

FIGURA 1 – Visão geral da manutenção de equipamentos

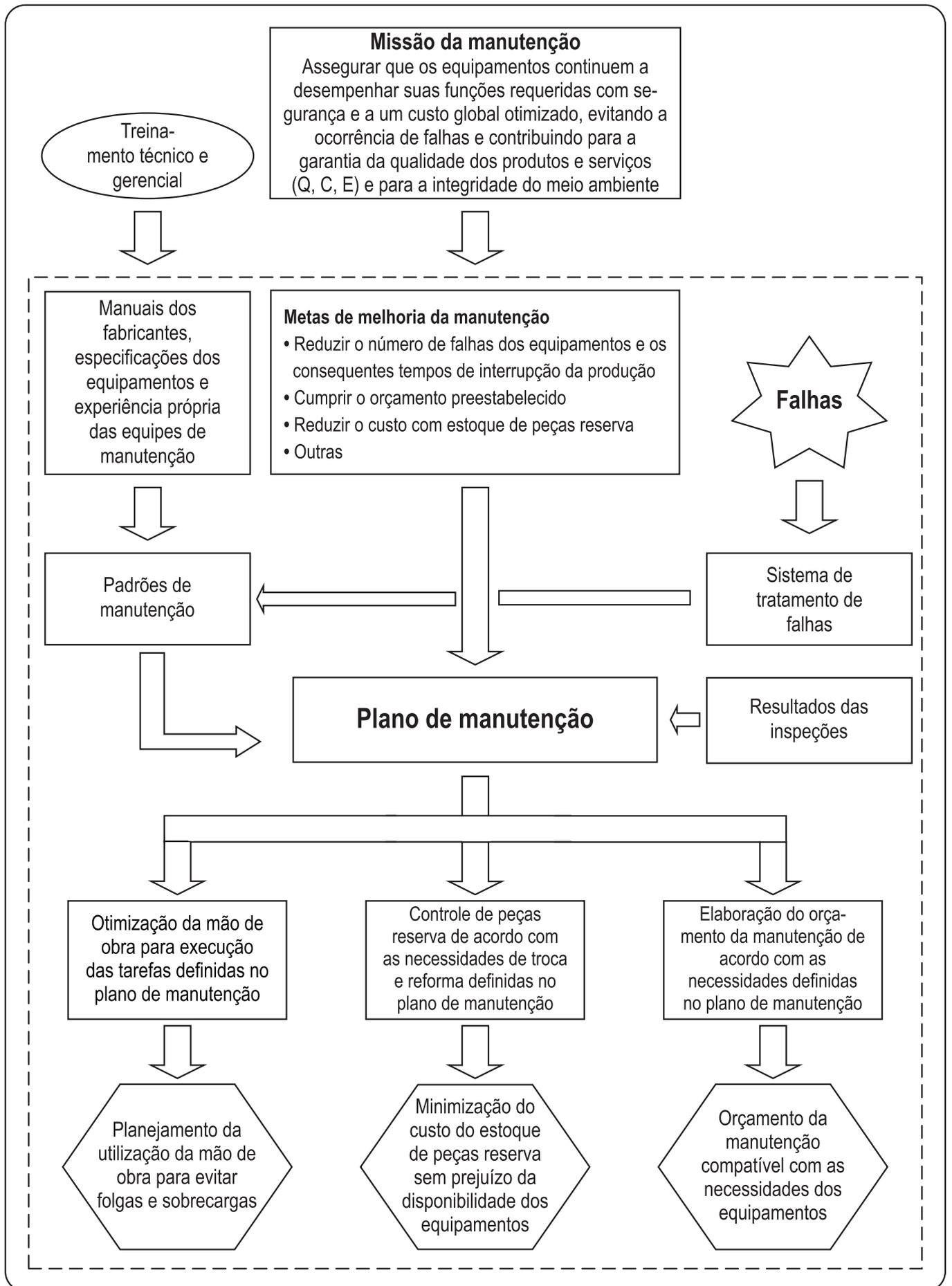


FIGURA 2 – Dimensionamento dos recursos da manutenção com base no plano de manutenção

Pessoas atingidas	Clientes	Vizinhos	Acionistas	Empregados
Dimensões da qualidade total				
Qualidade do produto ou serviço	Produtos confiáveis, duráveis, de boa aparência, bom acabamento, de fácil operação, etc.	-	-	-
Custo/preço	Preço satisfatório que permite obter o máximo valor pelo dinheiro	Impostos e benefícios para a sociedade	Maior produtividade e lucro, viabilizando o negócio da empresa	Melhor remuneração e mais empregos
Entrega	Produtos ou serviços disponíveis, entregues no prazo, na quantidade e no local certos	-	Desenvolvimento de novos produtos, estoques adequados	-
Moral	-	-	-	Remuneração adequada, oportunidades de crescimento, bom ambiente de trabalho
Segurança	Produtos ou serviços seguros, que não causem acidentes	Segurança contra acidentes e poluição do meio ambiente	-	Ambiente de trabalho seguro

QUADRO 1
Dimensões da qualidade total e satisfação das pessoas

Princípios da gestão pela qualidade total	
Princípio	Pontos importantes
Enfoque prioritário no cliente	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Market in</i> (centralização no mercado) - O processo posterior é o cliente - Investigação da fonte dos problemas (busca exaustiva das causas fundamentais)
Importância da aplicação de método estatísticos	<ul style="list-style-type: none"> - Ênfase nos fatos e dados (gerenciamento baseado em fatos e dados) - Priorização (poucos vitais e muitos triviais) - Gerenciar com os olhos voltados para a dispersão (reduzir a variabilidade)
Importância do todo	<ul style="list-style-type: none"> - Disseminar a qualidade por toda a empresa - Busca do envolvimento de todos os setores (girar o Ciclo PDCA com a participação de todos os setores da empresa) - Ênfase no processo (incorporar a qualidade no processo) - Participação de todas as pessoas (criar um local de trabalho alegre por meio dos círculos de controle da qualidade (CCQs) e sistemas de sugestões)

