim, precisa de um certo nível de confiança entre os membros, pois se pretendia que o grupo trabalhe eficientemente como uma equipe. Conhecer as regras, responsabilidades e expectativas de outras pessoas ajuda a estabelecer a habilitação para o trabalho em equipe. Existe uma necessidade de dar e pedir informações de modo a construir os dados comuns e necessários para se trabalhar uns com os outros sem atritos.

Os membros da equipe tem que respeitar as idéias um dos outros, manter a mente aberta, e ser receptivos à tomada de decisão de consenso, e ouvir atentamente as idéias dos outros membros da equipe.

Para que os membros da equipe trabalhem em conjunto, precisam ter habilidades no relacionamento interpessoal. Para tanto são explicados certos conceitos, tais como:

- *Compromisso*: a capacidade de assumir um compromisso total com as metas da equipe;
- *Comunicações*: a capacidade de transmitir e avaliar informações, idéias e sentimentos pessoais. Os participantes devem sentir-se livres para fazer observações, manifestar seus sentimentos e idéias sobre o problema, o processo e o funcionamento da reunião. Durante a reunião, todos os participantes devem contribuir falando e ouvindo atentamente as discussões. A eficiência da reunião depende da abertura de cada membro da equipe às idéias dos outros;
- *Liderança*: a capacidade de guiar, informar, inspirar, treinar e apoiar os outros membros da equipe;
- *Eficiência da reunião*: a capacidade de conduzir e/ou participar de reuniões onde se trocam informações, se dá "feedback", planeja-se, fazem-se recomendações, solucionam-se problemas e tomam-se decisões;
- *Reconhecimento e "feedback"*: a capacidade de apresentar o ponto de vista e as reações de um membro da equipe relativamente ao desempenho de outro.
- *Resolução de conflito*: a capacidade de conciliar diferenças, ouvindo atentamente, esclarecendo, confirmando, respeitando diferenças individuais, cooperando, temporizando e negociando. Conflitos são normais, constituindo um componente saudável de trabalho de equipe. É crucial, portanto, que se conciliem as inevitáveis diferenças.
- *Tomada de decisão de consenso*: a capacidade de chegar a uma decisão de consenso.

7.2 DESCREVER O PROBLEMA

A finalidade de D2 é coletar e organizar todos os dados relevantes que descrevam integralmente o problema e criam um entendimento entre a equipe e o pessoal da produção, e entre os membros da equipe. A Descrição do Problema é um resumo do dados sobre o problema, extremamente útil, mas que deve ser atualizado na medida em que se dispõe de novas informações factuais. A equipe usará esses dados durante todo o processo 8D (p.ex., em D3, para avaliar quanto do defeito foi eliminado pelas medidas provisórias de contenção, em D4, para analisar quais das possíveis causas são as reais, e em D5 e D6, para avaliação da ação corretiva). O trabalho feito inicialmente nesta fase cria hipóteses que a equipe precisa verificar quais dados deve coletar.

A fim de melhor descrever o problema, procura-se coletar e organizar o maior número de informações a seu respeito. Elabora-se um fluxograma de processo dos sistemas A e B (Figura 14), visando criar um entendimento de todos sobre o problema e seu escopo.

O levantamento dos relatórios de paradas da produção auxilia na descrição do problema. Deve-se descrever em termos "o que está errado com o que". Através da Descida de Escada (Figura 15) chega-se a Definição Operacional do Problema.

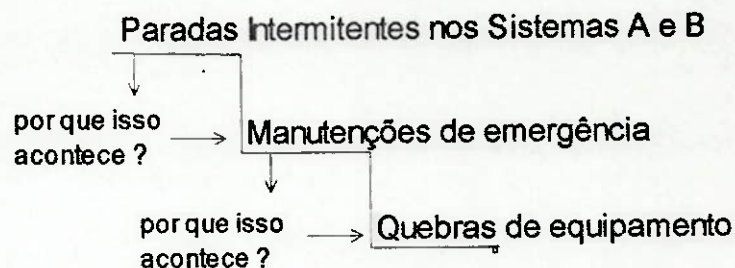


Figura 15. Descida da Escada para Definição Operacional
Elaborada pelo autor

Uma vez definido o problema, ~~discuti-se~~ sobre as causas de quebra de equipamento. E não se chegando a um consenso, pode-se parar neste nível (causa de quebra de equipamento), pois se percebe que não dispõe de todas as informações no momento. Mas como será possível perceber, ao longo do desenvolvimento das disciplinas a situação irá se tornando mais clara.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO

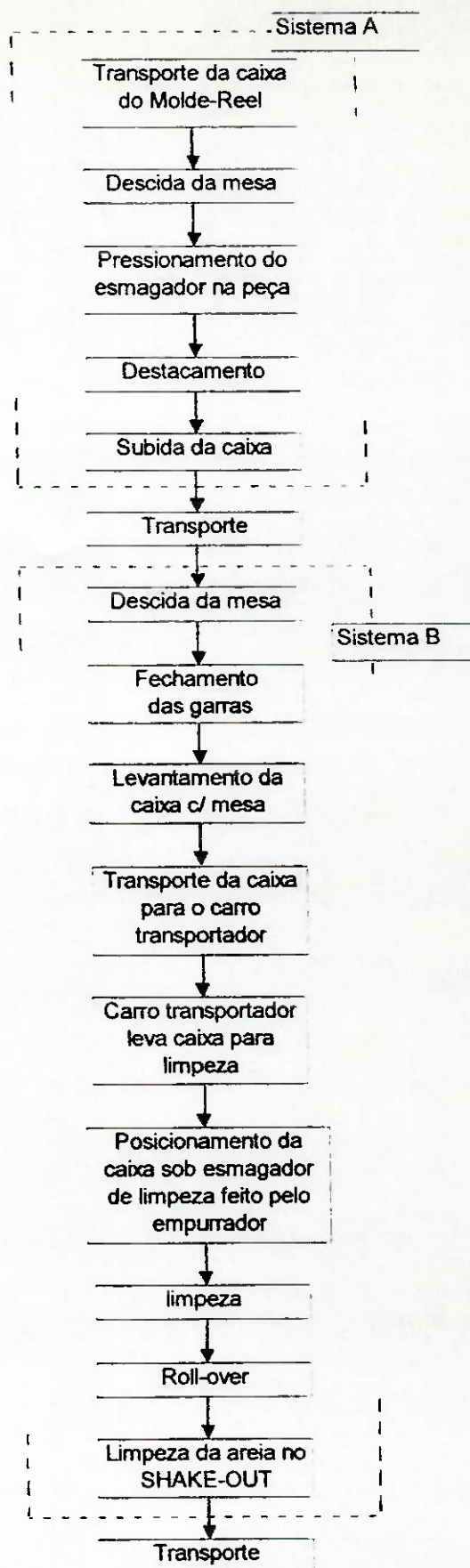


Figura 14. Fluxograma do processo dos Sistemas A e B
Elaborado pelo autor

Portanto, a Definição Operacional ficou sendo:

"Paradas nos sistemas A e B por quebra de equipamento"

A segunda etapa consiste em fazer a Descrição do Problema. Obter os dados preenchendo a folha de perguntas sobre Descrição do Problema (O que? Onde? Quando? e De que Tamanho?), (quadro 1). Este processo muitas vezes esclarece áreas em que é preciso mais informações ou onde as hipóteses da equipe tem que ser verificadas.

Uma vez feito a coleta de informações, prepara-se para investigar mais a fundo os pontos de preocupação da equipe com o problema, e coletar mais informações que o descreva mais amplamente. Isto consiste basicamente em anotar, durante o funcionamento dos sistemas, nos dois períodos, as ocorrências relevantes. Assim, basta designar um operador do equipamento como participante da equipe, à fim de saber claramente quais ocorrências de paradas deve-se anotar, procurando ainda destacar por que aconteceu.

Por fim, confirmar a Descrição do Problema junto ao pessoal da Produção, onde verifica-se mais uma vez se há concordância entre a equipe e a produção.

	É	NÃO-É
O QUE	O problema está acontecendo com os sistemas A e B. A quebra do equipamento está tornando esta parte o gargalo da produção.	No sistema C, similar ao A e B, não existe problema algum atualmente.
ONDE	O problema ocorre em diversos lugares: <i>nos sensores e acionamentos, esmagador, garras, posições das caixas, hastes dos pistões, cabo de comando elétrico, pistões hidráulicos.</i> Podem ser vistos externamente, sendo às vezes, necessário uma desmontagem.	Não se observa nenhum extravazamento ou complicações do problema para os processos subsequentes, como o sistema C; Problema das dimensões e características das caixas.
QUANDO	Notou-se o problema em meados de agosto. Inicialmente, percebeu-se no pressionamento do esmagador na peça. O pessoal da produção foi quem observou primeiro, ao notar o gargalo nessa fase do processo.	Poderia ter sido observado durante a instalação dos sistemas A e B.
DE QUE TAMANHO	Todo o sistema A e B está problemático. De acordo com o fornecedor do equipamento, o ritmo de produção deveria ser quase o dobro da situação atual. Estes sistemas correspondem a 15% do processo geral da SPO.	Somente dentro do sistema A e B, pois o sistema C, mesmo próximo a A e B, não ocorre nenhum problema. Não ocorreu mesma redução quanto a qualidade dos produtos desta fase do processo.

Quadro 1. Descrição do problema
Elaborado pelo autor

7.3 IMPLEMENTAR E VERIFICAR A AÇÃO INTERINA DE CONTENÇÃO

O objetivo dessa disciplina é de definir e implementar Ações Interinas de Contenção (AIC) para isolar os efeitos do problema do cliente até que seja implantada a Ação Corretiva Permanente. Também serve para verificar a eficiência da ação de contenção.

Como o problema é complexo, leva-se um certo tempo para que a equipe identifique a causa real e tome a Ação Corretiva Permanente. Para conter os efeitos do problema, nesse interim, a equipe precisa escolher e implementar alguma ação interina. E sabendo-se que ela era temporária, cabe à equipe certificar-se que não há efeitos indesejados dessa AIC. As ações de contenção servem muitas vezes para agir paralelamente à investigação da causa real.

Uma vez que se precisa manter o ritmo de produção, há necessidade de se implementar alguma AIC. Por ser temporária, precisa ser de baixo custo, além de que se implemente tão logo quanto possível. Não pode haver efeitos colaterais, nem riscos a segurança dos operadores e a qualidade das peças.

O quadro de tomada de decisão da AIC (quadro 2) representa as escolhas possíveis frente aos critérios. Onde pode se observar que o uso da talha preenche todos os requisitos.

<i>Crítérios</i>	<i>Alternativas</i>	
	<i>Uso da Talha</i>	<i>Totalmente manual</i>
Ritmo de produção inalterado	⊗	•
Sem efeitos colaterais	⊗	⊗
Implementação imediata	⊗	⊗
Baixo custo	⊗	⊗
Isento de riscos	⊗	•

Legenda:

- ⊗ - atendimento pleno ao critério
- - não atendimento ao critério

Quadro 2 - Escolha da Ação Interina de Contenção
Elaborado pelo autor

Ao se destacar o molde manualmente, existe o risco do operador se machucar, como também leva a baixar o ritmo da produção.

Antes de finalizar esta disciplina, é preciso testar e certificar-se da viabilidade da AIC se protegerão o cliente dos efeitos do problema. Através do Fluxograma do Processo (figura 14), a equipe avalia os clientes internos afetados pela AIC, percebendo-se que simplesmente os próprios operadores dos equipamentos dos sistemas A e B são afetados, não interferindo nas outras fases do processo, inclusive dos operadores posteriores e anteriores aos sistemas A e B. Pois, os problemas de quebra de equipamento se concentram mais nas atividades de pressionamento do esmagador na peça e destacamento, ambos do sistema A, além do fechamento das garras, levantamento da flask (caixa) com mesa, que fazem parte do sistema B. Estas atividades problemáticas são internas ao processo destes sistemas, e quando passa pelo Roll-Over e limpeza da areia no Shake-out, as últimas atividades, já não extravaza para os processos subsequentes.

Assim, foi definida a Ação Interina de Contenção (AIC), onde:

Os operadores envolvidos nestes sistemas devem utilizar a talha para destacar o molde, e limpá-lo manualmente.

Conseguiu-se a implementação imediata uma vez que a alternativa escolhida é composta por atividades bem simplificadas, não exigindo nenhum formalismo com os operadores responsáveis. Dependendo da complexidade da situação, poderiam ser necessárias ferramentas formais como Plano de Ação, a Análise de Caminho Crítico ou a Técnica de Avaliação e Revisão de Projetos (PERT - Project Evaluation and Review Technique).

Um bom indicador da eficiência da AIC corresponde a produtividade de destacamento do molde (figura 16), pois reflete ao conjunto de todas as atividades da AIC (figura 17) e possui facilidade de obtenção dos dados.

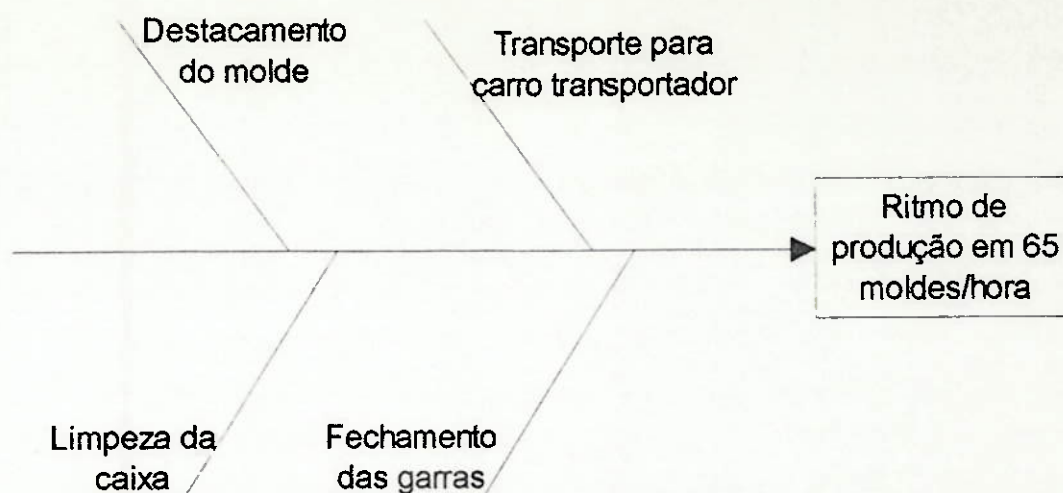


Figura 17. Diagrama Espinha de Peixe
Elaborado pelo autor

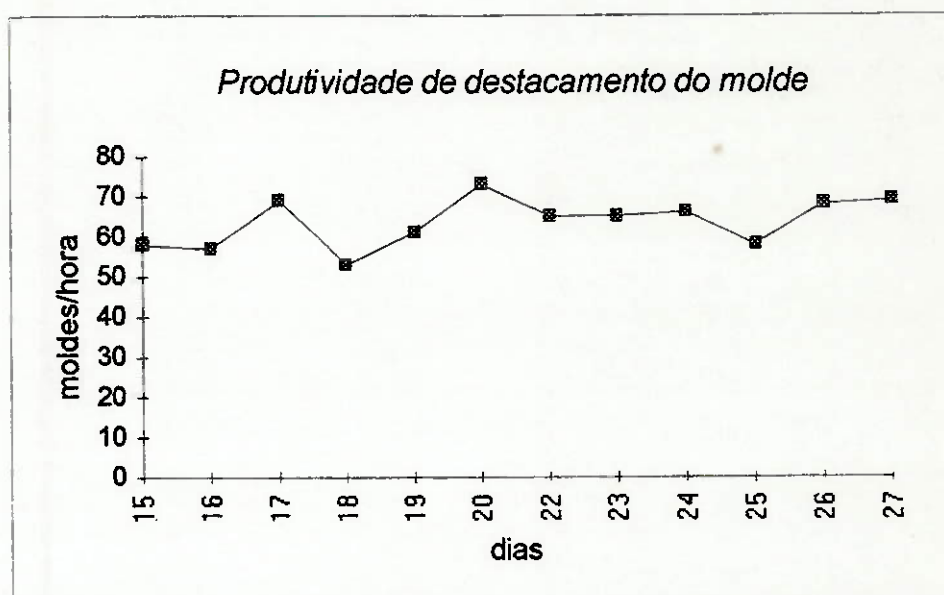


Figura 16. Produtividade do destacamento do molde
Material extraído da empresa

7.4 DEFINIR E VERIFICAR AS CAUSAS REAIS

O objetivo desta etapa é identificar as possíveis causas que explicam a ocorrência da quebra dos componentes dos sistemas A e B da SPO. Em seguida, provar conclusivamente que as causas reais explicam 100% do problema, e que não há outros motivos para a existência deste problema.

Ao se perceber as diferenças e mudanças ocorridas nos sistemas A e B, isto facilita a identificar as possíveis causas. Pois os problemas aparecem quando existem mudanças no sistema. No quadro 3. Análise Comparativa, as diferenças notadas nas garras e no fim-de-curso estão acompanhadas de suas respectivas mudanças de funcionamento.

Diferenças	Mudanças
Condições da garra	Com o reaperto das garras, levou-se a redução das paradas por esta causa, por assim se ajustarem melhor com as caixas.
Quebras de fim-de-curso	Com a redução de velocidade no último transporte das caixas, não ocorreram mais essas quebras.

Quadro 3. Análise Comparativa
Elaborada pelo autor

Com esta análise, percebe-se que os problemas não são com as caixas, suas características e dimensões, e sim devidos principalmente ao próprio funcionamento do sistema. Levantando-se a questão de que estas evidências, quebra de fim-de-curso e garra, são apenas a ponta do *iceberg*, e como poderemos observar mais adiante, realmente eram (quadro 4).

Desta conclusão quanto ao funcionamento do sistema, notar-se que, na verdade, se caracteriza como um todo. A priori, este comportamento parecia normal, mas logo em seguida ficou evidenciado que este funcionamento não estava de acordo.

Quando não há *know-how* suficiente na equipe, deve-se alterar sua composição. Assim, em situações de encontrar as causas reais é necessário

enriquecer o grupo, integrando alguns especialistas de processo, de produção e de projeto.

De modo a listar todas as possíveis causas do problema, avalia-se o fluxograma do processo do sistema A e B (figura 14) com o intuito de não esquecer nenhuma fase do processo. As experiências individuais de cada um dos membros da equipe devem ser observadas e anotadas.

Por meio de um "brainstorming", a equipe pode-se listar todas as prováveis causas imediatas do problema de quebra de equipamento.

Em seguida, faz-se um agrupamento quanto ao caráter da causa, de acordo com a classificação dos 5M: Máquina, Método, Mão-de-Obra, Meio Ambiente e Matéria-prima.

O quadro 4. Causas Prováveis será de grande importância no decorrer do processo, mais especialmente ao se construir o Plano de Ação (figura 24). Neste plano, consta o diagrama de causa e efeito (figura 23), onde serão expostas todas as causas prováveis para a ocorrência do problema.

	Máquina	Método
Sistema A	1. Falha no acionador e sensor, com reciclamento; 2. Taco do esmagador; 3. Pistão do carro travado; 4. Desregulagem dos limites do levantamento da caixa; 5. Falha no pressostato; 6. Garra solta ou quebrada; 7. Quebra do canal do molde; 8. Não extração da caixa; 9. Vazamento nos pistões hidráulicos; 10. Não acionamento da caixa, quando torta.	11. Quebra do cabo de comando elétrico; 12. Quebra da haste do pistão da garra; 13. Quebra da bucha da caixa; 14. Molde não destacado; 15. Travamento da caixa.
Sistema B	16. Falha nos sensores 17. Quebra do fim-de-curso; 18. Quebra da caixa; 19. Travamento do sistema;	20. Garra quebrada; 21. Pistão da garra quebrado.

Quadro 4. Causas Prováveis

Elaborado pelo autor

Para priorizar a implementação do combate destas causas, utiliza-se o gráfico de pareto (figura 18), onde se faz um levantamento de tempo parado de produção devido a cada uma das causas.

Com o intuito de descobrir as causas principais e fundamentais, ou seja as raízes do problema, utiliza-se a técnica dos 5 por quês, conhecido como a Descida da Escada para o SPOE.