QUADRO 2
Fundamentos da GQT

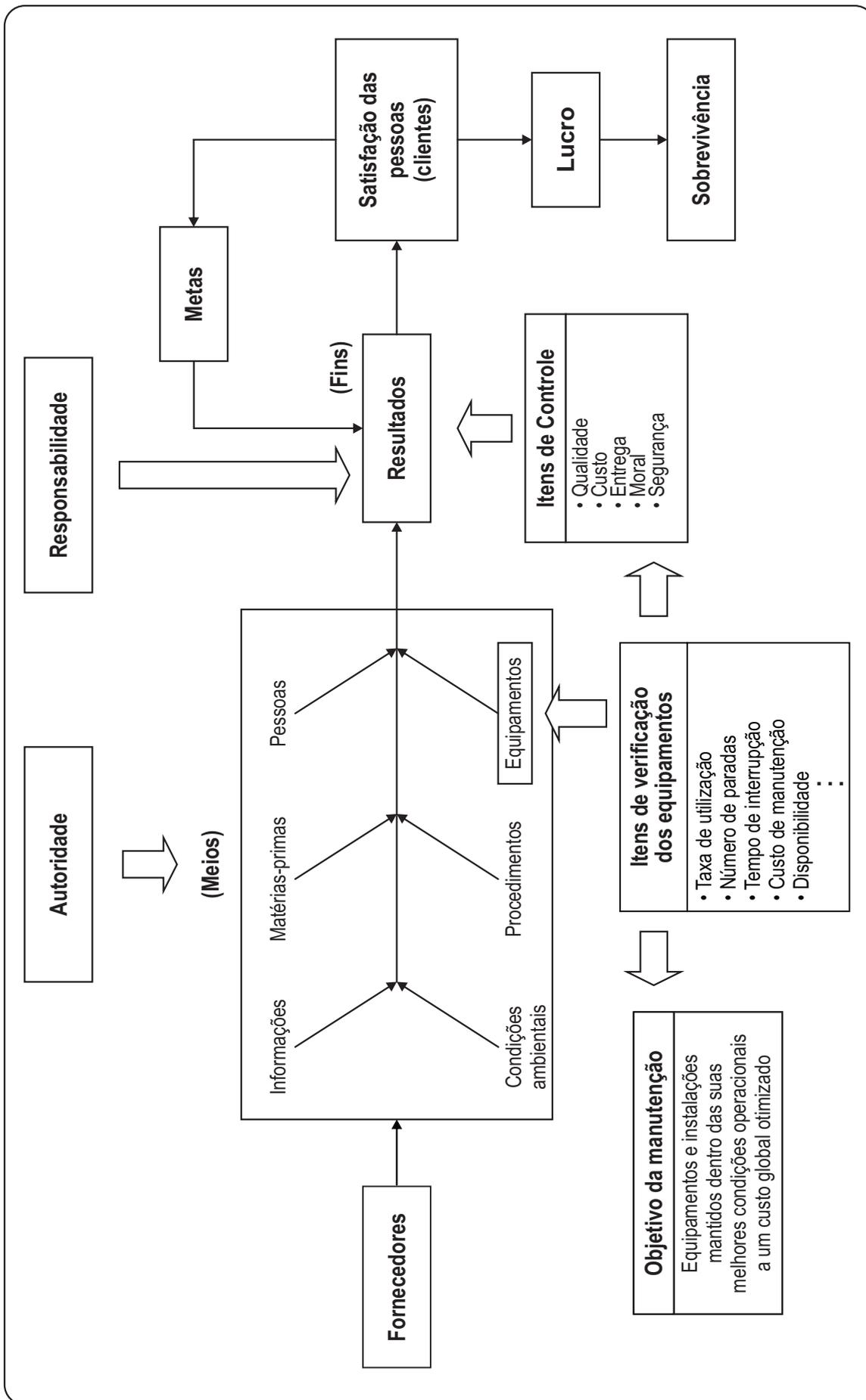


FIGURA 3 – Desempenho dos equipamentos e processo gerencial

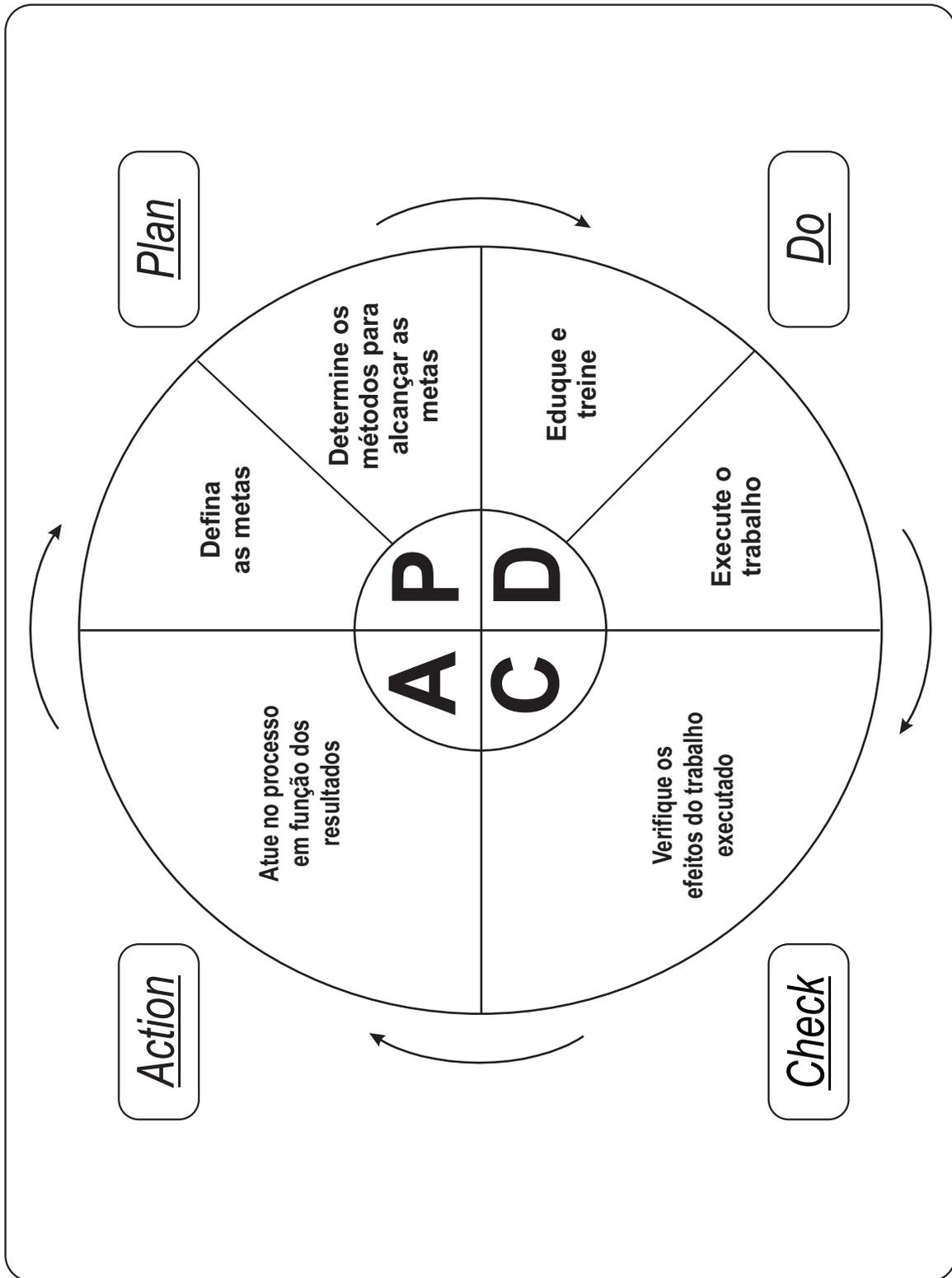


FIGURA 4 – PDCA: Método de controle de processos

SDCA

Gerenciamento para manter

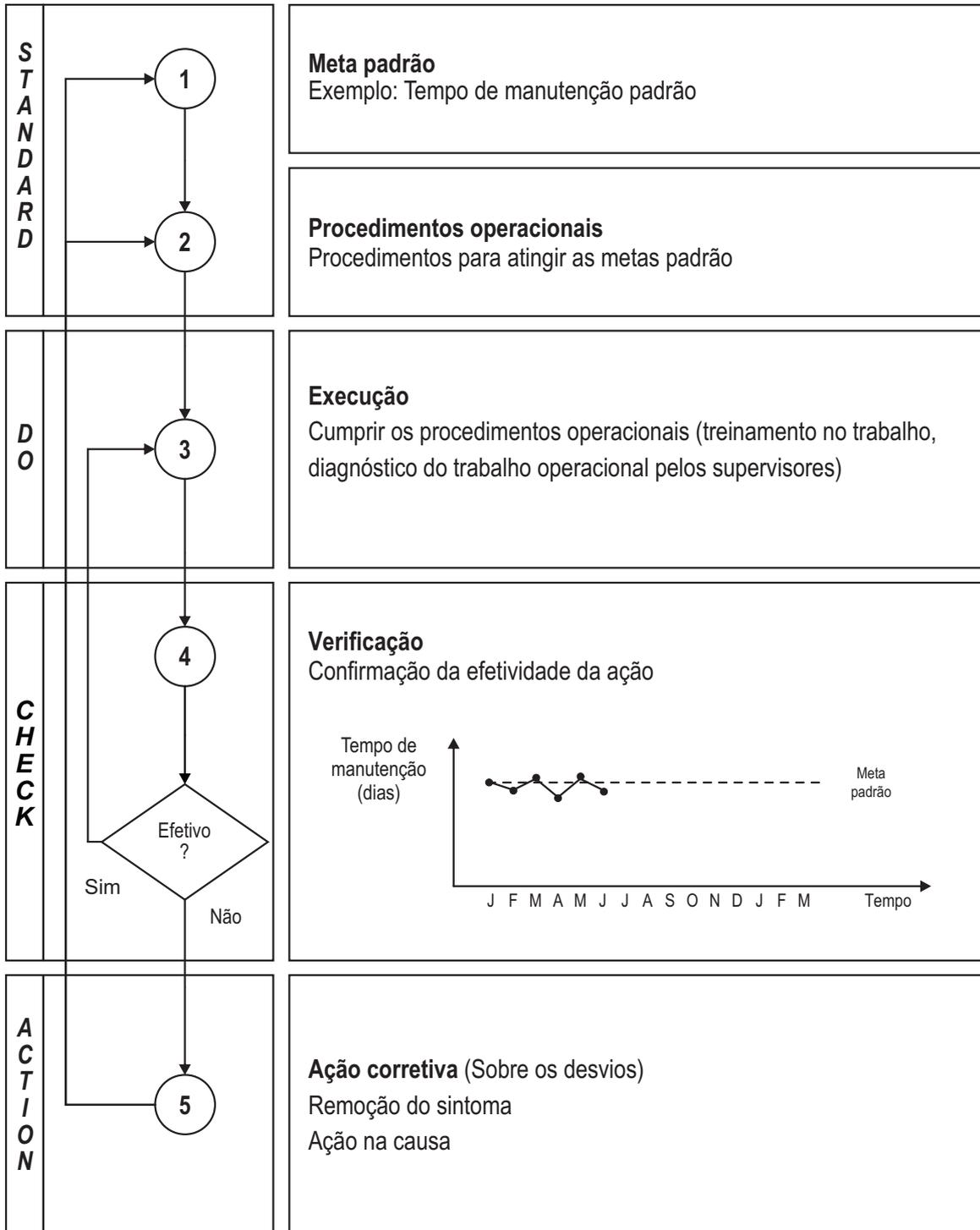


FIGURA 5 – PDCA para atingir metas padrão

PDCA