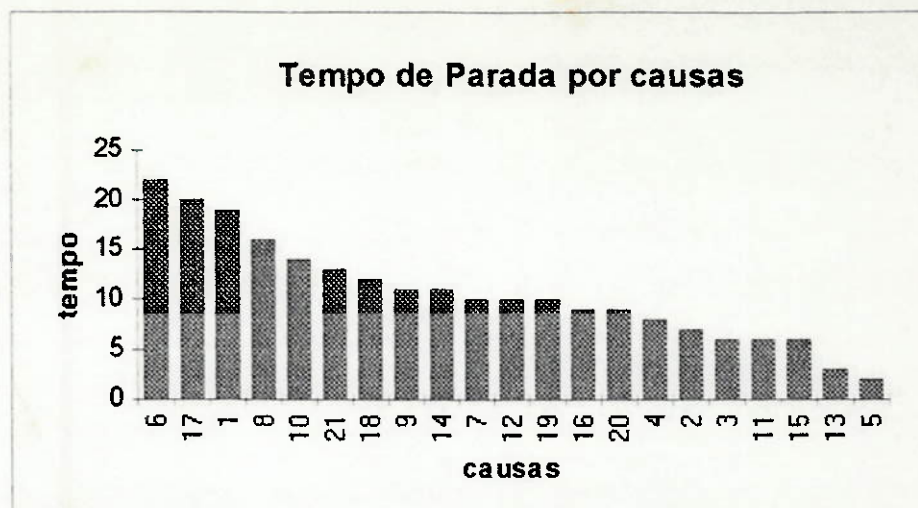


Figura 18. Gráfico de Pareto

Elaborado pelo autor

Procura-se descobrir porque aconteceu tal falha. Tomando-se as causas de quebra do canal do molde, falha no acionamento e sensor do sistema A, e a falha nos sensores do sistema B (figura 19), faz-se uma análise mais aprofundada para encontrar as causas fundamentais e a relacionar com as outras causas.

Ao se fazer essa análise, pode-se notar que muitas das outras causas primárias possuem as mesmas razões, ou seja, causas imediatas iguais. Como é o caso da quebra do canal do molde tem as mesmas causas que as da falhas no pressostato. Os vazamentos dos pistões hidráulicos e a falta de extração da caixa tem as mesmas causas que as quebras de cabo do comando elétrico. Assim como para todas as outras, as causas fundamentais encontradas também são decorrentes das especificações do projeto dos equipamentos dos sistemas A e B. *O que leva a concluir, sem nenhuma dúvida, que a causa de tantas paradas, ocasionando a baixa produtividade desta etapa do processo de produção, consiste no erro de especificação de projeto. As especificações do projeto são as causas, que explicam o por quê dos sistema A e B serem o gargalo da produção.* Também explica perfeitamente a Definição do Problema - Paradas dos sistemas por quebra de equipamento.

Uma vez atingindo-se os objetivos desta disciplina, parte-se então, para a próxima etapa, escolher e verificar a ação corretiva permanente.

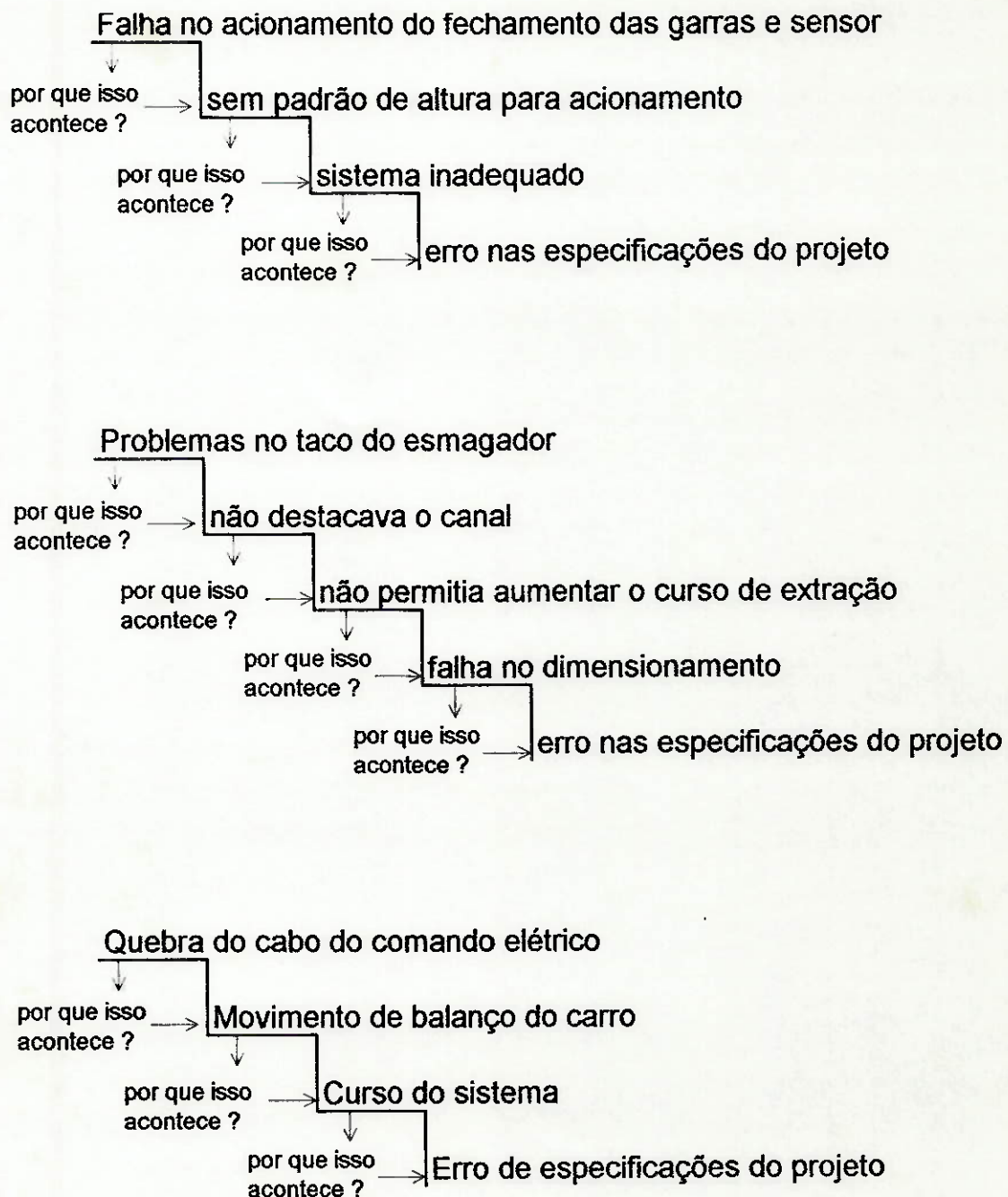
Descida da escada

Figura 19. Descida da Escada
Elaborado pelo autor

7.5 ESCOLHER E VERIFICAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE

A objetivo desta etapa consiste em confirmar quantitativamente se as ações corretivas escolhidas resolverão o problema para a produção, nosso cliente. Não são aceitos efeitos colaterais indesejados.

"Escolher e verificar a ação corretiva permanente" é uma etapa crítica do processo 8D e, freqüentemente a mais difícil. Um método comum para avaliar a solução de um problema é implementar a solução para ver se o problema desaparece. Esta é uma prática ineficiente, já que se perde muito tempo até dispor-se de informações conclusivas, além de que alterar as especificações do projeto para cada alternativa é praticamente inviável.

A primeira etapa para a tomada de decisão é definir o resultado final desejado. A produtividade exprime muito bem os interesses da empresa. Assim, o objetivo da Ação Corretiva Permanente (ACP) é de melhorar em mais de 80% a produtividade em 2 meses, ou seja, atingir o patamar de 120 moldes/hora (figura 20).

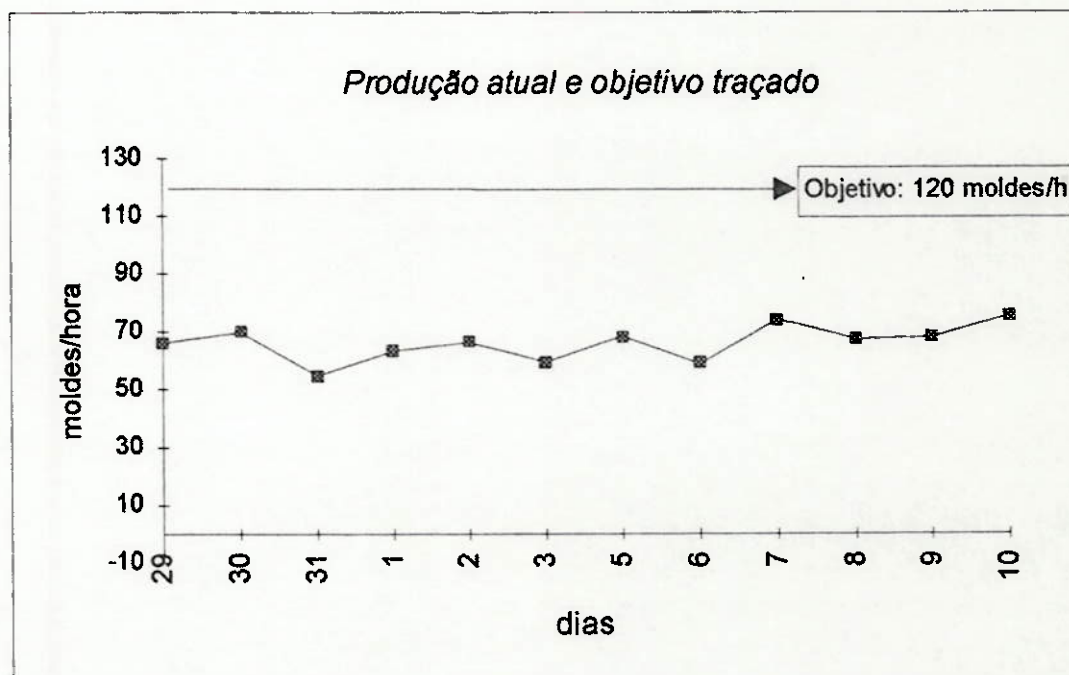


Figura 20. Objetivo da ACP
Elaborado pelo autor

Com uma produtividade dos sistemas A e B de 65 moldes/hora, em média, não passando de 80moldes/hora, o Mold Reel, uma espécie de esteira por onde percorre a linha de produção da SPO, precisa manter a sua baixa velocidade. Isto ocorre devido as paradas intermitentes através quebra de equipamento.

Uma vez definido o resultado final desejado, a etapa seguinte destina-se a listar os critérios de decisão da ACP. Através de um "brainstorming" listam os critérios pertinentes.

Os critérios são classificados em desejáveis e exigíveis (anexo 2). Os critérios exigíveis (quadro 5) devem ser plenamente atendidos para a alternativa de ACP possa ser implementada.

<i>Critério Exigível</i>	<i>Caracterização do critério</i>
1. Permitir aumentar a velocidade do Mold Reel	Corresponde ao incremento de produtividade para o processo da SPO.
2. Oferecer manutenção simples e facilitada	Explicitando a preocupação com as futuras manutenções preventivas e programadas nos sistemas.
3. Reduzir o Down time da SPO	Down time, indicador do tempo parado do processo na SPO, reflete a influência dos sistemas A e B para todo o processo.
4. Implementar em 2 meses	Para se evitar ACP de implementação demoradas, uma vez que a SPO é fundamental para a sobrevivência da empresa.

Quadro 5. Critérios exigíveis

Elaborado pelo autor

Os critérios desejáveis (quadro 6) possuem menor relevância comparados com os exigíveis, mas para fins de desempate entre alternativas eles são utilizados. Discrimina-se a importância relativa desses critérios em uma escala de 1 a 10 (anexo 2).

Critério Desejável	Importância relativa
Proporcionar facilidade de operação	9
Dar boa visualização do processo e operação	7

Quadro 6. Critérios Desejáveis

Elaborado pelo autor

Uma vez definido os critérios, identificam-se as possíveis escolhas para serem posteriormente comparadas (tabela 2). Mais uma vez, mediante a técnica do "brainstorming" elaboram algumas alternativas para solucionar o problema.

Alternativas de ACP	
1	Manter a operação manual
2	Mudar o sistema de moldagem
3	Construir novo conjunto dos sistemas A e B
4	Reformar Sistema A e B

Tabela 2. Alternativas de ACP

Elaborado pelo autor

No quadro 7. Tomada de Decisão contém a comparação das escolhas possíveis contra os critérios de decisão.

Inicialmente, certifica-se quais eram as alternativas que satisfaziam os critérios exigíveis. Em seguida, avalia-se a capacidade das alternativas frente os critério desejáveis, multiplicando-se a importância relativa de cada critério desejável, com sua respectiva capacidade de atendimento (coluna BOM do quadro). Comparando-se as alternativas pelos totais de pontos, os méritos relativos dos critérios desejáveis.

Essas últimas operações não são necessárias se analisar que a única alternativa que satisfaz os critérios exigíveis é a de construir novo conjunto, definindo assim a ACP a ser implementada.

ESCOLHAS DISPONÍVEIS											
CRITÉRIOS	Manter Operação Manual		Mudar Sistema de Moldagem		Construir Conjto. Sistemas		Reformar Sistemas		S/N	PONTOS	BOM
	INFORM.	S/N	INFORM.	S/N	INFORM.	S/N	INFORM.	S/N			
EXIGÍVEIS											
Permitir aumentar a velocidade do Mold Reel	Velocidade limitada a 80 moldes/hora	N	Melhora produtividade	S	Aumenta a velocidade da linha	S	Não é capaz de aumentar velocidade	N			
Oferecer manutenção simples e facilitada	Utilizando apenas a Talha	S	Proporciona fácil manutenção	S	Simplifica sistemas para manutenção	S	Manutenção permanece a mesma	N			
Reduzir Downtime da SPO	Menos paradas, dependendo dos operadores	S	Reduz Downtime	S	Reduz Downtime	S	Reduz Downtime	S			
Implementar em 2 meses	Implementação imediata	S	Levará 10 meses	N	Implementação em tempo hábil	S	Implementação em 2 meses	S			
DESEJÁVEIS											
Proporcionar facilidade de operação	Péssimas condições de operações	2	Facilita a operação	8	Melhora sensível nas operações	10	Mantem condições de operação	5	45		
Dar boa visualização de processo e operação	Visualização caótica	3	Melhora Visualização	7	Perfeita Visualização	10	Visualização permanece inalterada	6	42		
MÉRITO RELATIVO		39		121		160			87		

Quadro 7. Tomada de Decisão
Elaborado pelo autor

ACP escolhida:

Construir novo conjunto para os sistemas A e B

Esta alternativa simplifica o funcionamento dos sistemas A e B, fazendo todas operações num único sistema. Desta forma, torna possível atender a todos os critérios exigíveis, além de satisfazer todos os critérios desejáveis com a nota máxima (10).

A decisão escolhida, contruir novo conjunto, envolve fazer um novo projeto, alterando as especificações que causavam os problemas de quebra de equipamento. Desta forma, a análise do risco de fase torna-se temporariamente desnecessária, uma vez que deverá ser feito a FMEA de processo (figura 29), certificando-se da viabilidade do processo quanto a eventuais riscos que surgirem. Assim, a probabilidade de ocorrência do evento, e do seu dano serão observados durante a execução do projeto e seu respectiva análise do modo e efeito das falhas potenciais.

Portanto, a probabilidade de risco será minimizada logo no seu projeto, não comprometendo a alternativa escolhida, nem sendo uma alternativa muito arriscada.

Tendo concluído qual a ACP é mais eficiente tecnicamente, parte-se para a etapa de analisar financeiramente a viabilidade desta ACP.

Análise de Viabilidade

Uma vez tendo concluído que alternativa seria implementada, parti-se para uma análise final, correspondendo quanto a viabilidade financeira do projeto. A princípio, pode parecer claro que vale a pena, mas não se pode fazer muitos investimentos baseados em "achismos". Assim, deve-se realizar uma análise de viabilidade do projeto.

A primeira fase consiste em construir o fluxo de caixa do projeto, confrontando os dispêndios e os benefícios da ACP. Primeiramente, faz-se o levantamento dos dispêndios financeiros gerais ao longo do desenvolvimento e implementação do projeto.

Os **investimentos** compreendem os dispêndios referentes compra de pistões, correias, cabos, além de outros componentes e peças para construir um novo conjunto, substituindo os dois sistemas A e B, anteriormente separados. Através da cotação dos preços desses componentes e peças retirados no departamento de compras, chegou-se ao montante de R\$ 35.000,00 de investimentos.

A **mão-de-obra especializada** é necessária em setembro, de modo a viabilizar a implantação e o perfeito funcionamento do novo conjunto. O desenhista/projetista, os eletricitistas e mecânicos, e os engenheiros de fábrica e processo da própria fábrica precisam de muito mais tempo para preparar, projetar, desenvolver e implantar o conjunto dos sistemas A e B. Desse modo, através das informações extraídas da Engenharia de Manufatura, determina-se o número de horas necessários. Da contabilidade, retira-se os valores monetários da hora de cada cargo ou função.

	Engenheiros	Eletricistas e Mecân.	Desenhista/ Projetista
Horas	140	170	180
Valor-hora	15	10	10
Renda	2.100	1.700	1.800
Encargos	1.640	1.340	1.420
Total	3.740	3.040	3.220
Total com MO especializada:		10.000	

Total com mão-de-obra especializada: R\$ 10.000,00

Tratou-se como dispêndio, os **lucros cessantes** da produção, visto que a produção é interrompida muitas vezes para se fazer as adaptações, consertos, encaixes, e a própria implementação do conjunto dos sistemas. A margem bruta de contribuição dos produtos da SPO estão disponíveis na área contábil, onde foi extraída sua média para a elaboração dos cálculos. Dos relatórios de produtividade da gerência de produção obtém-se a taxa de velocidade em que os moldes são produzidos. Quanto as interrupções da produção, a quantidade de tempo suficiente para implementar a obra pôde ser revelado pela engenharia de manufatura.

- Margem de contribuição média: R\$ 1,20 por unidade
- Produtividade: 65 moldes/hora
- Tempo interrompido: 50 horas

Lucro cessante: R\$ 3.900,00

Mesmo depois de instalados, todos os componentes ajustados, e o conjunto em pleno funcionamento, ainda ocorrem algumas paradas. Nestas paradas, são feitos ajustes finais, como um refinamento final da implantação do conjunto. E assim, como tal, considerada-se como o **tempo de carência**. O objetivo traçado é de produzir 120 moldes/hora, portanto a carência espera-se que esta seja a produtividade da linha. Na engenharia de fábrica, onde também está a manutenção, fornece o tempo necessário para se fazer os ajustes finais.

- Produtividade: 120 moldes/hora
- Tempo para ajustes: 10 horas
- Margem de contribuição média: R\$ 1,20 por unidade

Carência: R\$ 1.440,00

Há diversas **despesas com a equipe**, inclusive com a maior dedicação de alguns membros, levando muitas horas de trabalho. Através do apontamentos da equipe, é possível saber a quantidade de horas que são consumidas.

- Horas-extras: 50 horas
- Valor-hora: R\$ 15,00

- Número de pessoas: 4
- Duração: 2 meses

Despesas com a equipe: R\$ 3.000,00 ao mês

Através desses cálculos, constroi-se o quadro (quadro 8) que relaciona os dispêndios para a construção de um novo conjunto para os sistemas A e B.

(em R\$ 1,00)

Dispêndios Gerais				
	<i>Agosto</i>	<i>Setembro</i>	<i>Outubro</i>	<i>Novembro</i>
Investimentos	0	35.000	0	0
Mão-obra-especializada	0	10.000	0	0
Lucro cessante	0	3.900	0	0
Carência	0	0	1.440	0
Despesas com equipe	3.000	3.000	0	0
Total	3.000	51.900	1.440	0

Quadro 8. Dispêndios Gerais

Elaborado pelo autor

Ao mesmo tempo, os benefícios provenientes da implantação também são relacionados. O objetivo inicial, diminuir as paradas da produção por quebra de equipamento, deve ser alcançado, proporcionando o aumento de produtividade. Em outubro, procura-se aumentar a velocidade da linha do Molde Reel, de 65 para 100 moldes/hora, e para 120, de novembro em diante.

- Incremento de produtividade: 35 moldes/hora (outubro)
55 moldes/hora (novembro em diante)
- Margem de contribuição média: R\$ 1,20 por unidade
- Dias úteis no mês: 25
- Horas de produção/dia: 16

Aumento de produtividade: R\$ 16.800,00 (outubro)

R\$ 26.400,00 (novembro em diante)

Com o novo conjunto, se reduzirá as manutenções corretivas. As peças de reposição disponíveis para essas manutenções serão economizadas. Assim, as buchas das caixas, garras, fim-de-curso, hastes dos pistões, correias, cabos entre outras peças não serão mais compradas e estocadas. A partir de um levantamento do inventário dessas peças de reposição, retirado da contabilidade, chega-se a conclusão que o benefício será de R\$ 800,00 ao mês.

Da mesma forma, o pessoal da manutenção se tornarão menos necessários para estas manutenções corretivas nos sistemas A e B. Dos relatórios de paradas de produção, sabe-se o tempo de manutenção equivalentes das ações de emergência. E do departamento de manutenção obtém a informação de quantos mecânicos e eletricitas são necessários para os consertos nos sistemas.