Gerenciamento para melhorar

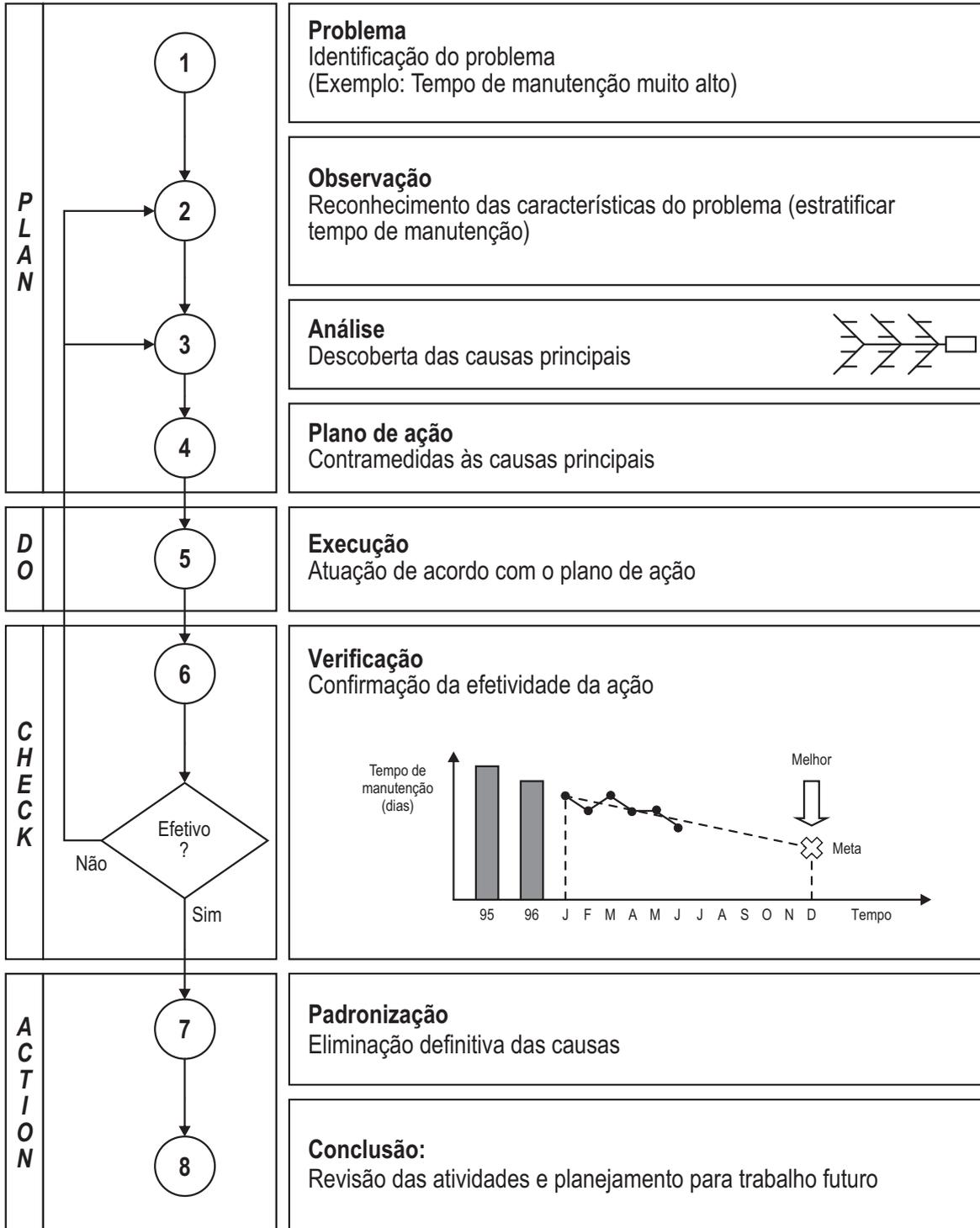


FIGURA 6 – PDCA para atingir metas de melhoria

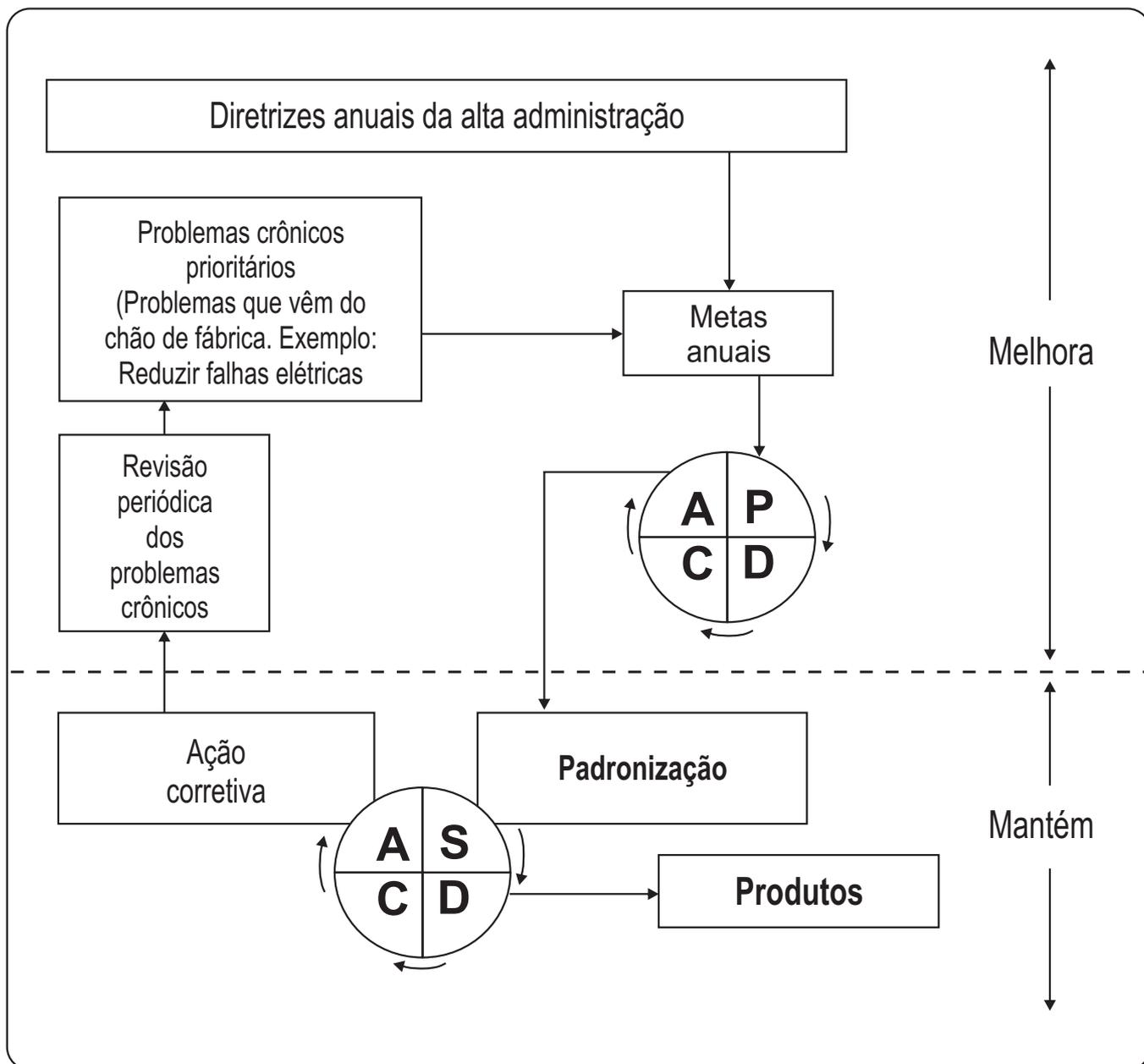


FIGURA 7 – PDCA aplicado com os objetivos de manter e melhorar

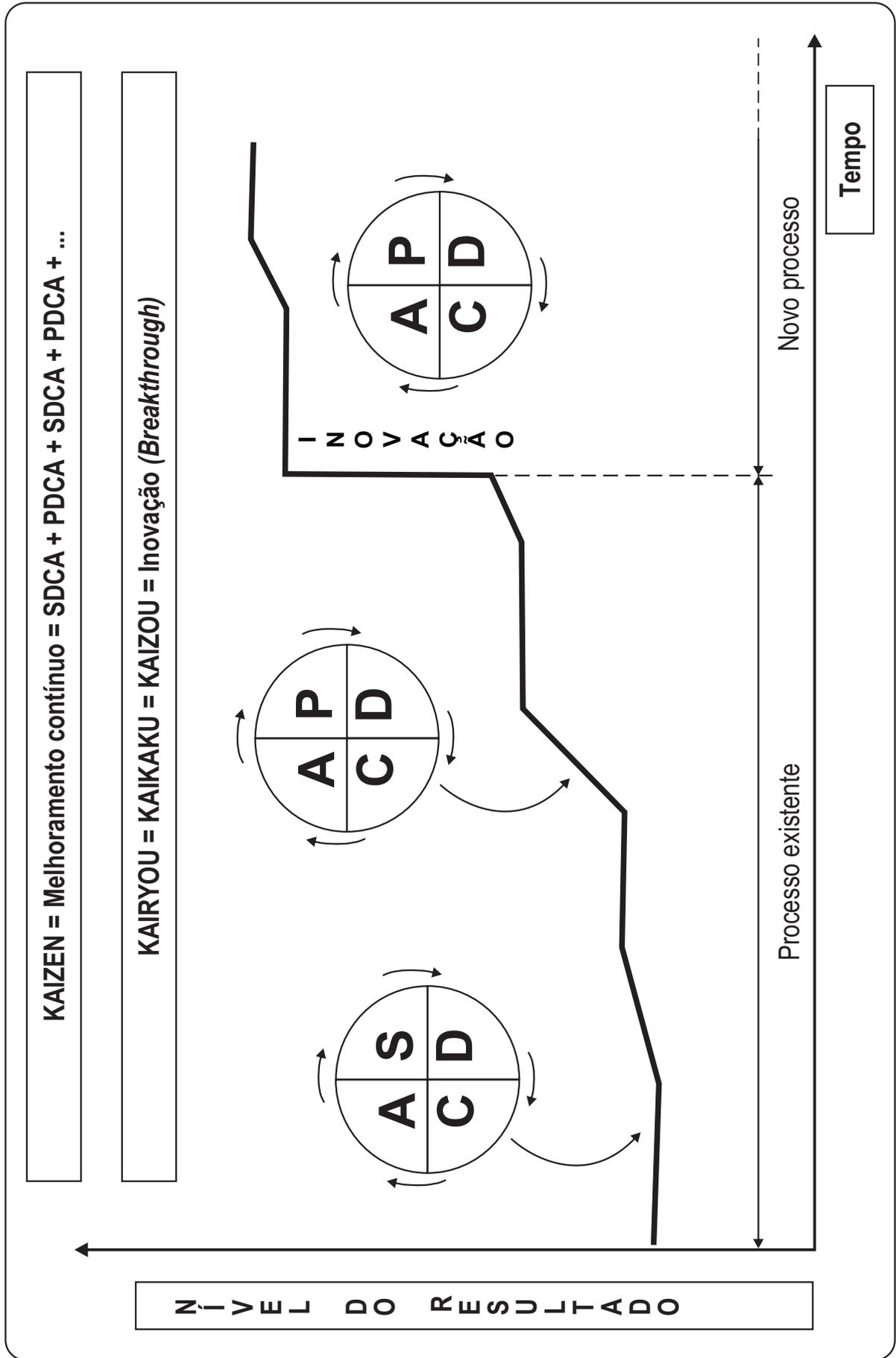
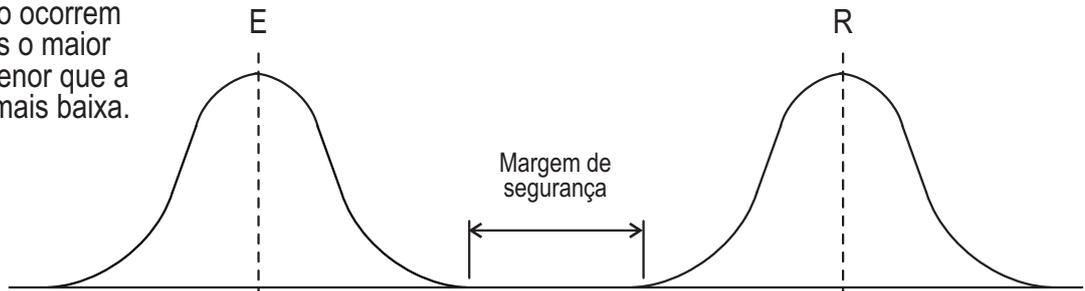
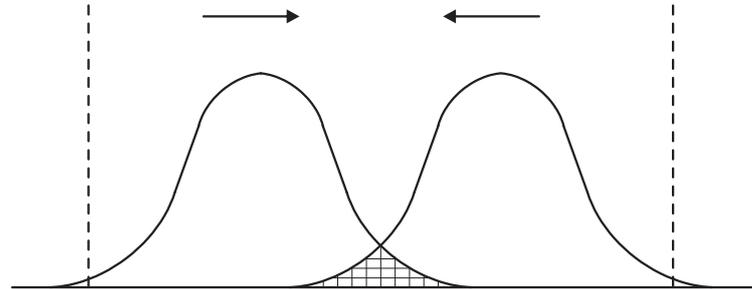