- Número de mecânicos e eletricitas: 5
- Tempo dedicado nos sistemas A e B: 15 horas/mês
- Valor-hora: R\$ 8,00

Redução do pessoal de manutenção: R\$ 600,00 ao mês

Dos três operadores dos sistemas A e B, restará apenas um, capaz de manter o ritmo de produção desejado. A partir no novo conjunto, mais automatizado, a engenharia de manufatura e de processos conta com essa redução de operadores.

- Número de operadores retirados: 2
- Salário mensal: R\$ 350,00

Redução do número de operadores: R\$ 700,00

O tempo do encarregado da produção da linha da SPO e de manutenção também são reduzidos. Antes estavam focalizados nos problemas de paradas dos sistemas A e B, e agora em diante estarão livres para resolver em outras questões da fábrica. As quantidades de tempo foram extraídos dos relatórios de paradas emitidos pela engenharia de produção.

- Tempo liberado: 15 horas
- Valor-hora: R\$ 12,00

Redução do tempo dos encarregados: R\$ 180,00

Através desses cálculos, constroi-se o quadro (quadro 9) que relaciona todos os benefícios gerados com a construção de um novo conjunto para os sistemas A e B.

(em R\$ 1,00)

Benefícios				
	<i>Agosto</i>	<i>Setemb.</i>	<i>Outubro</i>	<i>Novembro</i>
Aumento de produtividade	0	0	16.800	26.400
Redução de peças de reposição	0	0	800	800
Redução de pessoal de manutenção	0	0	600	600
Redução do número de operadores	0	0	700	700
Redução do tempo dos encarregados	0	0	180	180
Total	0	0	19080	28680

Quadro 9. Benefícios da ACP

Elaborado pelo autor

Dos quadros de benefícios e dispêndios gerais, montar-se o fluxo de caixa do projeto (figura 21) para os meses de agosto em diante.

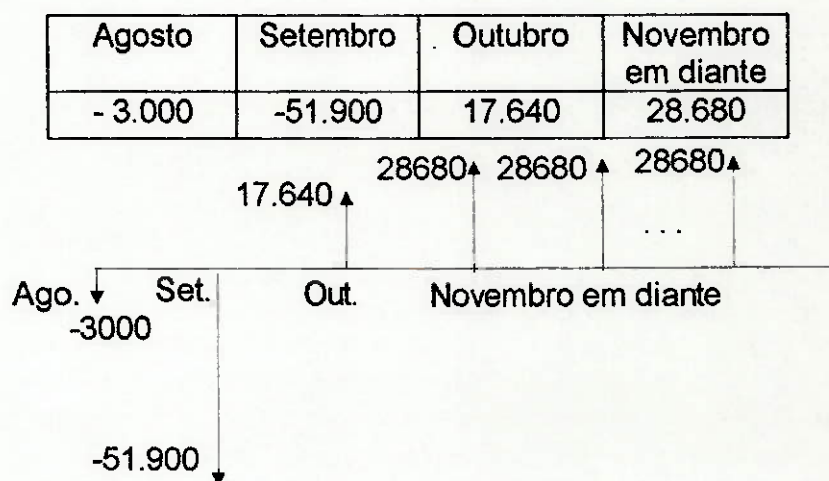


Figura 21. Fluxo de caixa

Elaborado pelo autor

A partir desta dados, baseia-se os cálculos financeiros. Para avaliar a viabilidade do projeto, existem bons indicadores como a taxa interna de retorno e valor atual líquido (V.A.L.). Estes indicadores representam o comportamento financeiro do projeto oferecendo maior confiabilidade na tomada de decisão.

Procurou-se seguir os princípios financeiros, considerando que o dinheiro tem valor no tempo, todo o ciclo de vida do projeto e as alterações no sistema.

A taxa de juros de 1% ao mês e tempo de vida do projeto de 3 anos correspondem as condições econômicas adotadas. Assim, busca-se saber se o projeto continua viável.

Resultados financeiros obtidos:

V.A.L. \Rightarrow R\$ 834.831,00

Pay-back descontado \Rightarrow 2,3 meses

Através desses resultados, conclui-se que o projeto é viável financeiramente, uma vez que o valor atual líquido representa um montante considerável, muito superior a qualquer outro investimento que a empresa possa fazer. Da mesma forma, pelo tempo de retorno do investimento, utilizando o método do Pay-back descontado, 2,3 meses é um período extremamente curto comparado ao tempo de vida do projeto, 36 meses.

Análise de Sensibilidade

Mesmo com os bons resultados encontrados pela análise financeira sobre a viabilidade do projeto, deve-se também analisar se estas condições são realmente robustas. Se não acontecer conforme o previsto, implicando em certas variações negativas nos resultados, quanto isso influenciaria no V.A.L. e no Pay-back descontado ?

Utilizando-se hipóteses mais pessimistas quanto aos fatores financeiros envolvidos no projeto, monta-se uma tabela comparativa (tabela 3) que demonstra a sensibilidade das mudanças.

Hipóteses consideradas	VAL		Pay-back descontado	
	Calculado: 843.831		Calculado: 2,33	
	valor	%variação	valor	%variação
Produtividade 10% inferior	725.722	-14,00%	2,48	6,44%
Sem redução de operadores	813.679	-3,57%	2,37	1,72%
Carência 20% maior	834.548	-1,10%	2,35	0,86%
Investimento 10% maior	831.365	-1,48%	2,46	5,58%

Tabela 3. Análise de Sensibilidade
Elaborado pelo autor

Como se pode perceber, mesmo com grandes variações negativas, o V.A.L. e o Pay-back não alteraram o suficiente para comprometer o projeto, o que leva a perceber que os resultados financeiros de viabilidade das ACP são robustos.

Finalmente, através desta análise conclui-se que construir o novo conjunto dos sistemas A e B é uma alternativa perfeitamente viável. O que permite passar para o próximo passo, a implementação.

7.6 IMPLEMENTAR AÇÕES CORRETIVAS PERMANENTES

Esta disciplina tem a finalidade de estabelecer um plano para implementar Ações Corretivas Permanentes e definir os controle contínuos para eliminação da causa real.

Em D5, a Ação Corretiva Permanente escolhida, de construir um novo conjunto para os sistemas A e B, considera a ação eficaz para eliminar as causas reais, além de viável economicamente.

Para D6, deve-se implementar com sucesso a ACP. Primeiro, desenvolve-se o plano de ação e depois, examina cada etapa deste plano, para tentar prever futuros problemas. Por último, analisa os problemas previstos com ações prevenção que:

- a) eliminem as fontes de problemas, antes que estes ocorram ou;
- b) minimizem seu efeito, caso ocorressem.

Conforme já fora previsto pelo método, a equipe pode sofrer e realmente sofreu modificações, para que se tenha a participação de cada departamento de apoio ou pessoal funcional. Estes representantes dos departamentos podem, em seu turno, responsabilizar-se pela implementação da ACP dentro de seus respectivos processos e sub-sistemas.

A equipe sabia que o planejamento completo tem de preceder a implementação da ACP, sendo importante reconhecer que o problema não estaria solucionado se passem por todas as etapas de solução de problemas (figura 22).

Cada um desses itens exige planejamento, coordenação e monitoramento pela liderança da equipe e do facilitador, que precisam ter a capacidade de julgamento e experiência, essenciais para se traçarem planos práticos e abrangentes. As Ferramentas do processo de Planejamento e Prevenção de Problemas servem para proteger as etapas chaves do plano e definir as ações necessárias, as responsabilidades, a época de realização e o apoio necessário.

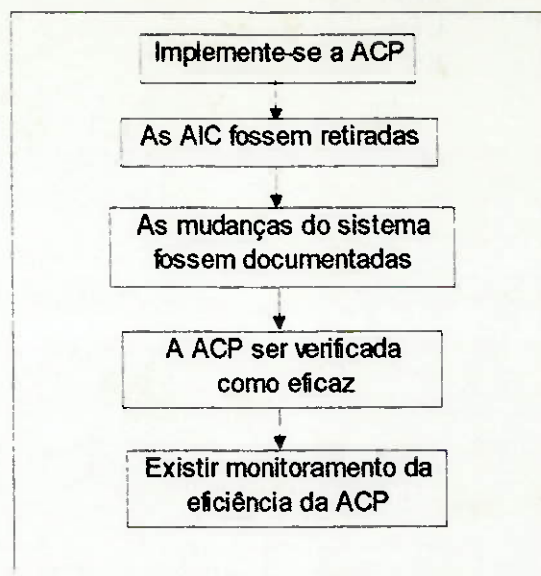


Figura 22. Etapas: solução completa de problemas
Elaborado pelo autor

Para se construir um novo conjunto, necessita-se elaborar um plano de ação, uma vez que um projeto como este não pode ser feito do dia prá noite. O plano de ação é composto por duas partes fundamentais, a saber:

- Diagrama de causa e efeito;
- Cronograma de Acompanhamento das ações.

Através das causas listadas em D4 (quadro 4) e do seu efeito nas paradas na produção, levando velocidade da linha para 65 moldes/hora de produtividade, monta-se o diagrama de causa e efeito (figura 23).

Em decorrência deste diagrama, elabora-se o plano de ação (figura 24), constando das ações propostas para eliminação das causas listadas anteriormente. Os responsáveis são designados para as ações, incluindo suas datas de conclusão, onde devem seguir o cronograma de implementação traçado (figura 25).

A ordem para se efetuar as atividades são determinadas pela relação de precedência necessária para implantação e atividades ligadas a construção do conjunto dos sistemas. Como também, pela relevância de cada causa, priorizado pelo tempo parado de produção incorrido pela sua presença (figura 18).

PLANO DE AÇÃO E CRONOGRAMA

PÁG.: 212

ESTUDO Nº: 0010

[illegible]

Figura 24. Plano de Ação
Material extraído da empresa

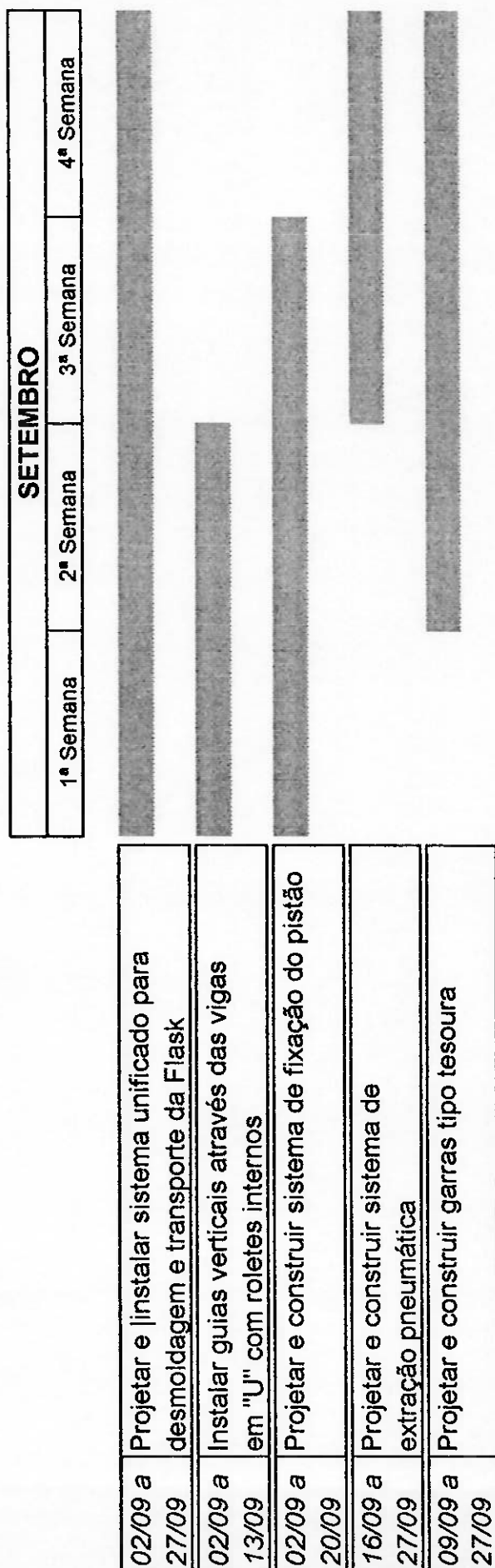


Figura 25. Cronograma de Implementação
Elaborado pelo autor

O novo conjunto dos sistemas A e B (figura 27), instalados na linha do Mold Reel da SPO, levou certas alterações simplificadoras nas atividades, gerando um novo fluxograma de processo (figura 26).

Ciente de que o processo 8D foi iniciado como resposta a um efeito indesejado, deve-se prever sistematicamente ainda os efeitos que podem ocorrer depois de adotada a ACP. Algumas questões (quadro 10) orientam as ações para a prevenção de problemas.

Perguntas para prevenção de problemas:

O que poderia dar errado em cada etapa do plano ?

O que poderia provocar isso ?

Como poderemos saber, se isso ocorrer ?

Que ações de prevenção foram colhidas para eliminar a causa potencial ?

Qual será o impacto (a jusante no processo) sobre nossos clientes ?

Como comunicaremos as responsabilidades a cada pessoa ?

Quadro 10. Perguntas para prevenção de problemas

Elaborado pelo autor

O resultado da análise dessas respostas podem ser observados no decorrer do encaminhamento do processo, em D7 - Evitar Reincidência (figura 29 e quadro 12).

Para o controle e monitoramento das paradas, a fim de verificar se as causas foram efetivamente eliminadas, registram os dados no Relatório de Causas e Paradas.

Relatório de Causas e Paradas				
Data	Horário	Duração	Causa	Observ.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DO CONJUNTO DOS SISTEMAS A e B

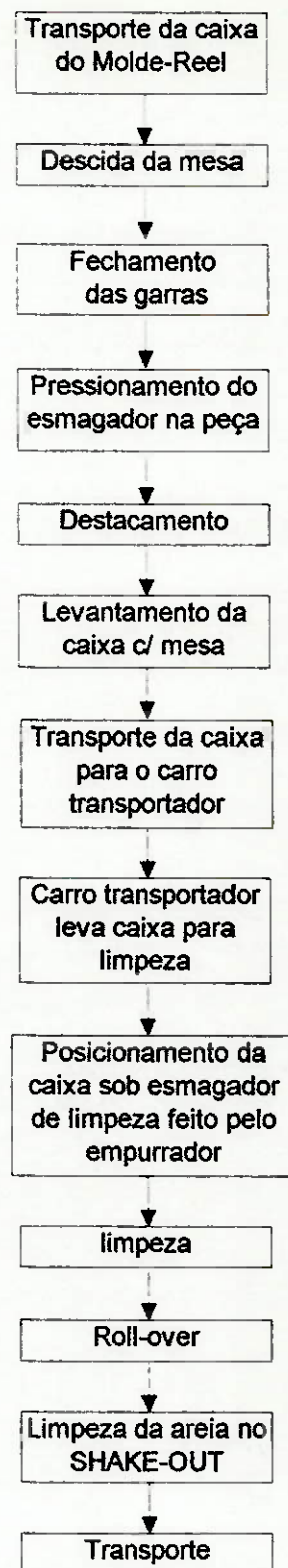


Figura 26. Fluxograma do processo do Conjunto
Elaborado pelo autor

CONJUNTO DOS SISTEMAS A e B

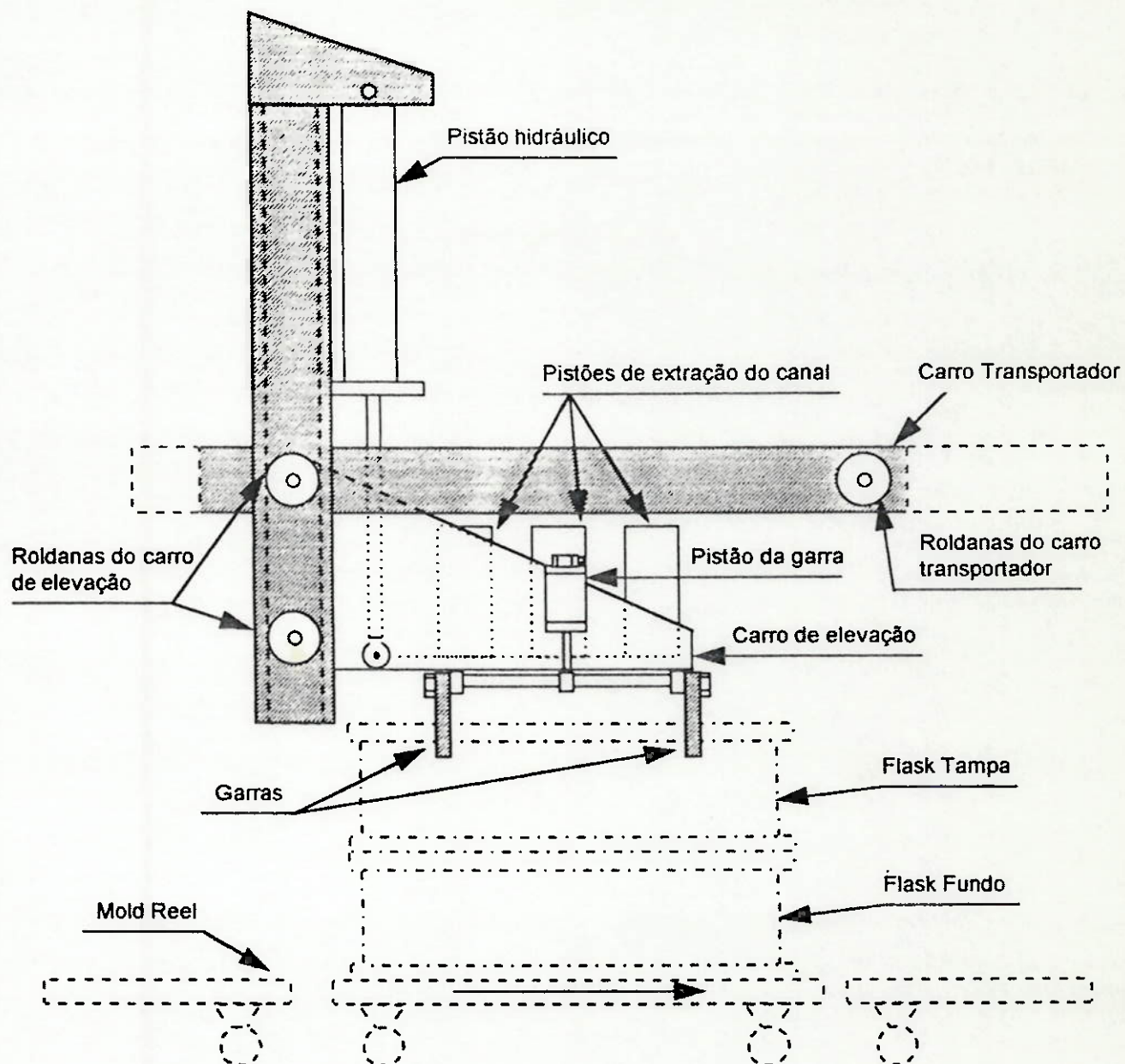


Figura 27. Conjunto dos sistemas A e B
Elaborado pelo autor

O acompanhamento da eficiência das ACP se faz por meio da produtividade de destacamento dos moldes e exibido através de gráfico (figura 28), onde representa a produção de moldes por hora do novo conjunto.

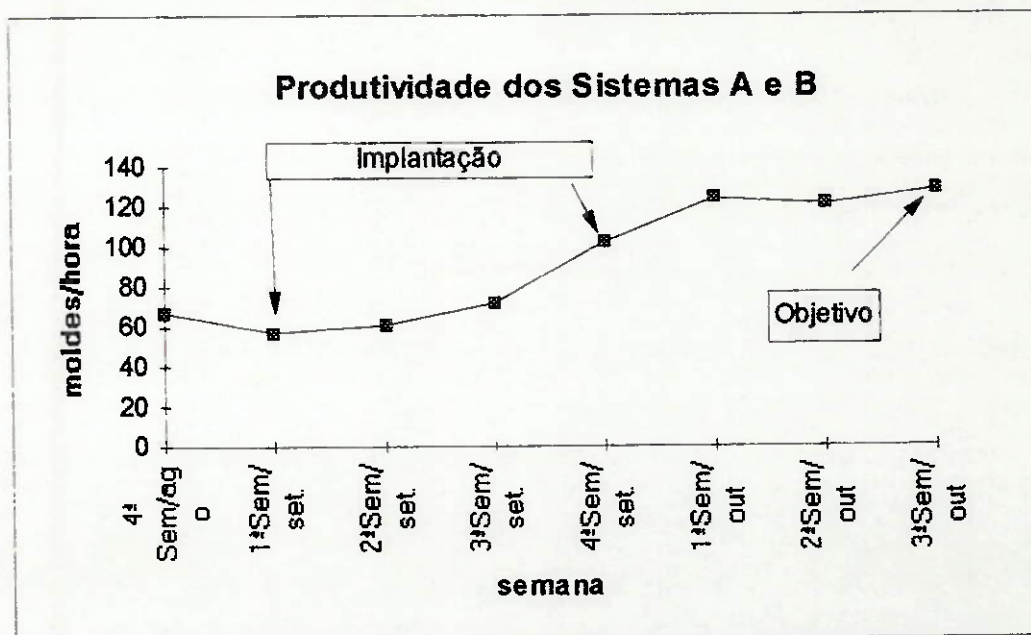


Figura 28. Acompanhamento da Eficiência da ACP
Material extraído da empresa

Por fim, elabora-se um check-list (tabela 4) para verificar a completa solução do problema, uma vez que existem cinco etapas determinantes para a sua conclusão (figura 22).