FIGURA 8 – Conceito de melhoria contínua na manutenção de equipamentos

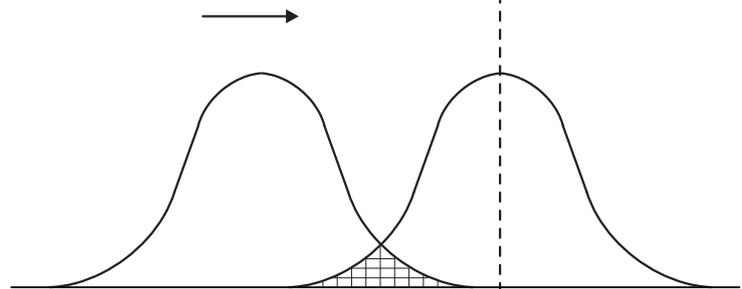
O projeto do equipamento está correto. Não ocorrem falhas, pois o maior esforço é menor que a resistência mais baixa.



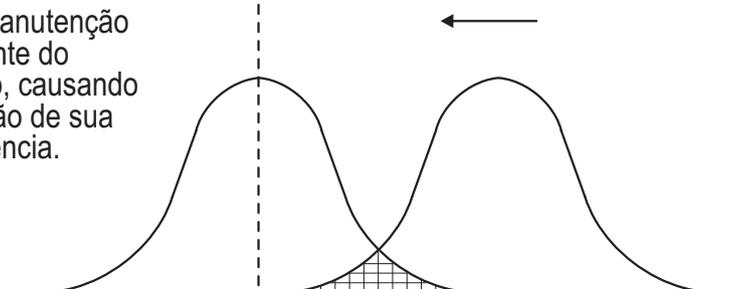
Falha por projeto deficiente do equipamento, pois a resistência e o esforço foram incorretamente avaliados.



Falha por operação incorreta do equipamento, causando aumento do esforço.



Falha por manutenção deficiente do equipamento, causando a diminuição de sua resistência.



As áreas hachuradas indicam que o esforço (E) ultrapassou a resistência (R), resultando em falha do equipamento.

FIGURA 9 – Relação entre o esforço e a resistência

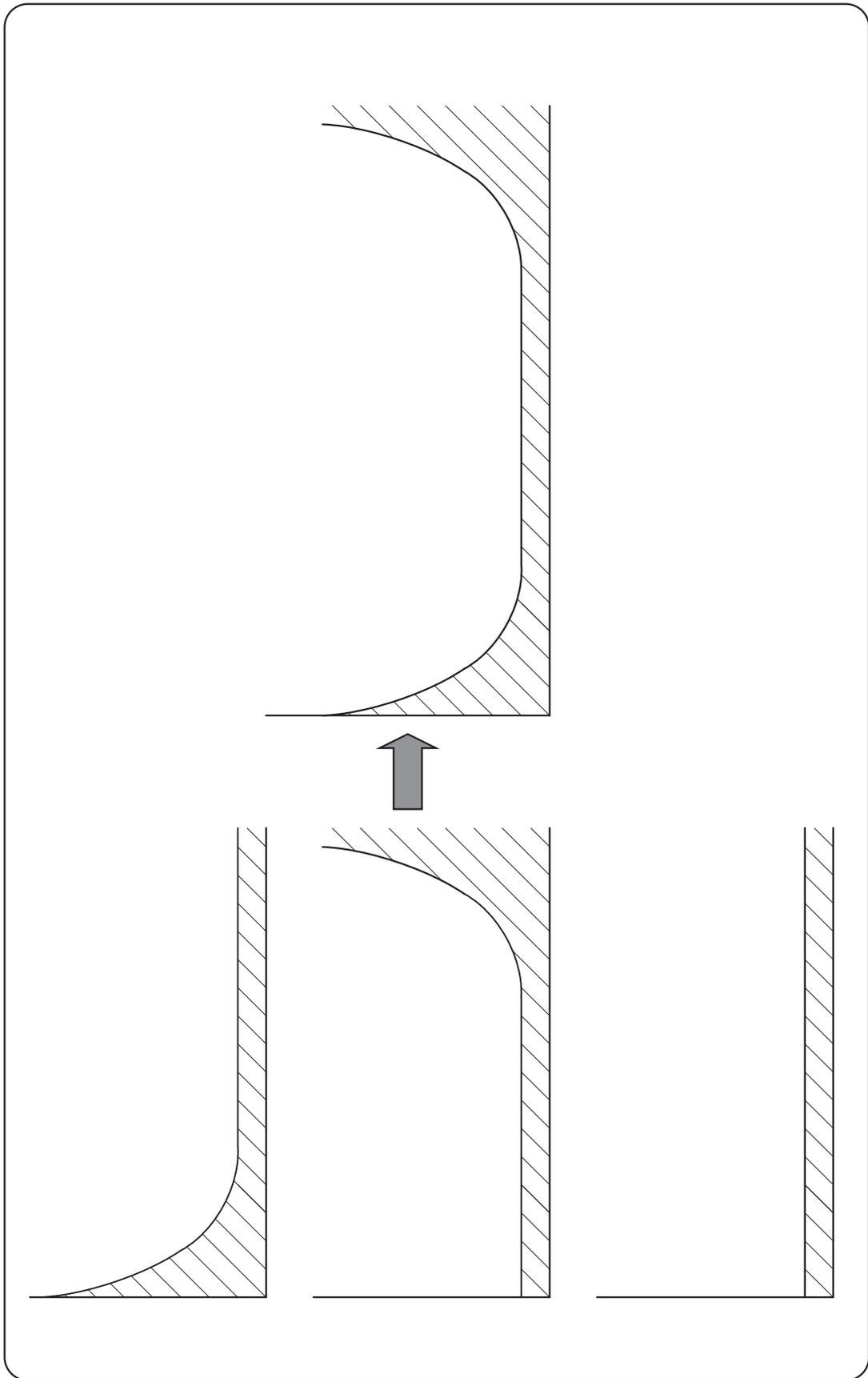


FIGURA 10 – Modelos de falhas

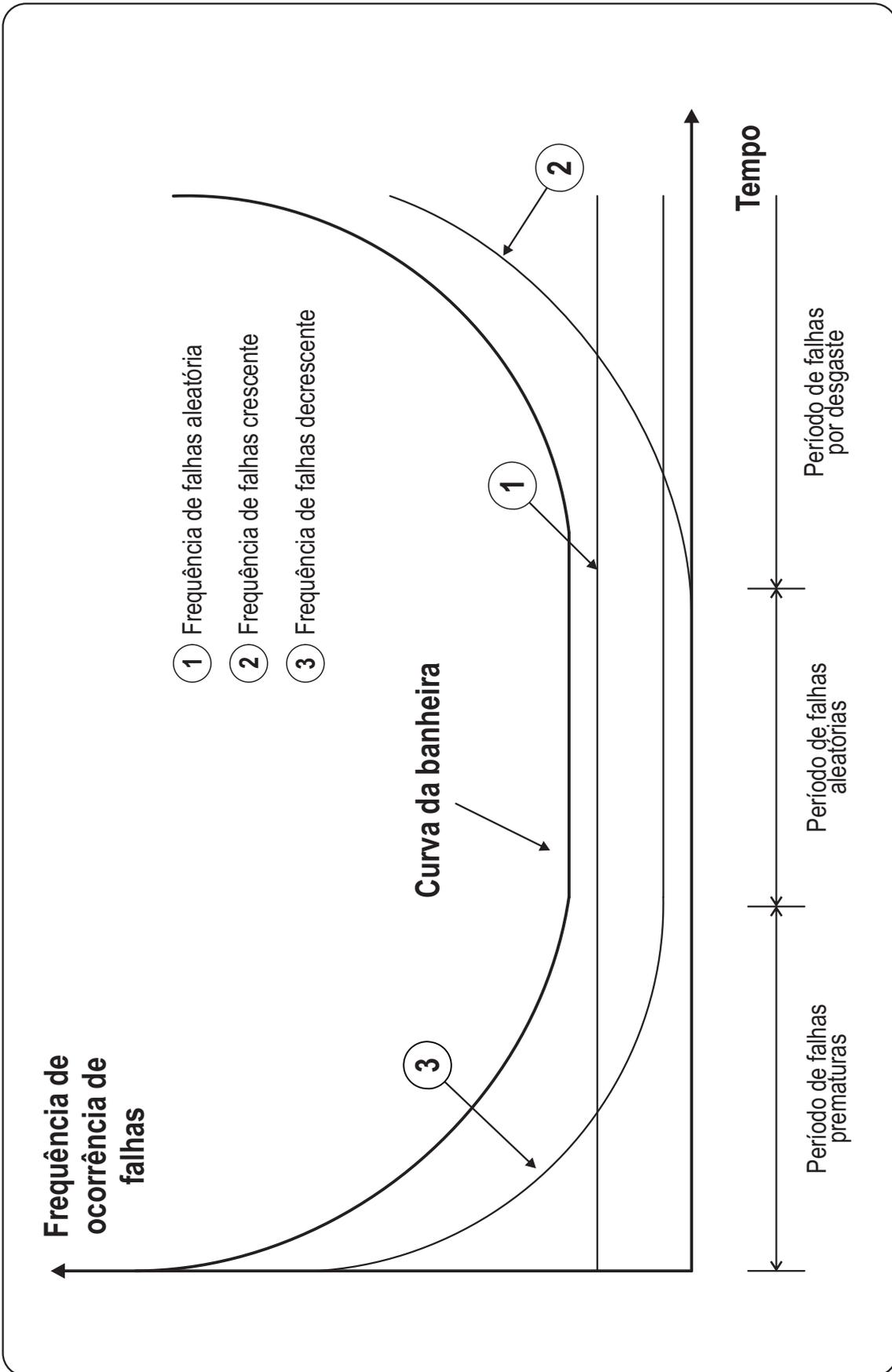


FIGURA 11 – Combinação dos modelos de falhas