ITEM	STATUS
Implementação da ACP	OK
Retirada da AIC (D3)	OK
Documentação das mudanças relativas a implementação da ACP	OK
Verificação da eficácia da ACP	OK
Monitoramento da eficiência	OK

Tabela 4. Check list para solução de problemas
Elaborado pelo autor

7.7 EVITAR REINCIDÊNCIA

Esta fase do método tem por finalidade incrementar os sistemas, as práticas e os procedimentos, para se evitar a reincidência do problema de paradas de manutenção por quebra de equipamento nos sistemas A e B.

Está dividida em 2 partes, a saber: o FMEA e Ações de Prevenção

1ª PARTE: FMEA

Uma técnica eficiente para analisar o risco é a FMEA (anexo G). Assim, ao se projetar o novo conjunto dos sistemas A e B, utilizou-se esta análise das falhas potenciais. Essa análise (figura 29) preocupa-se em priorizar as causas das falhas em potencial, seguidas de algumas recomendações que devem ser obedecidas.

O conjunto dos sistemas A e B responsabiliza pela desmoldagem da caixa (destacamento) e o transporte de sua tampa para a linha de moldagem. Desse modo, a análise se caracteriza por ser uma FMEA de Processos.

2ª PARTE: Ações de Prevenção

Com o objetivo ainda de aumentar o controle das condições dos equipamento no conjunto dos sistemas A e B, tem que haver uma proposta de acompanhar os desgastes físicos de alguns componentes e avaliar seu comportamento. Pois, caso esteja havendo tendências, é possível prever quando o componente irá falhar. Estaríamos então realizando a Manutenção Preditiva. Porém, este estágio de controle não se conquista em pouco tempo, exige que se acompanhe os desgastes e constate o momento da falha, para só então se consiga exprimir em termos numéricos, como uma função matemática de desgaste e funcionamento dos componentes.

Para se evitar as reincidências, é preciso tomar algumas ações de prevenção, procurando-se atuar em partes-chave do conjunto (quadro 11), onde são cruciais para uma eficiente manutenção preventiva.

Partes-chave do conjunto dos sistemas A e B

- Rolamentos do carro transportador;
- Painel do Sistema B;
- Motor do conveyor de borracha;
- Motor da esteira;
- Motor do carro transportador de caixas;
- Roll Over;
- Limites do sistema;
- Levantador de tampas;
- Transportador e empurrador de caixas;
- Pistão hidráulico do esmagador e do carro principal;
- Roldanas do carro transportador;
- Correia do sistema;
- Pistões do Roll Over;
- Corrente do cabo transportador;
- Motor da bomba hidráulica do conjunto.

Quadro 11. Partes-chave do Conjunto
Elaborado pelo autor

Certas partes precisam freqüentemente de apenas uma limpeza; outras, revisão; mas para algumas partes, sua substituição completa. Essas ações preventivas evitam a quebra inesperada do equipamento, pois as peças constantemente estão sendo desgastadas e a manutenção do bom estado de conservação prolonga a vida útil do equipamento.

Assim, cada ação possui sua freqüência específica respeitando a natureza dos desgastes (quadro 12). As freqüências de atuação para cada ação preventiva, são baseadas nos históricos de quebras dessas partes. Por serem expressas em semanas ao observar freqüência 4, significa que será mensal. O mesmo com 52, representando freqüência anual; e 26, semestral.

FUNDIÇÃO OSASCO				FMEA DE PROCESSOS				ANÁLISE DO MODO E DO EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL				Emissão: 20/08				Depto.: ENG. MANUTEN.			
Peça Nome:				Cliente: PRODUÇÃO				Produto Novo				Descrição: PROJETO DO							
Peça Número:				Aprovação: APROVADO EM 21/08				Produto Modificado				CONJUNTO DOS SISTEMAS A e B							
Processo Nome: MOLDAGEM SPO								Reposição de Ferramenta											
Programa/Projeto:								Processo Novo / Modificado											
REVISÃO														RESULTADOS DA AÇÃO					
DESCRIÇÃO DO PROCESSO	MODO DA FALHA POTENCIAL	EFEITO/S DA FALHA POTENCIAL	SEVERIDADE	CAUSA/S DA FALHA POTENCIAL	OCORRÊNCIA	CONTROLE/S NO PROCESSO ATUAL	D E T E C	N P R	ACOES RECOMENDADAS	DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL	ACOES TOMADAS	S E V E R	O C E T O R R E C	D E N P R					
SISTEMAS A e B	QUEBRA DO PINO B	PARADA DA LINHA PARA	5	LEVANTAMENTO E DESCIDA DO FLASK	7	VISUAL	4	140	ELIMINAR A OPERAÇÃO DE DESCIDA DO FLASK	MANUTENÇÃO CARBALLO	PROJETADO E INSTALADO SISTEMA UNIFICADO PARA DESMOLDAGEM E TRANSPORTE DO FLASK	5	4	1	80				
	BUCHA DOS FLASKS	DESTRAVAMENTO DAS CAIXAS		TAMPA SOBRE O FLASK FUNDO EM POSICIONAMENTO INCORRETO DEVIDO A FOLGA DO SISTEMA					(CONSTRUTIVO) SISTEMA UNIFICADO PARA A DESMOLDAGEM E TRANSPORTE										
DESMOLDAR A ÁRVORE DA CAIXA E TRANSPORTAR O FLASK TAMPA PARA A LINHA DE MOLDAGEM	QUEBRA DO PISTÃO	PARADA EXCESSIVA DA LINHA DE MOLDAGEM	7	SISTEMA RIGIDO DE FIXAÇÃO DO PISTÃO	3	VISUAL	3	63	PROJETAR/CONSTRUIR AS GUIAS VERTICAIS ATRAVÉS DE VIGA "U" COM ROLETES INTERNOS PARA REDUÇÃO DA FOLGA	MANUTENÇÃO CARBALLO	GUIAS VERTICAIS CONSTRUÍDAS COM VIGA "U" E INSTALADAS	5	1	4	20				
	QUEBRA DA HASTE POR FADIGA	PARADA EXCESSIVA DA LINHA DE MOLDAGEM							PROJETAR/CONSTRUIR SISTEMA DE FIXAÇÃO DO PISTÃO ATRAVÉS DE ARTICULAÇÃO EVITANDO A FADIGA E O VAZAMENTO DE ÓLEO	MANUTENÇÃO CARBALLO	CONSIDERAÇÃO INCORPORADA NO PROJETO	7	1	3	21				
QUEBRA DO CANAL DE DESCIDA DA ÁRVORE DE MOLDAGEM	QUEBRA DO CANAL DE DESCIDA DA ÁRVORE DE MOLDAGEM	DIFICULDADE PARA RETIRADA DA ÁRVORE DO FLASK FUNDO NO LEVANTAMENTO ATRAVÉS DE TALHA-TESOURA	5	EXCESSO DE PRESSÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO DE EXTRAÇÃO DA ÁRVORE REBOULADORES DE PRESSÃO IMPRECISOS	5	VISUAL POR TIPO DE PEÇA E REGULADOR DE PRESSÃO DO PISTÃO	6	150	INSTALAR SISTEMA DE EXTRAÇÃO PNEUMÁTICO COM 2 PISTÕES E REGULADORES MAIS PRECISOS, UM PISTÃO NO CENTRO DA CAIXA E OUTRO NO LOCADOR	MANUTENÇÃO CARBALLO	SISTEMA INSTALADO COM SISTEMA PNEUMÁTICO	5	2	3	30				

Figura 29. FMEA
Elaborado pelo autor

FUNDAÇÃO OSASCO		FMEA DE PROCESSOS				ANÁLISE DO MODO E DO EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL		Emissão: 20/08 Depto.: ENG. MANUTEN.											
Peça Nome: Peça Número: Processo Nome: MOLDAGEM LSP Programa/Projeto:		Cliente: Aprovação: APROVADO EM 21/08		PRODUÇÃO Produto Novo Produto Modificado Reposição de Ferramenta Processo Novo / Modificado		Descrição: PROJETO DO CONJUNTO DOS SISTEMAS A e B													
REVISÃO																			
DESCRIÇÃO DO PROCESSO PROPÓSITO DO PROCESSO		MODO DA FALHA POTENCIAL	EFEITO/S DA FALHA POTENCIAL	SEVERIDADE	C L A S S I F I C A Ç Ã O	CAUSA/S DA FALHA POTENCIAL	O C O R R Ê N C I A	CONTROLE/S NO PROCESSO ATUAL	D E T E C T A B I L I D A D E	AÇÕES RECOMENDADAS	DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL	RESULTADOS DA AÇÃO							
SISTEMAS A e B		QUESA FLASK NA TRANSPORTAÇÃO PARA MÁQUINA DE MOLDAGEM	PARADA DA LINHA PARA DESMOLDAGEM MANUAL DA ÁRVORE	5		COPO DE VAZAMENTO DE ALGUMAS LOCALIZADAS NO LADO OPOSTO DO LOCALIZADOR E FORA DO CENTRO	6	VISUAL	3	90	VERIFICAR MODELOS QUE POSSUÍM COPOS DE VAZAMENTO DO LADO OPOSTO AO LOCALIZADOR E FORA DO CENTRO E MODIFICAR O CANAL DE DESTAIDA	MODELAGEM E SANTANA	FERRAMENTAL MODIFICADO NA SUPORTE PIVÔ DA CARINHE	5	1	1	15		
SISTEMAS A e B		QUESA FLASK NA TRANSPORTAÇÃO PARA MÁQUINA DE MOLDAGEM	PARADA DA LINHA PARA TRANSPORTE DA CAIXA ATRAVÉS DE TALHA	5		FALTA DE PRESSÃO NAS GARRAS DA PISTÃO	6	VISUAL	3	90	PROJETAR/CONSTRUIR AS GARRAS TIPO TESOURA PARA O LEVANTAMENTO DA CAIXA SEM NECESSIDADE DO PISTÃO PARA O TRAVAMENTO DAS GARRAS	MODELAGEM E SANTANA	SISTEMA DE LEVANTAMENTO TIPO TESOURA INCLUIDO NO PROJETO E INSTALADO	5	1	1	15		
DESMOLDAR A ÁRVORE E TRANSPORTAR O FLASK TAMPA PARA A LINHA DE MOLDAGEM		EXCESSO DE CALOR NA ÁREA	INCÔMODO TÉRMICO PARA O OPERÁRIO	8		FALTA VENTILAÇÃO E IRRADIAÇÃO DE CALOR DAS CAIXAS DE MOLDAGEM	8	TERMÔMETRO	1	64	INSTALAR VENTILADORES NA ÁREA	MANUTENÇÃO CARVALHO	1 VENTILADOR INSTALADO	8	1	1	8		

Figura 29. FMEA
Elaborado pelo autor

Ação	Parte-chave		Freq.
Limpar	Limites do sistema		8
	Painel do sistema A e B		8
Revisar	Motor	Conveyor de borracha	54
		Esteira	52
		Carro transportador	35
		Bomba Hidráulica	52
	Roll Over		6
	Conveyor		6
	Levantamento de tampas		6
	Transportador e empurrador das caixas		6
	Rolamento do carro transportador		20
	Substituir	Pistão	Esmagador
Carro principal			26
Roll Over			26
Roldanas do carro transportador		52	
Barras de Poliuretano do desmoldador		26	
Correia do sistema		32	
Corrente do carro transportador		26	

Quadro 12. Ações de Prevenção

Elaborado pelo autor

Nessas ações de prevenção estão associados os serviços de manutenção. E a seguir, estão discriminados estes serviços.

Ação: Revisar rolamentos do carro transportador

- Serviços:
1. Desligar equipamento e travar fontes de energia
 2. Verificar rolamentos das roldanas do carro transportador
 3. Trocá-los, se necessário
 4. Testar equipamento

Ação: Limpeza, reaperto e testes dos limites

Serviços:

1. Desligar equipamento e travar fontes de energia
2. Limpar limites e sensores
3. Reapertar e fazer teste funcional dos limites e sensores
4. Fazer teste geral do equipamento

Ação: Limpeza e revisão no painel

Serviços:

1. Desligar e travar fontes de energia
2. Fazer limpeza geral no painel
3. Reapertar todos os bornes de ligação
4. Trocar lâmpadas piloto queimadas e testar equipamento

Ação: Revisão no motor do carro transportador de caixas

Serviços:

1. Testar equipamento com Microtest e anotar resultados.
Trocar, se rolamento estiver ruim
2. Medir na escala "rolamento", "amplitude", "velocidade" e anotar resultado (da flange e mancal)

Ação: Revisão do Roll Over

Serviços:

1. Limpar mancais retirando areia acumulada
2. Lubrificar os mancais
3. Verificar e lubrificar corrente
4. Verificar estado do pino de ligação corrente/ haste do pistão
5. Limpar, verificar vazamentos e regular pistões
6. Limpar, válvula pneumática de acionamento dos pistões
7. Verificar, consertar vazamentos nas conexões/tubulações de ar

Ação: Revisão do conveyor

Serviços:

1. Limpar os mancais removendo a areia acumulada
2. Lubrificar os mancais dos rolos
3. Completar o nível de óleo do redutor
4. Verificar estado do acoplamento motor/redutor
5. Verificar a existência de folgas e corrigi-las

Ação: Revisão do conjunto

Serviços:

1. Remover areia e excesso de óleo do pistão hidráulico
2. Regular o pistão hidráulico para correto funcionamento
3. Retirar areia e excesso de óleo das válvulas dos pistões pneumáticos
4. Reapertar e regular sistema de acionamento das garras
5. Verificar conexões e tubulações de ar e óleo
6. Verificar e eliminar vazamentos de ar ou óleo
7. Lubrificar roldanas e verificar seu estado

Ação: Revisão no levantamento de tampas

Serviços:

1. Verificar pistão hidráulico, eliminando vazamento de óleo
2. Limpar e e verificar válvulas pneumáticas
3. Verificar funcionamento dos pistões das garras
4. Limpar trilho de rolamento do carro
5. Limpar e verificar os mancais dos eixos rolamento do carro
6. Verificar pistão movimentador do carro
7. Verificar tubulações/ conexões de ar e óleo, eliminando vazam.

Ação: Revisão no transportador e empurrador de caixas

Serviços:

1. Verificar roldanas do carro transportador
2. Verificar corrente e sua ligação ao carro
3. Limpar e verificar válvula pneumática do pistão
4. Verificar o funcionamento do pistão

Ação: Substituir o pistão hidráulico

Serviços:

1. Substituir o pistão do esmagador
2. Sanar os vazamentos de óleo

Ação: Substituir o pistão hidráulico do carro principal

Serviços:

1. Substituir o pistão do carro pincipal
2. Sanar os vazamentos nas tubulações

Ação: Substituir as roldanas do carro transportador

Serviços:

1. Substituir as roldanas
2. Verificar a estrutura do carro

Ação: Substituir barras de poliuretano do desmoldador de tampa SPO

Serviços: 1. Substituir as barras de poliuretano

2. Alinhar o desmoldador com as guias de entrada/saída de caixas

Ação: Substituir a correia

Serviços: 1. Substituir a correia C 75

2. Alinhar o conjunto do motor

3. Verificar o estado das correias

Ação: Substituir pistões do Roll Over

Serviços: 1. Substituir pistões do Roll Over

2. Substituir mangueiras

3. Verificar e sanar os vazamentos

Ação: Substituir a corrente do carro transportador

Serviços: 1. Substituir a corrente do carro transportador

2. Verificar a engrenagem motora e movida

7.8 PARABENIZAR A EQUIPE

A etapa final do Método de Solução de Problemas Orientado por Equipe consiste em reconhecer os esforços coletivos da equipe para a solução do problema da linha da SPO, agradecendo assim pelas contribuições individuais dos membros da equipe. Uma vez que os resultados alcançados foram dignos de merecimento, conforme podem ser observados no capítulo de Resultados.

A gerência da empresa também procura explicitar seus sinceros agradecimentos em favor das contribuições da equipe para a organização.

Conforme Maslow e Herzberg, o ser humano possui necessidade que precisam ser satisfeitas para sua motivação para o trabalho. A necessidade de auto-realização e auto-estima devem ser alcançadas, e esta é uma boa oportunidade para satisfazê-las. Além do mais, isto leva a uma maior motivação dos membros da equipe para outros problemas futuros, que terão uma formação em equipe para solucioná-lo.

Uma vez que esta última etapa do método e a equipe será evidentemente desfeita, toda a energia positiva acumulada em cada um dos membros da equipe podem se esvaír, caso não haja um mecanismo de recompensador.

Cabe então a gerência, o papel de reconhecer com sinceridade e ponderação, a atuação dos membros da equipe. Deve-se programar um encontro formal na sala do On Site, para haver um entrega de prêmios, na presença do Gerente Responsável da Fábrica. Os outros gerentes também participam assistindo as solenidades do encontro. Todos os membros da equipe tem que estar presentes, inclusive aqueles que participaram de apenas uma parte do processo.

Assim, os outros funcionários, que não participaram do processo, percebem esse reconhecimento dado aos seus colegas, e sentem que o esforço de melhorar os processos da fábrica não é em vão.

Procura-se passar, na mensagem de reconhecimento, certos conceitos sobre os Valores da Organização (quadro 13).

Alguns Valores da Organização

- É importante fazer um bom trabalho;
- Uma organização saudável, rentável e voltada para o cliente pode ser o resultado de um trabalho em equipe;
- A organização é orientada por resultados e é por isso que só se adota o enfoque de equipe quando necessário;
- Aqui se atua com base em recomendações profissionais e responsáveis;
- Os gestores participam do esforço de suas equipes, contribuem com os recursos e aconselhamento e criam um ambiente de apoio para o sucesso da equipe;
- As pessoas podem agir de acordo com os padrões promovidos pelo 8D, diariamente;
- A organização tem um compromisso com a excelência e a melhoria contínua.

Quadro 13. Valores da Organização

Elaborado pelo autor

Um benefício menos óbvio do reconhecimento é que a equipe e a organização reconhecem mutuamente que o motivo da criação da equipe agora desapareceu. A etapa do Reconhecimento permite que se anuncie, com tato, o "fim" com uma mensagem clara de volta ao trabalho normal.

O processo 8D conclui-se com a comemoração do sucesso dos esforços da equipe e, em seguida, desfaz-se a equipe e os seus membros retornam as atividades normais.

O Relatório 8D (figura 30), composto de todas as disciplinas traçadas pela equipe, preenchido a medida em que se completava as etapas, finaliza completamente o processo.

Relatório 8D			
Denominação do Problema		Nº Ref.	Data Abet.
Paradas na Produção por quebra de equipamento		0010	15 de julho
Data Atualização	Linha de Produção	Equipamento	
27 de setembro	Moldagem da SPO	Sistemas A e B	
1. Equipe		2. Descrição do Problema (Definição)	
Gestor: Gte. Eng. de Fábrica Líder: Encarreg. Manutenção Secretário: Eletricista de manut. Facilitador: Estagiário de Manut. Participantes: Operadores do dos sistemas A e B		Paradas intermitentes nos Sistemas A e B por quebra de equipamento	
3. Ação Interina de Contenção		%Eficiência	Data Implementação
Uso da Talha pelos operadores, manualmente		100%	24 de julho
4. Causa Real		%Contribuição	
Especificações do projeto dos sistemas A e B estava inadequado		100%	
5. Ações Corretivas Permanentes Disponíveis		Crítérios exigíveis	%Eficiência
1. Manter operação manual 2. Mudar sistema de moldagem 3. Construir novo conjunto de sistemas 4. Reformar sistemas		. Velocidade do Mold Reel . Manutenção facilitada . Downtime . 2 meses-implantação	100%
6. Ação Corretiva Permanente Implantada			Data Implementação
Novo conjunto de sistemas A e B			20 de setembro
7. Ação(ões) para Evitar a Reincidência			Data Implementação
. Manutenção Programada . FMEA			26 de setembro
8. Parabenização da Equipe		Data Encerr.	Relatado por Marcos Souza
Evento realizado na sala On Site		27/Set.	Depto. Manutenção

Figura 30. Relatório 8D
Elaborado pelo autor

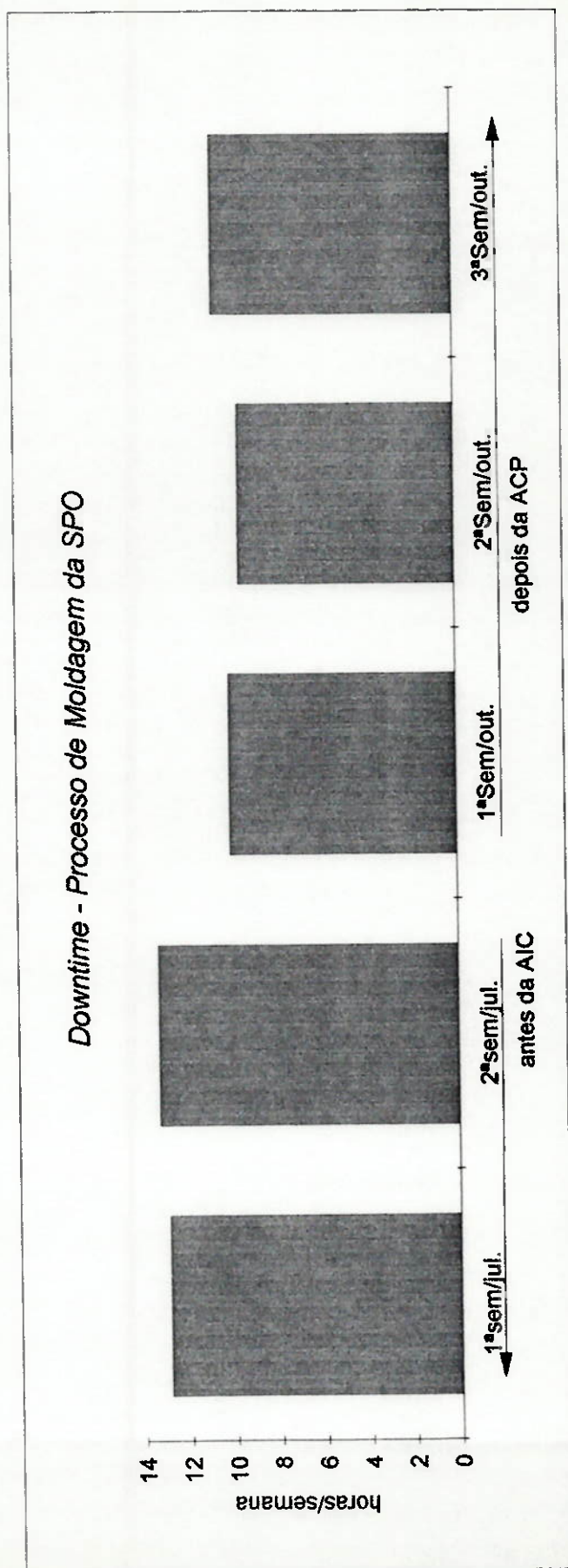
CAPÍTULO 8. RESULTADOS OBTIDOS

Para se perceber as melhorias alcançadas utilizou-se nos gráficos os valores das duas primeiras semanas de julho, correspondendo ao mesmo período de estudo da Caracterização do Problema (capítulo 3; item 1). Assim, pôde-se ter bons parâmetros de comparação para os períodos anteriores das ações interinas de contenção (AIC) e posteriores das ações corretivas permanentes (ACP), ou seja, antes e depois da aplicação do método.

O gráfico do Downtime no Processo de Moldagem da SPO (figura 31) representa uma implicação das melhorias em termos globais, para todo o processo de moldagem. Tendo-se então, uma noção representativa da eficácia do método de solução de problemas.

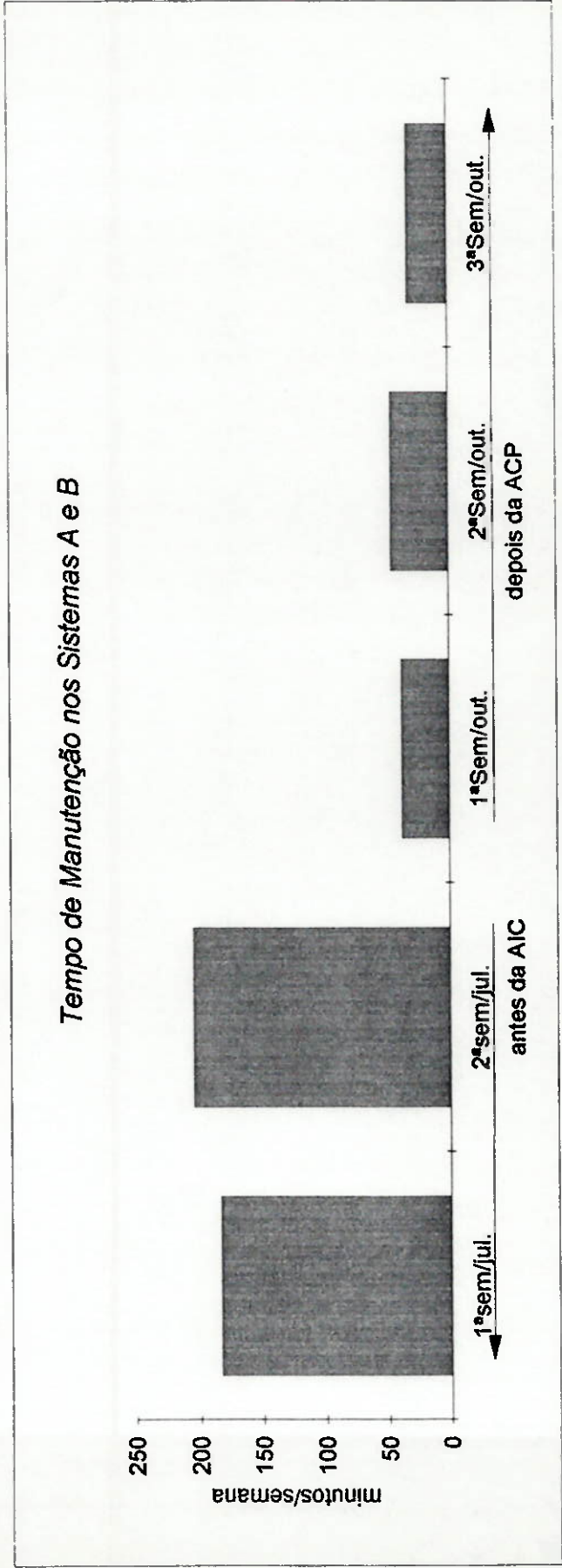
O gráfico de Tempo de Manutenção nos Sistemas A e B (figura 32) propõe mostrar o tempo ocioso proveniente de manutenções corretivas de emergência. Representa exatamente a influência do combate às quebras de equipamento para o departamento de manutenção em termos específicos, ou seja, das quebras dos sistemas A e B provocando as manutenções.

Por fim, como o objetivo proposto era aumentar a produção, construiu-se o gráfico de Produtividade da Linha da SPO (figura 33), mais especificamente dos sistemas A e B, onde se mostra um sensível salto de produtividade, alcançando o objetivo.



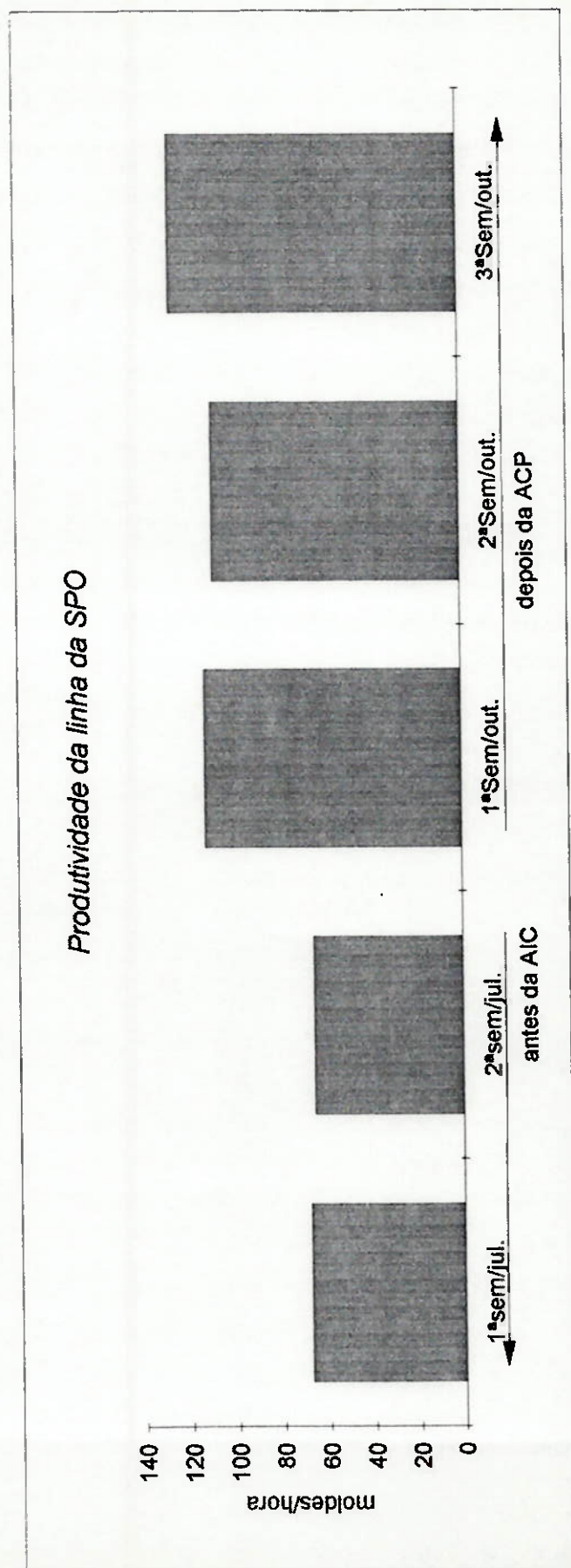
Julho		Outubro		
1ª sem./jul.	2ª sem./jul.	1ª Sem/out.	2ª Sem/out.	3ª Sem/out.
12,9	13,3	10,1	9,6	10,7

Figura 31. Downtime - Processo de Moldagem da SPO
Material extraído da empresa



Julho		Outubro		
1ª sem./jul.	2ª sem./jul.	1ª Sem./out.	2ª Sem./out.	3ª Sem./out.
183	204	38	46	32

Figura 32. Tempo de Manutenção nos Sistemas A e B
Material extraído da empresa



Julho		Outubro		
1ª sem/jul.	2ª sem/jul.	1ª Sem/out.	2ª Sem/out.	3ª Sem/out.
68	66	113	109	127

Figura 33. Produtividade da Linha da SPO
Material extraído da empresa

PARTE IV

CONCLUSÕES

CAPÍTULO 9 - CONCLUSÕES

9.1 CONCLUSÃO SOBRE OS RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos pode-se notar o significativo desempenho da equipe na:

- detecção exata das causas do problema de quebra de equipamento nos sistemas A e B e;
- sua ação corretiva implementada com sucesso.

O tempo ineficiente de todo o processo de moldagem da SPO, representado pelo Downtime (figura 31), sofreu uma sensível redução apenas com o ataque aos problemas dos sistemas A e B, comprovando sua grande participação nas paradas do processo.

Através do gráfico (figura 33), está evidenciado o aumento de produtividade, o que leva a perceber que a indisponibilidade de uso nos sistemas A e B implicava nas limitações do ritmo de produção de toda a linha. À medida em que se reduz/eliminam as paradas por falhas no processo de destacamento da Flask Tampa, aumenta a produtividade. Portanto, atuou-se exatamente no gargalo.

Depois da ACP, o tempo de manutenção decaiu bastante (figura 32), restando apenas as manutenções programadas, ou melhor, as preventivas. O tempo de manutenção corresponde a um indicador diretamente relacionado com as quebras de equipamento. Portanto, esse indicador demonstrou que o problema foi eficientemente solucionado e sua causa eliminada por completa.

Conclusão: esses resultados permitem afirmar que os objetivos deste trabalho foram plenamente alcançados, uma vez que o impacto da resolução do problema melhorou a produtividade mais eficazmente.

9.2 CONCLUSÃO SOBRE O MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Foi possível verificar a utilização das Oito Disciplinas, validando o método pela sua eficiência de atuação, considerando as condições de aplicação e os resultados obtidos.

Quanto ao objetivo deste trabalho relacionado com a análise do caráter sistemático e a forma de atacar o problema, pode-se considerar que foi completamente atingido. Pois, com curto espaço de tempo e com as limitações de recursos ainda foi capaz de identificar perfeitamente a causa do problema e agir corretivamente com muita eficiência, conforme demonstrado pelo resultados alcançados.

Pode-se concluir que este método funciona simultaneamente como um processo de solução de problemas, uma norma e uma forma de relatório (Relatório 8D).

Como *processo de solução de problemas*, consiste numa sequência de eventos a ser seguida a partir do momento em que o problema se evidencia. Se corretamente seguida, facilita a solução oportuna e total do problema.

É uma *norma*, um código de conduta, que propicia:

- Uma movimentação baseada em fatos, em que a Solução de Problemas, a Tomada de Decisão e o Planejamento e Prevenção de problemas são movidos e monitorados por dados realistas e factuais;
- Um compromisso de solucionar a causa do problema e, não apenas, mascarar seus sintomas ou efeitos.

Como *forma de relatório*, o método serve para comunicar o progresso da solução de um problema para as outras unidades e para sua própria gerência.

Pode-se concluir que este método destina-se para situações em que as "causas são desconhecidas". Não é apropriado quando um problema envolve **somente** a tomada de decisão ou **somente** a prevenção de problemas.

Como o SPOE é um processo de solução de problemas baseado em fatos, e também uma forma de relatório, as etapas do processo só podem ser cumpridas quando se dispõe de informações apropriadas. Portanto, os relatórios 8D muitas vezes não têm algumas etapas, porque faltam informações para concluí-las. Nesses casos, o método mostra o progresso até o momento e um plano de ação para concluir as etapas que faltam. O Relatório 8D é um documento vivo para mostrar o progresso até o momento e um plano de ação para concluir o esforço de solução de problemas.

Além disso, pode-se concluir que este trabalho contribuiu para o departamento de manutenção na conquista do PMEA (Prêmio de Excelência em Manutenção Preventiva), pois o método de solução de problemas faz parte de um dos pilares deste programa.

BIBLIOGRAFIA

- HIGGINS, L.R. **Maintenance Engineering Handbook**, s.l., McGraw-Hill, 1988.
- IAMADA, L.C. **Planejamento da parada anual para manutenção geral de uma indústria de sucos**. São Paulo, 1988. Monografia (Trabalho de Formatura) Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LEE, L.C. **Organização na manutenção preventiva**. São Paulo, 1987. Monografia (Trabalho de Formatura) Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- MANN JR, L. **Maintenance Management**, s.l., Lexington Books, 1976.
- SILVA, A. R. **Implantação de um sistema piloto de manutenção preditiva**, São Paulo, 1991. Monografia (Trabalho de Formatura) Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. Serviço de Bibliotecas. **Diretrizes para apresentações de dissertações e teses/** L.K.N. Kuane, M.C.M. Bonesio e M.C.O. Villela; Editoração de M.G.C. Reis. São Paulo, 1991.
- KONDO, Y. **Motivação Humana: um fator-chave para o gerenciamento**, AOTS Alumni, Editora Gente, São Paulo, 1991
- XAVIER, J.R. **Sistema informativo para manutenção**, São Paulo, 1986. Monografia (Trabalho de Formatura) Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- HERSEY, P. **Psicologia para Administração de Empresas: a utilização de Recursos Humanos**, 1974.
- FORD MOTOR COMPANY, **FTPM for everyone**, participants guide. Dearborn, Corporate Quality Office, 1993
- FORD MOTOR COMPANY, **Preventive Maintenance Excellence Award: Selection Standards Handbook**, 1996.
- FORD MOTOR COMPANY, **Team-Oriented Problem Solving II**, participants guide, Dearborn, Corporate Quality Office, 1991.
- KUME, H. **Métodos Estatísticos para a Melhoria da Qualidade**, AOTS Alumni, Editora Gente, São Paulo, 1992.
- FRAZÃO, R.; FROSINI, L.H.; CARVALHO, A.B.M. **Manutenção na ISO 9000 - versão 1994**. Controle de Qualidade, n.35 abr. 1995.
- LEWIS; PEARSON, **Management Guide form Maintenance Cost Redution**, Inc. New York, 1961.

ANEXOS

ANEXO A. SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

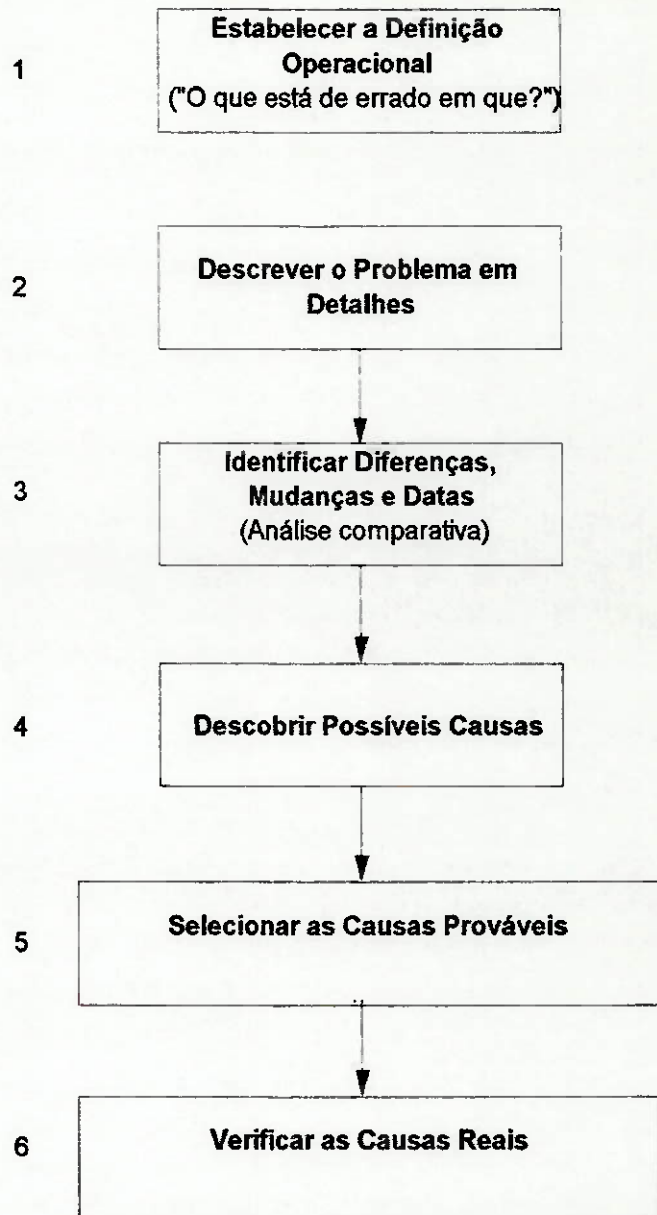
Dentro do processo 8D, a Solução de Problemas é uma técnica usada para descrever problemas de maneira mais completa e identificar e verificar suas causas reais. Esse método de solucionar problemas baseia-se estritamente em fatos e combina todas as ferramentas disponíveis na empresa para esse fim (p.ex.: os métodos de controle estatístico, Taguchi, Delineamento de Experimentos, Pareto, cartas individuais e outras ferramentas de verificação e validação). A Solução de Problemas lhe permite responder perguntas tais como: por que um peça às vezes se ajusta e, outras não ? Por que as válvulas de alguns motores fazem barulho e as de outros, não? Por que os gabaritos funcionam em alguns veículos e não em outros?

A Solução de Problemas Orientada por Equipes (SPOE) supõe a necessidade de de uma trabalhar em conjunto no problema. Assim, o enfoque 8D funciona melhor quando o problema e as informações sobre ele são tão complexos que não se pode esperar que alguém sozinho os resolva. Desta forma, ajuda a organizar e analisar as informações de modo a identificar e verificar a causa real.

O foco do SPOE está numa abordagem comum à solução de problemas. Uma abordagem comum leva a uma linguagem comum, com as vantagens em eficiência, consistência, economia de tempo e controle. Além disso, uma abordagem racional baseada em fatos desafia a experiência de modo que você não pode simplesmente "tentar o que já tentou antes" para ver se o problema desaparece. Uma vez que você já tem uma sólida técnica de Solução de Problemas, não precisa mais conhecer todos os detalhes técnicos de funcionamento das coisas. Essa técnica o ajudará a conseguir as informações necessárias das pessoas que sabem e o ajudará a identificar áreas onde são necessárias informações adicionais.

Há seis etapas principais na Solução de Problemas. As etapas 1 e 2 são usadas em D2 (Descrever o Problema) dos 8Ds. Via de regra, é preciso usar as etapas 3 a 6 para completar D4 (Definir e Verificar as Causas Reais).

Etapas de Solução de Problemas



Etapas da Solução Problemas:

D2 - Descrever o problema	1. Estabelecer a Definição Operacional 2. Descrever o Problema
D4 - Definir e Verificar as causas reais	3. Identificar diferenças, mudanças e datas 4. Descobrir possíveis causas 5. Selecionar as causas prováveis 6. Verificar as causas reais

O número de etapas de Solução de Problemas que se usa depende de quão distante se está da causa real conforme esboçado abaixo:

Causa Real	Ferramenta(s) de processamento de Solução de Problemas/Aplicações
100% de certeza	Não é preciso nenhuma, embora sejam necessárias verificação e validação.
Certeza razoável sobre as causas reais	Descrição do Problema (Etapa 2) Verificação das causas (Etapa 6)
Há várias possibilidades	Definição Operacional e Descrição do Problema (Etapas 1 e 2) Testar causas contra descrição (Etapa 5) Verificar (Etapa 6)

Nenhuma idéia verdadeira das causas reais	Uso completo do processo, inclusive descrição do problema e análise da causa real (diferenças, mudanças, datas testes e verificação). Essas etapas podem ser suplementadas com muitas ferramentas estatísticas/qualidade apropriadas, tais como Diagramas de Causa e Efeito, Fluxograma do Processo e cronograma de todas as mudanças conhecidas.
---	---

Segue uma descrição de cada etapa da Solução de Problemas:

Etapa 1 - Estabelecer a Definição Operacional

Definição Operacional é uma breve declaração descrevendo o objeto e o defeito. Por exemplo, pode ser "O carro não dá partida". O carro é o objeto e o defeito é que ele não dá partida. É preciso uma Definição Operacional para se criar um entendimento comum entre os membros da equipe, e entre esta e os clientes.

Esta definição ajuda a focalizar o esforço de Solução de Problemas no problema real. Primeiro deve-se fazer a pergunta: "O que está de errado em que? ". Depois, descobre-se se é conhecida a causa real daquele problema, perguntando-se "Você sabe por que?" Responder à pergunta "Por que?" , pode trazê-lo mais perto do problema real ou subjacente. Você continuaria perguntando "Você sabe por que?" até que não tenha resposta e, então, teria chegado a uma Definição Operacional". Conhecida como a técnica dos 5 por quês, utilizada amplamente na indústria automobilística japonesa, principalmente na Toyota, a precursora da técnica.

Por exemplo, seu carro não dá partida - "Você sabe por que ?". Você pode responder que o motor não tem arranque. E você sabe por que não tem arranque ? A bateria não tem carga. Você sabe por que ? A bateria não tem carga com temperatura inferior a 20 graus Fahrenheit (-6,7°C). Você sabe por que? Você pode não ter a resposta para a causa real disto, e assim, determinou que a Definição Operacional é:

"A bateria não tem carga quando a temperatura é inferior a 20 graus Farenheit".

Esta técnica de repetidamente perguntar "Por que?" até você não ter resposta pode ser chamada de "Decida da Escada", a qual é usada para assegurar que o esforço de Solução de Problemas seja focalizado no problema real. Conforme o exemplo da figura da Descida de Escada, exibida da página seguinte:

Etapa 2 - Descrever o Problema

Tendo desenvolvido a Definição Operacional, a etapa seguinte consiste em descrever, em detalhes, as características do problema "Como ele é ?" Onde e quando você encontra o problema ocorrendo ? Onde e quando você não encontra o problema ? De que tamanho ele é ? Isto se chama "Descrição (É/Não-É) do Problema".

A Descrição do Problema tenta estabelecer os limites de um problema e formula as perguntas com base nas quatro dimensões da Física, que são identidade, Espaço, Tempo e Massa, traduzindo-as nas seguintes perguntas: "O que?" (identidade); "Onde ?" (espaço); "Quando ?" (tempo); "De que tamanho ?" (massa). Assim, todas as perguntas sobre o problema se encaixam nas seguintes categorias:

1. O que (em que objetos está que defeito) ?
2. Onde (onde no objeto está o defeito, onde no processo o problema primeiro aparece) ?
3. Quando (quando foi observado pela primeira vez, outras vezes em que ele foi observado) ?
4. De que tamanho (dimensionamento, qual é o tamanho do defeito e de que tamanho é a população de peças defeituosas) ?

Você usa, então, uma Descrição do Problema para descrevê-lo completamente. Para cada categoria, coletam-se dois tipos de dados chamados as colunas É/NÃO-É. Os dados do É descrevem onde são observados os sintomas do problema. Os do NÃO-É, uma estritamente relacionada onde os sintomas poderiam estar, mas não são observados. Em outras palavras, onde você esperava ver, ouvir, sentir ou cheirar o problema, mas isso não acontece? O contraste entre os dados colocados em pares (as declarações É e NÃO-É correspondem a cada categoria) permite, ao solucionar, dedutivamente gerar as causas potenciais do problema. Se a causa potencial puder

responder a todas as declarações É e explicar as correspondentes NÃO-É, então, provavelmente, esta é a verdadeira causa do problema. A figura abaixo explica como preencher o quadro da Descrição do Problema.

	É	NÃO-É
O QUE	Qual é o objeto com o qual você está tendo o problema? Qual é o problema (defeito)?	Que objeto(s) similar(es) poderia(m) ter o defeito, mas não tem? Qual poderia ser o problema (defeito) mas não é?
ONDE	Onde você vê o defeito no objeto? Seja específico, se por dentro ou por fora, de lado a lado, de ponta a ponta, de um objeto para outro. Onde (geograficamente) você pode me levar para mostrar o problema? Onde você pode vê-lo primeiro?	Onde, no objeto, o problema não é visto? O problema abrange todo o objeto? Onde mais, geograficamente, você poderia ter observado um objeto defeituoso, mas não observou?
QUANDO	Quando você notou o problema pela primeira vez? Seja o mais específico que puder sobre o dia e a hora. Num fluxograma, em que etapa você primeiro vê o problema? Já que você o viu em primeiro lugar, quando o viu? Seja específico a respeito de minutos, horas, dias, semanas. Você pode fazer um gráfico de tendências ou modelos?	Quando ele poderia ter sido primeiramente observado, mas não foi? Em que outro ponto do fluxo do processo, duração ou ciclo operacional você poderia ter observado o defeito, mas isso não aconteceu? Que outras vezes você poderia ter observado o objeto defeituoso, mas isso não aconteceu?

DE QUE TAMANHO	Quanto, de cada objeto, tem o defeito?	Quantos objetos poderiam ter tido o defeito, mas não tiveram?
	Qual a tendência? Ela se nivelou? Desapareceu? Ou está piorando?	Que outras tendências poderiam ter sido observadas, mas não foram?
	Quantos objetos tem o defeito?	Quantos objetos poderiam ter o defeito, mas não tem?
	Quantos objetos você vê em cada objeto?	Quantos defeitos por objeto poderia haver, mas não há?
	De que tamanho é o defeito em termos de dólares, pessoas, tempo ou outros recursos?	De que tamanho poderia ser o defeito, mas não é?
	Qual o percentual em relação ao total?	

Etapa 3 - Identificar Diferenças, Mudanças e Datas

A próxima etapa consiste em identificar diferenças, mudanças no sistema. Isto se chama Análise Comparativa. Ela ajuda a identificar possíveis causas do problema.

Os problemas surgem tipicamente quando há mudanças no sistema. Estas mudanças podem ser graduais na forma de fazerem efeito ou podem ser mais imediatas. Visto que pode haver muitas mudanças no sistema, precisamos de um meio de focalizar apenas as que têm relevância para o problema.

A fim de determinar que informações vão para a coluna da Diferença, deve-se comparar a declaração É com a NÃO-É, e fazer a pergunta:

. O que é diferente, único, peculiar, especial e verdadeiro somente a respeito da declaração É quando comparado à correspondente NÃO-É.

Com a finalidade de determinar que informações vão para a coluna da Mudança,

fazer a pergunta:

. O que mudou em, sobre, em torno ou a respeito de cada declaração listada na coluna da Diferença.

Etapa 4 - Descobrir Possíveis Causas

A etapa seguinte consiste em considerar como as mudanças enumeradas na etapa 3. poderiam ter causado ou criado o problema. A essa altura, a equipe formula hipóteses sobre causas potenciais do problema baseada em sua experiência e capacidade de julgamento coletivas. Há vários recursos para se chegar às causas, tais como:

- mudanças identificadas na Análise Comparativa;
- Diagrama de Causa e Efeito;
- variáveis descobertas a partir de Fluxogramas;
- teorias surgidas durante avaliações pelo cliente;
- variações de mão-de-obra, métodos, materiais, medições e meio ambiente;
- teorias especializadas sobre o assunto;
- experiência individuais dos membros da equipe;
- Descida de escada

Etapa 5 - Selecione as Causas Prováveis

É feita agora uma tiragem das possíveis causas contra a descrição do problema (declarações É/NÃO-É), perguntando-se "Como a causa potencial explicã porque o problema ocorre na coluna do É e, não, na coluna do NÃO-É. Esta pergunta deve ser feita como relação a todos os dados É do perfil e seus correspondentes NÃO-É.

A tiragem é um teste no papel apenas. A equipe deve documentar como uma possível causa responde ou não às perguntas É-NÃO-É.

Se uma ou mais causas potenciais explicarem todos os dados É/NÃO-É sem necessidade de suposições não realistas, você deve prosseguir para a etapa de VERIFICAÇÃO.

Se, por outro lado, não conseguir pensar em uma outra causa potencial única para explicar satisfatoriamente os dados do perfil, então, talvez, o problema não tenha uma causa real única e seja resultado de uma combinação de mudanças e diferenças. Assim, a equipe pode ter de combinar algumas mudanças e , criar outra hipótese, voltar e fazer dela uma tiragem contra a Descrição do Problema.

Etapa 6 - Verificar a Causa Real.

Esta etapa seguinte consiste em provar, de maneira conclusiva, que as causas prováveis identificadas são realmente as causas reais, somente após isto é que você pode implementar a Ação Corretiva Permanente. Durante esta etapa, a equipe precisará direcionar as seguintes seguintes questões:

- Que tipos de dados devem ser coletados para provar que a causa provável é ou não é a causa real?
- Pode-se fazer o problema aparecer e desaparecer com variáveis exclusivamente associadas a esta causa ?
- Que prova há que esta causa realmente aconteceu ?
- Esta causa explica 100% da Descrição do Problema (frequência, extensão, dados sobre a época etc.) ? Todas as suposições foram verificadas ?
- Os dados de verificação de apoio são factuais e quantificáveis ?

Onde possível, investigue todas as prováveis causas simultaneamente para economizar tempo. Se investigar apenas uma causa provável, pode-se perder muito tempo se essa causa provável não for a causa real do problema.

Uma vez selecionada uma causa provável para investigação, a equipe deve colher dados de verificação para provar que esta é a causa real. Para esse fim, recomenda-se o seguinte, processo:

1. Estabelecer como a causa provável poderia ter resultado no problema descrito;
2. Estabelecer os tipos de dados que poderiam provar ser ou não a causa provável. Elaborar um plano de controle de como será conduzido o estudo.
3. Organizar e preparar os materiais e recursos necessários para conduzir o estudo;

4. Coletar os dados necessários;
5. Usar ferramentas estatísticas apropriadas;
6. Esboçar conclusões a partir do estudo. Os dados determinam a causa provável como sendo a causa real ?

A solução de problemas orientada por dados é, freqüentemente, mais complexa que simplesmente coletar dados relevantes, analisar os resultados e decidir sobre a solução correta. Uma vez colhidos e analisados os dados, freqüentemente sugem novas perguntas, de modo que outra rodada deste procedimento poderia ser necessária.

ANEXO B. TOMADA DE DECISÃO

Em vários lugares no processo 8D, uma boa técnica para tomada de decisão é essencial. Por exemplo, em D3, escolher uma ação interina eficiente exige tomada de decisão. E escolher uma ação corretiva permanente (D5) para eliminar a causa real é outra importante decisão. Como normalmente existem várias maneiras de evitar a reincidência de um problema (D7), é importante fazer a melhor escolha possível.

Examinaremos um processo para manipular todas as etapas necessárias à tomada de boas decisões. Faremos uma avaliação rigorosa e sistemática das escolhas, as limitações existentes e riscos envolvidos em determinada escolha.

Usaremos números para representar nosso julgamento e avaliar as informações. Um processo racional com números ajuda a manter as emoções e a tendenciosidade no mínimo. Porém, nenhum sistema pode eliminar completamente a subjetividade que vem com os julgamentos. Pense no processo de Tomada de Decisão como muitas pequenas decisões ou julgamentos levam a uma maior. Assim, nenhum julgamento, em si e por si, é de importância absoluta. Pense também na Tomada de Decisão como baseada em fatos. Os julgamentos só são feitos depois de os fatos apropriados estarem claros. Logo, seus julgamentos são conduzidos por fatos.

Use o processo de tomada de decisão em sua totalidade, quando:
for importante tomar a decisão correta da primeira vez;

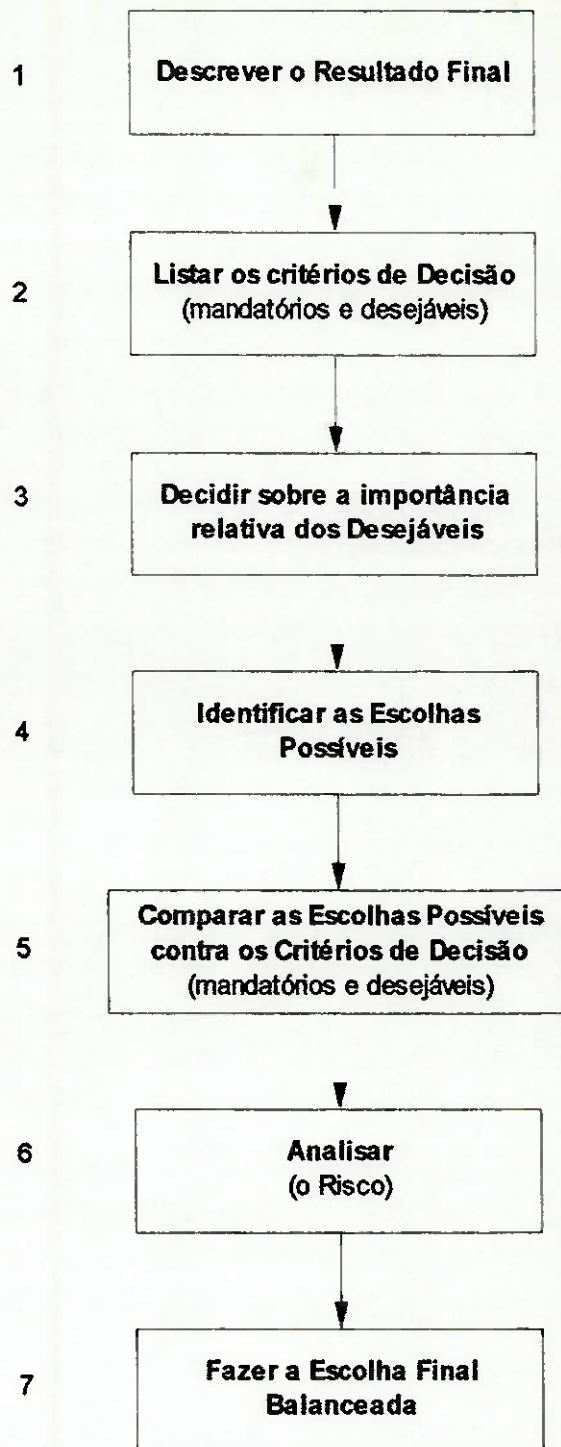
- não houver margem de erro;
- a "melhor escolha" dentre muitas não estiver clara.

São as seguintes as etapas da Tomada de Decisão:

Etapas 1 - Descrever o Resultado Final

A primeira etapa do processo de tomada de decisão consiste em fazer uma breve declaração que descreva o resultado final desejado. Essa declaração é a

Passos para Tomada de Decisão



chave para controlar o processamento, pois define o escopo da decisão a ser tomada e provê um foco para a equipe.

Essa declaração deve conter um verbo de ação como "comprar", "escolher", "selecionar" etc. e um objeto tal como "carro", "sistema de computador", "secretária" etc. Por exemplo, "Comprar um carro novo" é uma declaração concisa, em que "comprar" é a ação e "carro", o objeto.

A declaração sobre o resultado final deve refletir precisamente a meta desejada, sem restringir ou ampliar o escopo da decisão. no exemplo anterior, "Comprar um carro novo" automaticamente elimina a opção de comprar um carro usado. Na verdade, esta declaração implica em outras decisões:

- Comprar (não alugar ou pedir emprestado etc.);
- Um carro só (não vários);
- Novo (não usado);
- Carro (não furgão, bicicleta etc.)

De modo semelhante, a declaração do resultado final deve ajudar a definir os parâmetros do resultado final desejado. Por exemplo, "Fornecer transporte para os membros da família" ofereceria muito mais opções a quem toma decisão que "Comprar um carro novo". A equipe deve rever constantemente a declaração que descreve o resultado final para se certificar de que ela realmente reflete a saída desejada.

Etapas 2 - Listar os Critérios de Decisão

Usando a declaração do Resultado Final como foco, a equipe de Tomada de Decisão deve enumerar todos os critérios a serem preenchidos durante toda a decisão. Será preciso considerar as restrições orçamentárias e de tempo, os procedimentos da empresa, a legislação pertinente e todos os outros critérios a que a decisão terá de atender. "Brainstorming" é uma técnica útil para a equipe, que pode produzir uma extensa lista de critérios e aprimorá-la.

Os Critérios de Decisão se dividem em duas categorias: os EXIGÍVEIS e os DESEJÁVEIS. Os EXIGÍVEIS são os critérios mínimos a serem preenchidos por

uma escolha. Se uma escolha possível não atender às exigências dos EXIGÍVEIS, a equipe não pode escolhê-la como escolha final. Os DESEJÁVEIS são critérios desejáveis, mas não exigíveis, como o próprio nome diz, e cujo atendimento é mais flexível.

A equipe precisará identificar os critérios EXIGÍVEIS (p.ex., exigências orçamentárias ou de legislação) e, portanto, não negociáveis. Já que é vital que todos os membros do equipe reconheçam se um EXIGÍVEL está sendo cumprido, os EXIGÍVEIS devem ser mensuráveis. Se a equipe não conseguir avaliar se um desses critérios está sendo cumprido, só poderá chegar a uma decisão subjetiva. Por exemplo, "o Produto Final deve ter aparência robusta" é uma declaração subjetiva - o que parece robusto para uns, talvez não seja para outros.

Os critérios restantes que não são EXIGÍVEIS são classificados como DESEJÁVEIS.

Etapa 3 - Decidir sobre a Importância Relativa dos Desejáveis

Os DESEJÁVEIS não têm todos os mesmos graus de importância. Por exemplo, quando se compra um carro novo, um sistema de freios anti-travamento pode ser mais importante para você que, digamos, vidros elétricos.

O primeiro passo na determinação dos EXIGÍVEIS é estabelecer o mais importante deles e, para tornar mais fáceis os cálculos, atribui-se ao DESEJÁVEL mais importante um valor 10, compara-se estes aos outros DESEJÁVEIS e atribui-se a estes um valor que reflita sua importância relativa, comparada ao 10.

À primeira vista, isto pode parecer relativamente simples, mas como a equipe se compõe de membros com diferentes funções, podem surgir conflitos. O que é importante para um membro pode não ter a mesma importância para outro e é nesse estágio que a equipe deve-se reportar à declaração do Resultado Final, para manter o foco na que está tentando atingir. O uso de regras básicas de Tomada de Decisão consensual também ajuda a equipe a conseguir a "adesão" de seus membros.

Etapa 4 - Identificar Possíveis Escolhas

As escolhas ou opções possíveis são identificadas agora. Em alguns casos, elas são óbvias ou já estão prontas; p.ex., escolher catálogos de fornecedores de novos equipamentos ou projetos de componentes alternativos e, em outras, não há opções óbvias, cabendo à equipe chegar a elas mediante técnicas de "Brainstorming".

Etapa 5 - Comparar as Escolhas Possíveis contra os Critérios de Decisão

Há quatro estágios na comparação da Possível Escolha contra os critérios.

Estágio 1

Certifique-se de que cada escolha possível atende aos critérios EXIGÍVEIS. A falha de uma possível escolha em satisfazer qualquer um dos critérios EXIGÍVEIS resulta que ela seja exclusiva de futuras considerações.

Estágio 2

Avalie a capacidade de as escolhas possíveis restantes satisfazem os critérios DESEJÁVEIS. Olhando para cada DESEJÁVEL, avalie como cada uma das possíveis escolhas atende a este critério, de '10' à escolha que mais se enquadra e das outras opções possíveis notas relativas ao "melhor" em uma escala de 'BOM' de 0 - 10 (onde 0 não atende aos critérios DESEJÁVEIS).

Estágio 3

Para cada uma das escolhas possíveis restantes, multiplique o valor atribuído a cada DESEJÁVEL para seu 'Bom' correspondente.

Estágio 4

Totalize os pontos de cada escolha possível, compare o resultado para determinar que escolha possível teve o mais alto mérito relativo.

Etapa 6 - Analisar o Risco

Muitas decisões ruins são tomadas porque as equipes falham em levar em conta aquilo que poderia dar errado. A Análise de Risco dá, a quem toma decisões, a oportunidade de listar eventuais associados a uma determinada escolha e, também, a de conseguir colaboração de pessoas que terão de conviver com a etapa final.

Para cada possível escolha restante, a equipe avalia os riscos em três áreas:

1. A escolha possível é ruim contra os critérios EXIGÍVEIS mandatórios? As que mal atendam esses critérios devem ser considerados um risco potencial.
2. A escolha possível é ruim contra os critérios DESEJÁVEIS que têm um alto Valor de Importância Relativa.
3. Há riscos externos associados à escolha possível, tais como comprometimento da qualidade ou dano ambiental. Na planilha da Análise de Risco encontra-se uma lista de verificação útil.

A avaliação de risco baseia-se em dois critérios:

- Estimativa da probabilidade de ocorrência de um evento;
- Estimativa de quanto dano um evento poderia causar (quão grave seria o dano).

Para que possam ser comparados vários riscos, deve-se avaliar a probabilidade de ocorrência do evento, em uma escala de 1-10, ou seja,

- 1 = pouca probabilidade de ocorrência deste evento;
- 10 = grande probabilidade de ocorrência deste evento.

Da mesma forma, deve-se atribuir nota à gravidade do evento, em uma escala de 1-10, ou seja,

- 1 = pouco impacto se ocorrer o evento;
- 10 = impacto muito grave, se ocorrer o evento.

A equipe deve então usar sua capacidade de julgamento para determinar se é aceitável o grau de risco associada a escolha.

Etapa 7 - Fazer a Escolha Final Balanceada

Considerando os benefícios (Mérito Relativo) e os Riscos associados a cada possível escolha, pode-se decidir:

- Aceitar o grau de risco;
- Comprometer-se com a escolha disponível, enquanto se esforça para minimizar ou controlar o risco;
- Abandonar uma escolha possível em favor da outra;
- Rejeitar todas as possíveis escolhas disponíveis.

ANEXO C. PLANEJAMENTO E PREVENÇÃO DE PROBLEMAS

Não se deve confundir Planejamento e Prevenção de Problemas com Solução de Problemas, pois as técnicas desta última tratam de uma situação já existente e são usadas para descobrir porque alguma coisa deu errado ou porque um objeto não está funcionando como deveria. As informações e dados necessários para a solução de um problema já devem existir, embora em situações complexas possam ser difíceis de encontrar. Evitar problemas, por outro lado, exige que se tente descobrir o que poderia dar errado, no futuro, e que ações preventivas e de proteção são necessárias. Com a Solução de Problemas toma muito tempo, o Planejamento e Prevenção de Problemas normalmente não recebe a atenção que merece.

Às vezes, as equipes deixam de atingir seus objetivos, por não considerarem a possível ocorrência de problemas, depois de implementadas as ações corretivas. A vantagem das técnicas de Planejamento e Prevenção de Problemas é que elas exigem que a equipe visualize possíveis ameaças antes da implantação de um plano, a equipe pode agir para controlá-las ou minimizá-las.

Na prevenção de Problemas, revisam-se sistematicamente as etapas de um plano, perguntando:

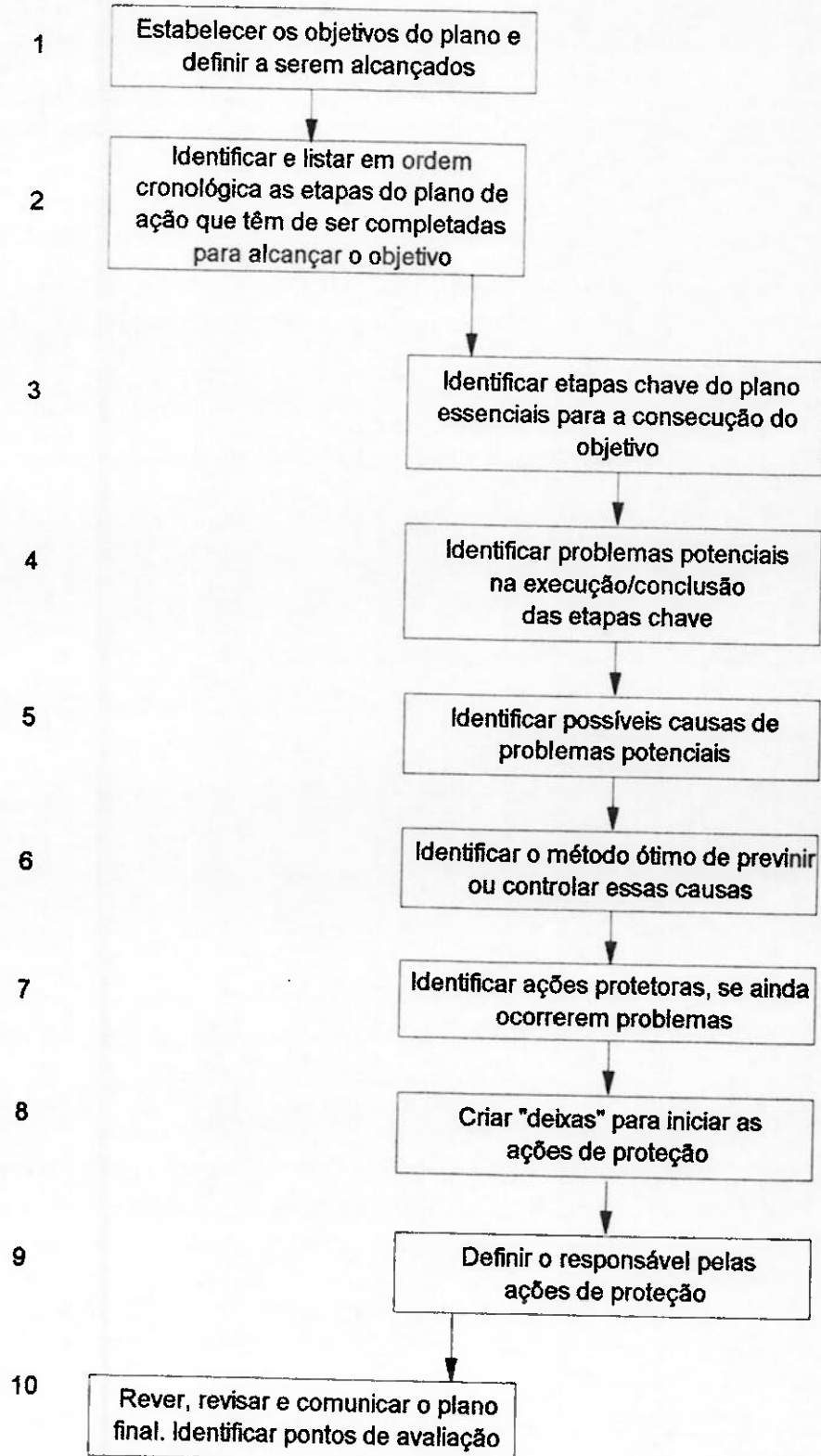
- O que pode fazer com que a etapa/fase saia errada?
- O que se pode fazer para impedir que cause problema?
- O que tem de ser feito, se mesmo assim acontecer?
- Quem tem de tomar a iniciativa e que informações têm de ser dadas a essa pessoa para que ela aja?

Há necessidade de uso das técnicas de Planejamento e Prevenção de Problemas durante todo o processo 8D.

O Planejamento e Prevenção de Problemas divide-se em duas fases. As duas primeiras etapas e a décima fazendo parte da fase de Planejamento e as etapas de 4 a 9 fazendo parte da fase de Prevenção de Problemas.

Etapas de Planejamento e Prevenção de Problemas

Planejamento



Planejamento

Etapa 1 - Declarar o Objetivo

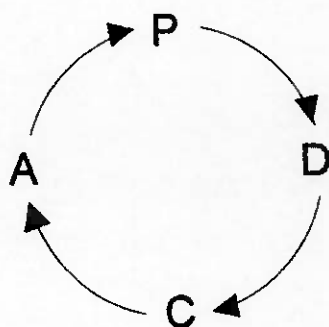
Todo plano começa com a necessidade de atingir metas, as quais, quando são mensuráveis e têm um prazo, são chamadas de objetivos. E os objetivos são quase sempre apoiados por exposições qualificadoras (padrões) p.e., rejeições-por-cem (R/100), as coisas que deram certo, as coisas que deram errado (TGT/TGW - things gone right/ things gone wrong). Será usado padrões como unidades de medição ou restrições, para determinar se os objetivos forma alcançados. Os objetivos se tornam então a justificativa final para todas as atividades correlatas.

Etapa 2 - Identificar as Etapas de Plano de Ação

Determine as etapas a serem cumpridas para se atingir o objetivo do plano. Elabore-os com base em cada fase do Ciclo Gerencial.

O Ciclo Gerencial PDCA tem quatro fases:

1. Planejamento (planejar: Plan)
2. Implementação do Plano (Fazer: Do)
3. Registro dos resultados da fase de implementação (verificar: Check)
4. Avaliação dos resultados (Agir: Act)



Durante esta fase do ciclo, os planejadores usam sua experiência para determinar as etapas a serem concluídas para atingir os objetivos do plano no prazo. Geralmente, as etapas do plano são dispostas seqüencialmente, em ordem

cronológica.

O plano completo pode ser expresso de várias formas, algumas simples como uma lista de "por fazer", e outras muito detalhadas, como uma programação de gerenciamento de projeto ou um Fluxograma de Processo.

A complexidade e o grau de detalhamento do plano são diretamente proporcionais à seriedade do objetivo e ao grau de experiência do planejador. A seguir, são citadas alguns exemplos de técnicas comuns de planejamento:

- Lista de "por fazer";
- Plano de ação seqüencial, incluindo informações sobre quem, o que e quando;
- Diagrama "PERT";
- Plano de caminho crítico;
- Programação detalhada de gerenciamento de projeto.

Prevenção de Problemas

Etapas 3 - Identificar as Etapas Chave

Reveja cada etapa do plano e esclareça as etapas que são cruciais para o seu sucesso.

Identificar as etapas chave é, em grande parte uma função da experiência. A maioria dos planos fracassa porque supera o orçamento, o tempo se esgota ou a qualidade não corresponde às expectativas. Portanto, ao rever um plano para determinar onde pode haver dificuldade ou problema, o orçamento, o prazo e a qualidade são bons lugares por onde começar.

Etapas 4 - Identificar Problemas Potenciais

Para cada etapa do plano, considere o que poderia dar errado. Em cada etapa chave pode haver vários problemas. A equipe poderia fazer as mesmas perguntas feitas na Descrição de Problema em D2, só que colocando-as no tempo futuro:

Solução de Problemas	Prevenção de Problemas
O que?	O que poderia acontecer?
Onde?	Onde isso poderia acontecer?
Quando?	Quando esperaríamos ver o problema?
De que tamanho?	Que tamanho de problema esperamos que seja este problema?

Devido à limitação de tempo e de recursos, a equipe deve-se concentrar em assuntos prioritários. O estabelecimento de prioridades se faz melhor, considerando-se a probabilidade de ocorrência de um problema e a gravidade ou impacto deste, caso se concretize. Os problemas potenciais muito graves e com grande probabilidade de ocorrer justificam a atenção imediata da equipe.

Etapa 5 - Identificar Possíveis Causas de Problemas

Antes de se tomar qualquer providência para evitar um problema potencial, deve-se definir a causas prováveis. Assim, para cada problema potencial de "alta prioridade", especule sobre as possíveis causas.

Por exemplo, planeja-se vender um casa e construir uma nova. Já identificou-se a venda da casa como a etapa chave de seu plano e, talvez, preveja problemas nessa venda. Quais são algumas das coisas que poderão impedi-lo de vender sua casa pelo preço e no prazo que precisa?

Eis algumas:

- O preço da casa está alto demais;
- O local onde ela está situada não atrai compradores;
- As taxas de juros estão proibitivas;
- Houve descuido de alguns aspectos de manutenção e a casa não aparência tão boa quanto deveria;
- O corretor de imóveis não se empenha para vender a casa.

Etapa 6- Identificar Ações Preventivas

Ações preventivas atacam a causa de um problema potencial. Para cada causa possível, faça a pergunta "De que maneira podemos impedir que uma causa possível realmente acarrete problema?".

Usando o mesmo exemplo da casa, se poderia impedir que o preço de venda fosse um empecilho para um potencial comprador, pedindo que façam uma avaliação para se verificar de que o preço de venda é realista. Já as suas escolhas para impedir que o local onde a casa se situa seja um empecilho são limitadas. Dificilmente se pode consertar esse tipo de coisa. Uma medida mais realista seria imprimir uma lista de todos os pontos positivos do local (escolas, "shopping centers", indústrias, transporte público etc.) para torná-la mais atraente.

Entretanto, há problemas potenciais que são impossíveis de evitar. Um exemplo seria um furacão e, nesse caso, simplesmente se aceita o risco ou encontra-se um meio de minimizar os efeitos de um problema potencial.

Etapa 7 - Identificar Ações de Proteção

Ações de proteção servem para minimizar o efeito da gravidade de um problema potencial, caso este ocorra. Essas ações são uma "rede de segurança", caso prevaleça a Lei de Murphy (o que quer que seja que possa dar errado, certamente dará). A equipe primeiro examina cada problema potencial de "grande prioridade" e enumera as ações de proteção. Como essas ações só serão postas em prática "se acontecer o pior", a equipe precisa preparar soluções de baixo custo, fáceis de implementar.

Uma vez mais, o exemplo da casa servirá para perguntar: "Mesmo que possamos controlar as causas de não vender nossa casa, o que vamos fazer se não a vendermos? ". Pode-se decidir continuar morando nela, alugá-la ou fazer um empréstimo temporário para prosseguir com seu plano. Em geral, são várias as escolhas e é importante decidir de antemão qual é a melhor.

Etapa 8 - Criar "Deixas" para Desencadear Ações de Proteção

Algumas ações de proteção são desencadeadas automaticamente. Por exemplo, um sistema de "sprinklers" contra incêndio será acionado pelo calor ou

fumaça do incêndio e, nesse caso, a fumaça ou o calor agem como "deixa". Por outro lado, algumas ações de proteção exigem intervenção manual; por exemplo, a lâmpada de alerta do óleo em um carro faz com que o motorista verifique o nível do óleo e o complete, se necessário. Todas as ações de proteção devem ter "deixas" bem claras que são acionadas quando se tem de executar a ação em questão.

Etapa 9 - Definir o Responsável pela Ação de Proteção

As ações de proteção exigem que esteja bem claro quem as executará. Qualquer demora causada por dúvidas sobre a autoridade ou responsabilidade será evitada quando a autorização é clara de antemão. A pessoa encarregada de iniciar a ação deve ser identificada pelo nome. Sua responsabilidade deve ser comunicada e revista junto com ela.

Planejamento

Etapa 10 - Rever, Corrigir e Comunicar o Plano Final

Depois de Concluir a Prevenção de Problemas, atualize o plano final. Sua capacidade de julgamento e a sua experiência serão uma vez mais determinantes dos recursos a ações essenciais para esse fim. Muitas vezes, as limitações de tempo, dinheiro e pessoal determinam que se assumam riscos, uma vez que nem todo problema imaginável pode ser totalmente controlado.

A maioria dos planos tem fases e estágios naturais e uma etapa de seu gerenciamento consiste em determinar onde estão essas fases e decidir conscientemente quando é preciso revisar todo o plano, seu progresso até o momento e a necessidade de algumas correções no meio do percurso. É improvável que um plano se desenvolva sem a necessidade desses pontos de avaliação. Logo, identifique-os antes que uma crise obscureça o seu raciocínio claro.

Uma vez aplicado o processo de Prevenção de Problemas a um plano, o planejador pode decidir-se por uma ou mais das seguintes ações:

- Corrigir o plano original;
- Alocar recursos para evitar causas de problemas descobertas na

Prevenção de Problemas;

- Reservar recursos para usar se o problema mesmo assim ocorrer;
- Definir e comunicar as ações de proteção, em caso de dificuldade;
- Definir e implementar técnicas ou sistemas de monitoramento para acompanhar o processo das etapas chaves por todas as fases críticas do plano;
- Decidir incluir representantes dos departamentos chave para ajudar a primorar o plano antes da implementação;
- Decidir abandonar os objetivos originais;
- Aceitar o grau de risco e implementar o plano sem modificação.

ANEXO D. ANÁLISE DE PROBLEMAS

A Análise de Problemas é um método de tratar as tarefas a serem concluídas. A maioria das pessoas usa intuitivamente esse tipo de análise em sua vida diária. Por exemplo, quando se examina a correspondência de manhã ou a caixinha de entrada, tenta-se determinar o que exige atenção imediata e que tarefas podem ser deixadas para mais tarde.

Quando se enfrenta uma crise, muitas vezes é preciso tratar de várias questões de uma vez e a Análise de Problemas ajuda a analisar questões complexas, desdobrando-as em partes administráveis. Essas partes administráveis são chamadas "problemas", os quais têm sua prioridade determinada para se saber que enfoque terá de ser adotado para solucionar cada um deles (p.ex. Solução de Problemas, Tomada de Decisão e Planejamento e Prevenção de Problemas).

A gerência muitas vezes lança mão da Análise de Problemas no início do processo 8D (às vezes chamado D0 [D-zero]), quando toma conhecimento de um ou mais problemas. A Análise de Problemas ajuda-a a decidir que problemas atendem aos critérios das 8 Disciplinas e se deve ser formada uma equipe para solucioná-los.

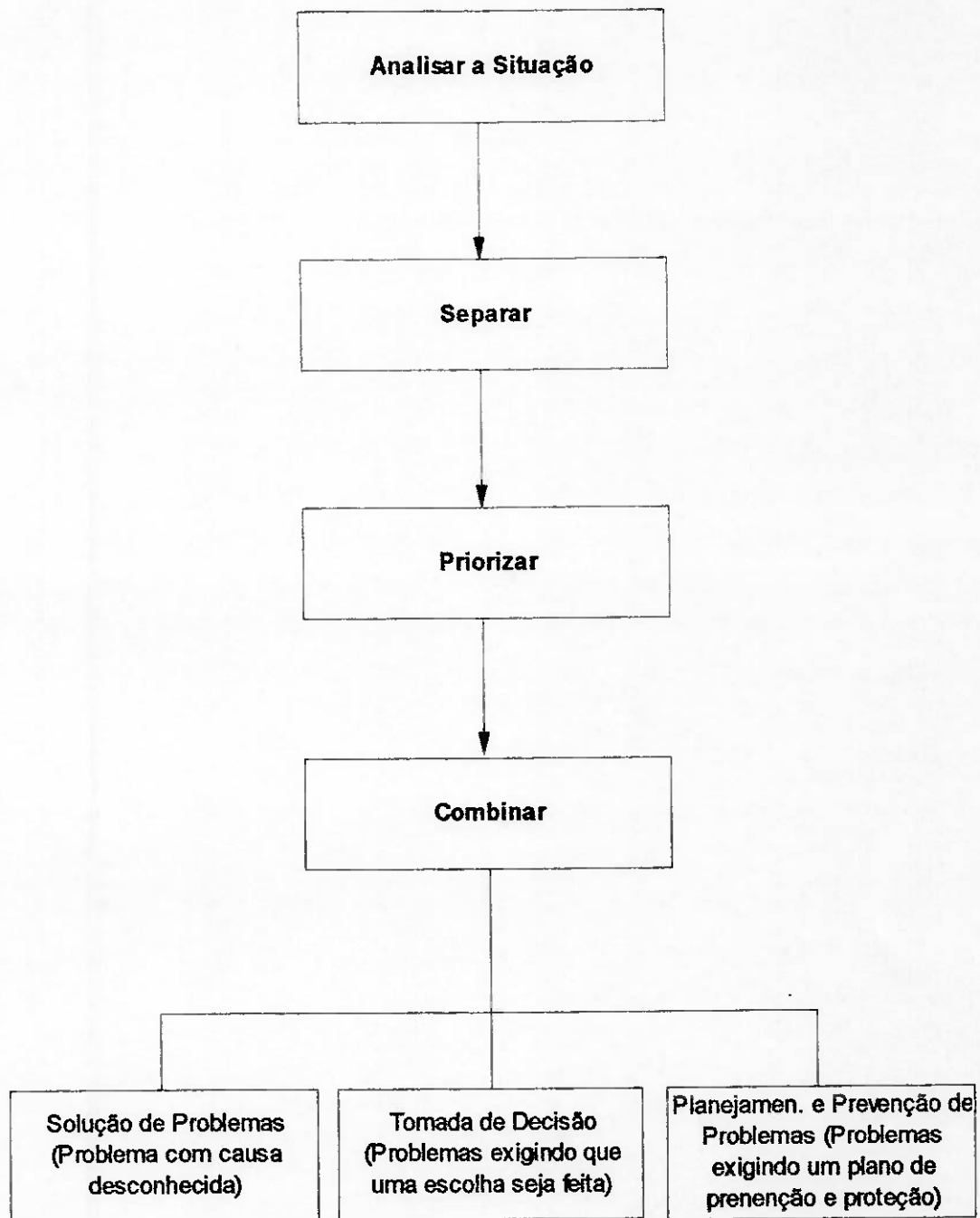
Etapa 1 - Analisar a Situação

A primeira etapa exige que se tome conhecimento de todos os problemas e se analisem todos. A ênfase aqui está em ser pró-ativo. Deve-se procurar esses problemas, em vez de esperar que eles caiam em sua mesa, e deve colocar todos em uma lista de "por fazer".

Por exemplo, descobre-se que os rejeitos-por-cem-unidades dos para-brisas estão aumentando e cabe-lhe conhecer melhor a situação coletando dados, entrevistando pessoas e observando. Precisa-se descobrir se este é um problema grave o bastante para afetar negativamente os lucros ou impedir o atendimento dos pedidos. Além disso, se quer conhecer a causa do problema. Pode-se resolver o assunto ? Como se pode impedir que ele aconteça de novo no futuro?

Etapa 2- Separar

Etapas da Análise de Problemas



A etapa seguinte consiste em discriminar e subdividir questões complexas em partes fáceis de administrar ou em problemas, examinando cada um deles. Para alguns problemas, pode-se ter de Descer a escada (perguntando "Por que? Por que?") para chegar a melhores definições operacionais.

No caso do pára-brisa, pode-se desdobrar os problemas em:

Qual é a causa dos aumento dos rejeitos?

Produziria pára-brisas bastantes bons para atender aos pedidos dos clientes?

Que melhorias poderiam ser introduzidas no sistema para impedir que esse problema reincida?

Etapa 3 - Priorizar

Tem-se então que decidir quais destes problemas exigem atenção imediata. São várias as maneiras de priorizá-los (p.ex., Diagrama de Pareto, Dígrafo de Inter-relacionamento e Classificações)

Para o problema do pára-brisa, pode-se decidir que atender os pedidos dos clientes tem prioridade, vindo depois a descoberta da causa do problema e, finalmente, as melhorias nos sistemas.

Etapa 4 - Combinar

A etapa final é onde se decide qual é o melhor método para tratar cada problema. Nesta seção, descrevemos a ferramenta de processo para solucionar problemas (voltada para o passado) e uma outra, também de processo, para tomar decisões (voltada para o presente) e uma terceira para prevenir problema (voltada para o futuro). Cabe-lhe combinar o problema com as ferramentas de processo e se isso não for feito, é sinal de que é necessário separar mais ainda esse problema.

A combinação da ferramenta de processo com o problema se faz respondendo às seguintes perguntas:

- Tenho um desvio com causa desconhecida e preciso conhecer a causa? (Solução de Problemas);

- Há uma escolha a ser selecionada dentre várias e a melhor não está clara? (Tomada de Decisão);
- Tenho um plano de proteção? (Prevenção de Problemas).

Como o exemplo para o pára-brisa, tentaria-se encontrar a causa real do problema de rejeito, usando as ferramentas de Solução de Problemas. Cabe-lhe também escolher dentre várias opções, uma que permita produzir pára-brisas para atender aos pedidos dos clientes, enquanto se resolve o problema. Precisa-se adotar horas extras, contratar temporários ou terceirizar. Use as ferramentas de Tomada de Decisão para ajudá-lo nessa tarefa e, finalmente, precisa-se corrigir o sistema que desencadeou o problema, usando as ferramentas de Planejamento e Prevenção de Problemas.

ANEXO E. FATORES INIBIDORES E FACILIDADORES

No processo de SPOE devemos estar cientes que existem fatores inibidores e facilitadores. Isto se torna muito importante ao se verificar o quanto uma equipe se dedica para a resolução de um problema, e que muitas vezes negligenciou com alguns pontos. Portanto, estes fatores precisam ser bem absorvidos por todos os membros da equipe de modo a garantir o sucesso do método.

Fatores que promovem a eficiência

A solução eficaz de problemas em qualquer ambiente de manufatura ou engenharia exige os seguintes fatores que promovem uma eficiente Solução de Problemas.

- **Corpo de Conhecimento Existente**

Um número substancial de pessoas tem experiência com raciocínio e métodos estatísticos de processo. Corresponde ao aporte de conhecimento da empresa que será aproveitado para a constituição da equipe ao longo do desenvolvimento das disciplinas.

- **Clima de Trabalho em Mudança**

Significa que este fator fundamental leva a construir um ambiente propício, favorecendo as mudanças. Como características principais encontra-se:

- . Experiência Acumulada em Lançamento de PM/EI (Participatory Management / Employee Involvement - Gestão Participativa / Envolvimento dos Empregados);

- . Fontes de Dados Internos / Externos: obter informações de maneira rápida, com consistência e veracidade das origens internas, dentro da empresa, e externas, fora da empresa;

- . Conscientização da Gerência: no sentido de entender e compreender a formação de uma equipe para resolução de problemas repetitivos dentro da

empresa, sua alocação de recursos como tempo disponível de cada empregado voltado para a realização das 8 Disciplinas.

- **Visão Positiva**

- . **Exigência de Qualidade Mais Rigorosas:** para se adotar novos padrões de qualidade, exigindo menores variações e tolerâncias, além de especificações mais precisas;

- . **Foco no Cliente:** respeitando suas reais necessidade de uso, para compreender que ações são consideradas prioritárias e repercutirão impacto positivo nas expectativas do cliente;

- . **Melhoria Contínua:** constante preocupação de adotar novos patamares de qualidade, promovendo uma melhoria nos aspectos relevantes de acordo com os clientes;

- **Composição**

Equipes Multifuncionais e Matriciais: este tipo de formação de equipe, promove o intercâmbio de informações e compartilhamento de experiências, o que significa uma melhor composição entre as partes da solução do problemas otimizando o todo.

Fatores que Inibem a Eficiência

A falta de eficiência na solução de problemas nos ambientes de manufatura, engenharia e administrativo muitas vezes se deve a um ou mais dos seguintes fatores:

- . Problema Descrito Incorretamente: É necessária uma descrição clara e completa do problema. Para que seja efetivamente tratado pela equipe, o problema tem de ser corretamente descrito e ter um escopo limitado;

- . Esforço para a Solução de Problemas Apressado: Pulam-se etapas no processo de solução de problemas, para se ter uma solução rápida;

- . Fraca participação da equipe: como nem todos os seus membros participam efetivamente, a equipe deixou de considerar todas as causas do problema;

- . Falta de um processo de raciocínio lógico: faltou à equipe um sistema disciplinado para estabelecer prioridade, analisar e examinar problemas;

- . Falta de habilidades técnicas: os membros da equipe não tinham sido treinados em estatística e métodos de solução de problemas;

- . Impaciência da Administração: por não conhecerem o processo de solução de problemas, muitos gerentes estabelecem prazos, quando se tem de solucionar um problema, resultando dessa pressão uma análise inadequada;

- . Causa potencial mal identificada como causa real: às vezes, uma causa potencial é identificada rapidamente como a causa real, concluindo-se a investigação do problema. Entretanto, muitas vezes reincide porque a causa real ainda não foi eliminada.

- . Ações corretivas permanentes não implementadas: pode-se identificar um causa real, sem contudo tomar qualquer ação corretiva permanente. Este tipo de ação frequentemente exige aprovação dos custos e implementação pela gerência.

ANEXO F. PAPEL DA GERÊNCIA

Considerando os aspectos chave no sistema de solução de problemas. encontra-se:

- Elementos que dão origem ao SISTEMA em que tem lugar o PROCESSO de Solução de Problemas são o clima, identificação e priorização.
- Sendo estes três elementos de apoio cruciais para o sucesso do sistema.
- A gerência é responsável pela coordenação do sistema. Tanto no sentido de criá-lo, quando de manter o sistema e melhorá-lo continuamente.

É necessário possuir uma visão global do sistema, pois o processo real de Solução de Problemas ocorre dentro de um sistema. Além do mais, o fornecimento de todas as partes/funções do sistema é responsabilidade dos que gerenciam. E também, a melhoria contínua do sistema e cada uma de suas partes é necessária para atingir a excelência.

O sistema consiste de quatro elementos:

- O clima - o Ambiente em que os três elementos de ação ocorrem;
- Identificação - Priorização;
- O processo de Solução de Problemas;
- Implementação.

Assim, o sistema deve ser simples, direto e compreensível.

Quanto ao **clima** podemos considerar:

- Liderança participativa: Gerenciamento de Apoio e Orientado por Pessoas/Equipes;
- Processo de Solução de Problemas Orientada por Equipes: entendida e apoiada pela gerência, que está ativamente envolvida em fomentar o processo.
- Treinamento: em ferramentas/métodos/técnicas de solução de problemas e habilidades interpessoais e de equipe;

- Apoio do Processo de Solução de Problemas Orientada pela Equipe: desde a identificação até a implementação;
- Expectativas e exigências: da equipe e de seus membros, claramente expostas e entendidas desde o início;
- Encorajamento: para inovar, repetir e assumir riscos;
- Aconselhamento: por meio de exemplos, críticas construtivas e reforço positivo para os membros da equipe;
- Espaço para crescer e liberdade de errar: tolerância para erros e falsos começos. Para aprender com os erros sem uma reação punitiva;
- Reconhecimento/Recompensa: trabalhos e habilidades de equipe reconhecido e divulgados.
- Feedback: comunicação do 'valor agregado' pelo esforço da equipe.

Uma vez descritos os aspectos do clima, os **papéis gerenciais** correspondentes seriam:

- . Ter paciência: A Solução de Problemas é um processo iterativo envolvendo pessoas que estão continuamente aprendendo. Não existe um cronograma absoluto na solução de um problema;
- . Dedicar tempo e esforçar-se para entender o processo de solução de problemas orientado por equipe, aconselhando a equipe.
- . Dispor-se a coletar erros e falsos começos, como parte do processo de aprendizagem. A melhoria contínua exige que se aprenda e se assuma riscos;
- . Dar treinamento e "tempo para praticar" aos indivíduos/equipes;
- . Interessar-se/Envolver-se pessoalmente com as equipes e a dinâmica destas;
- . Expor claramente as expectativas, desde o começo;
- . Exigir desempenho de acordo com as expectativas - trabalho em equipe, processo etc;
- . Liderar e ensinar pelo exemplo: servir de modelo dos comportamentos esperados da equipe;
- . Dar feedback pessoal à equipe sobre o impacto/ valor agregado de equipe, assim como o desempenho nesta, pontos cruciais do reconhecimento/ recompensa.

A Identificação - Priorização se caracterizam por:

- Sistema: para identificar problemas com medições operacionais;
- Indicadores voltados para o cliente: utilizando os conceitos da "Qualidade Total" tão difundidos pelos japoneses;
- Indicadores oportunos: apoio à idéia do mínimo de tempo de contenção - ou, de preferência, solução de problemas no modo de prevenção.
- Complexidade minimizada: varia segundo o tipo e complexidade do problema e as fontes de dados;
- Sistema de prioridades: deve refletir as prioridades operacionais da organização e ser entendido por todos;
- Prioridade na solução de problemas: deve estar de acordo com a prioridade de recursos;
- Recursos distribuídos: deve estar de acordo com o contexto e o conteúdo do problema. Deve haver um compromisso com o esforço do problema durante toda a sua vigência.
- Sistema de acompanhamento: devem ser eficazes, sem criar trabalho "improdutivo".

Desta maneira, os papéis gerenciais envolvidos serão:

- . Estabelecer, manter e melhorar continuamente o sistema;
- . Não usar indevidamente o sistema de prioridade.
- . Contribuir com os recursos "certos" (pessoal, instalações etc.) em quantidade e qualidade suficientes para concluir a tarefa em tempo hábil.
- . Respeitar os compromissos de prover recursos;
- . Deixar claras as expectativas - antes do fato;
- . Compartilhar, com a equipe, os dados sobre a importância (impacto) do problema.

Quanto ao aspecto da **Solução de Problemas**, compreende as seguintes características mais formalizadas:

- Processo de equipe: A equipe tem de ter as pessoas certas, conhecimento,; habilidades e orientação de "equipe", autoridade para agir no seu campo, tempo para fazer o trabalho certo;

- Processo 8D: completo, com todas as disciplinas, iteração conforme necessário;

- Acesso: a todas as informações, instalações e recursos necessários;

- Método: apropriado ao problema específico;

E os **papéis gerenciais** ligados a solução de problemas consistem em:

- . Dispor-se a "ceder" as pessoas certas para a equipe;

- . Estar à altura dos compromissos: pessoas, tempo, recursos;

- . Entender o processo e apoiar a equipe;

- . Dar autoridade aos membros da equipe;

- . Não adotar a política de "dirigir a equipe às segundas feiras de manhã";

- . Interessar-se de maneira construtivas por equipes e pelo processo, dando-lhes apoio;

- . Examinar o processo da equipe e procurar fazer perguntas construtivas no aconselhamento;

- . Exigir adesão ao processo certo e documentação adequada deste;

- . Ser paciente: exigir soluções imediatas dos problemas força a equipe a tomar atalhos que muitas vezes levam à falha na identificação da causa básica ou fatalmente trunca o processo.

Por fim, a **implementação**, ou seja, o lado do "resultado" do processo se caracteriza como:

- Sistema para executar ações corretivas pronta e eficientemente;
- Exigências mínimas de procedimentos e níveis de aprovação financeira/ gerencial;
- Previsão de "aceleração" de ações corretivas dentro da empresa;
- Mecanismo rigoroso para institucionalizar "ações de prevenção" e promover manutenção contínua das ações de prevenção já em funcionamento;
- Sistema para conservar a experiência adquirida na solução de problemas sem sobrecarga de trabalho - anotação das 8D para uso em "estudos de caso";
- Capacidade de aprender com a experiência: estudos organizados e acessíveis para as futuras equipe de solução de problemas;
- Publicação e comunicação da experiência atual às atividades aplicáveis: promover solução de problemas no modo prevenção;
- Feedback: resultados a longo prazo e acréscimo de valor à equipe;
- Reconhecimento e recompensa à equipe.

Sendo os **papéis gerenciais** neste caso como sendo:

- . Estabelecer, manter e melhorar continuamente os sistemas de implementação da empresa;
- . Apropriar fundos, dar atenção pessoal e apoio para o acompanhamento da fase de implementação;
- . Prever um "sistema de conhecimento" para reter, organizar e divulgar a experiência e conhecimentos adquiridos;
- . Tornar-se um defensor da implementação, ou seja,
 - .. Envolver-se pessoalmente;
 - .. Eliminar empecilhos;
 - .. Acelerar a ação;
 - .. Demonstrar interesse e dar apoio;
 - .. Reconhecer o esforço da equipe e recompensar seus membros;
 - .. Reconhecer o valor da solução dada do problema por equipes;
 - .. Fazer modificações nos sistemas, conforme necessário para evitar reincidência do problema.

ANEXO G. FMEA

A FMEA é uma técnica analítica semi-quantitativa que envolve uma abordagem sistemática, bem disciplinada, estruturada em torno de técnicas usuais de solução de problemas. Entretanto, o aspecto mais importante de uma FMEA é ela ser feita antes da ocorrência do problema na prática, sendo portanto um enfoque preventivo, mais do que detecção. A FMEA proporciona um meio de determinar a prioridade de resolução de problemas potenciais e também constitui documentação do "zelo devido" no sentido jurídico.

A FMEA total consiste de projeto, manufatura e montagem e outras FMEA's, em nível de sistema, subsistema ou componente. O nível real de implementação da FMEA depende dos recursos disponíveis, da complexidade, compostas de representantes de várias atividades. Corretamente implementado, o processo de FMEA resultará no seguinte:

- Mais confiabilidade do processo, devido à prevenção de problema;
- Mais validade dos métodos analíticos por meio de documentação e verificação;
- Retenção de conhecimento e experiência;
- Conhecimentos confiáveis e um banco de dados.

É considerado um dos melhores procedimentos, cujos principais aspectos são os seguintes:

- Identificar a função da peça/máquina e modos de falhas potenciais;
- Identificar causa da falha e potenciais efeitos da falha;
- Calcular o Número de Prioridade de Risco (NPR - Risk Priority Number), que é o produto dos três índices de classificação abaixo:

$$\text{RPN} = \text{Ocorrência} \times \text{Severidade} \times \text{Detecção}$$

Cada índice varia de 1 a 10 e são atribuídos valores específicos pela equipe que prepara a FMEA. Um valor de RPN mais alto indica a necessidade de ação corretiva.

A seguir, procurou-se esclarecer os significados dos valores de 1 a 10, para probabilidade de ocorrência das falhas.

Ocor.	Critério	Taxas possíveis de ocorrência da falha
1	Remota probabilidade de ocorrência. Não seria razoável esperar que ela ocorra.	-----
2	Taxa de falha pequena, associada a um	5/100.000
3	histórico de pequeno número de falhas.	1/10.000
4	Taxa de falhas moderada. Histórico de falhas	5/10.000
5	ocasionais, mas não em grandes proporções.	1/1.000
6		5/1.000
7	Taxa de falhas alta. Frequentes falhas no	1/100
8	passado.	5/100
9	Taxa de falhas muito alta. Quase certeza que a	1/10
10	falha irá ocorrer em grandes proporções.	5/10 ou mais

Os valores seguinte referem-se a severidade. Utilizou-se o Tempo médio de Reparo (TMPR) como base para a severidade.

Sev.	Critério
1	Não seria razoável esperar que natureza menor dessa falha causaria algum afeito visível no desempenho do sistema. Nenhuma parada de máquina associada com o reparo.
2	Severidade pequena devido à natureza menor de falha ter apenas um
3	leve efeito sobre a performance do sistema. Parada de máquina (TMPR) menor que 10 minutos.
4	Falha moderada irá causar alguma degradação na performance do
5	sistema. Parada de máquina menor que 4 horas.
6	

7	Alto grau de degradação de desempenho devido à natureza da falha.
8	O sistema não será funcional. Parada de máquina (TMPR) superior a 4 horas
9	Severidade muito alta, quando a falha envolve problemas potenciais de segurança ou falhas catastróficas.
10	

E por fim, para auxiliar o preenchimento da planilha da FMEA, a característica da detecção utilizou-se dos seguintes critérios:

<i>Det.</i>	<i>Critério</i>	<i>Prob. de um defeito NÃO ser detectado antes da falha</i>
1	Remota probabilidade de o defeito não ser detectado. A falha é sempre precedida por um aviso.	0 - 15%
2	Pequena probabilidade de o defeito não ser detectado.	6 - 15%
3	A falha é precedida por um aviso na maioria das vezes.	16 - 25%
4	Moderada probabilidade de o defeito não ser detectado.	26 - 35%
5	A falha é precedida por um aviso algumas vezes.	36 - 45%
6		46 - 55%
7	Alta probabilidade de o defeito não ser detectado.	56 - 65%
8	A falha raramente é precedida por um aviso.	66 - 75%
9	Probabilidade muito alta do defeito não ser detectado.	76 - 85%
10	A falha ocorre sem qualquer aviso.	86 - 100%

Depois de calculado os RPN, para aquelas falhas cujo valor estiver mais altos, deve-se:

- Identificar ações corretivas que baixem o índice RPN;
- Reavaliar o RPN com base na implementação da ação corretiva. Se ele ainda estiver muito alto, identificar outras ações de melhoria e repetir o processo conforme necessário;

Pode-se notar que o RPN, funciona como o papel de designar certas prioridades relativas, pois quanto maior seu número, mais séria é a falha.

Processos recentes na tecnologia automotiva e a complexidade a eles associada pedem uma revisão do RPN para refletir as expectativas dos consumidores potenciais dos anos 90. Uma das revisões propostas consiste em incluir "reparabilidade" para refletir disponibilidade, manutenabilidade e capacidade de realizar serviços. Com essa revisão,

$$\text{RPN} = \text{Ocorrência} \times \text{Severidade} \times \text{Detecção} \times \text{Reparabilidade}$$

O processo de FMEA, em si, permanece inalterado, exceto pela definição do RPN revisto. Em nosso caso, não iremos considerar a reparabilidade, que foi citado apenas com o intuito informativo.