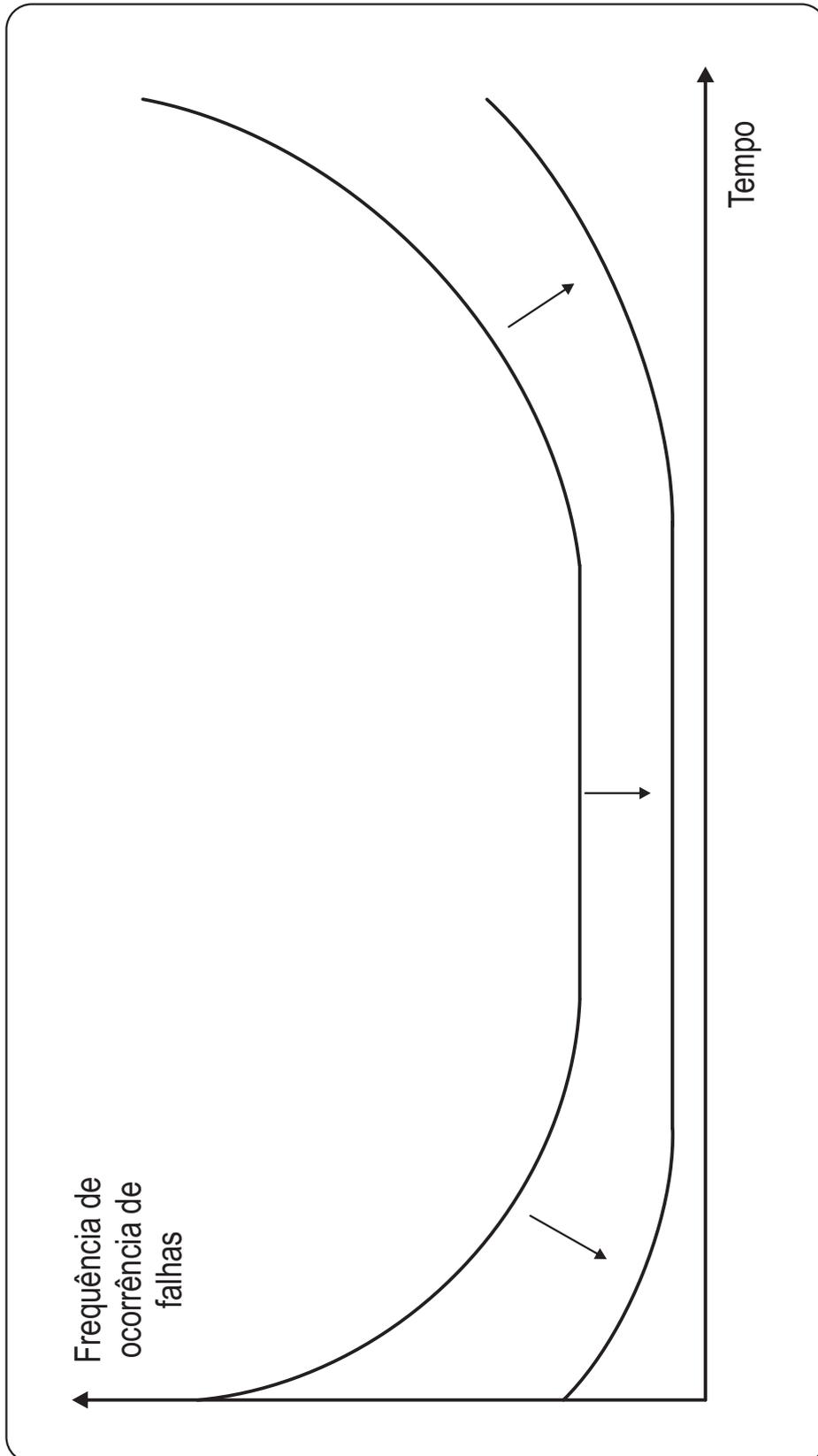


FIGURA 12 – Suavizando a curva da banheira

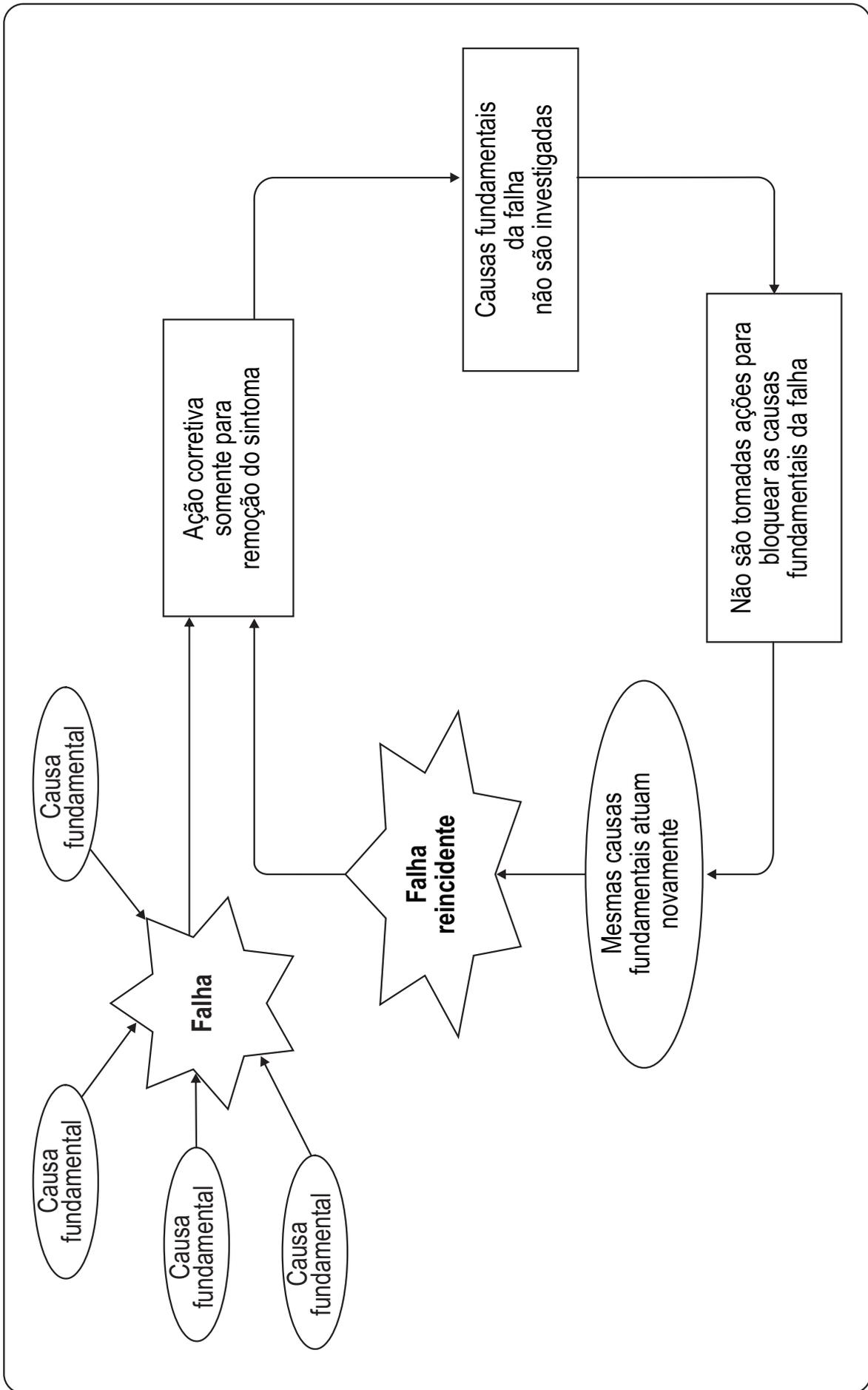


FIGURA 13 – Círculo vicioso das falhas

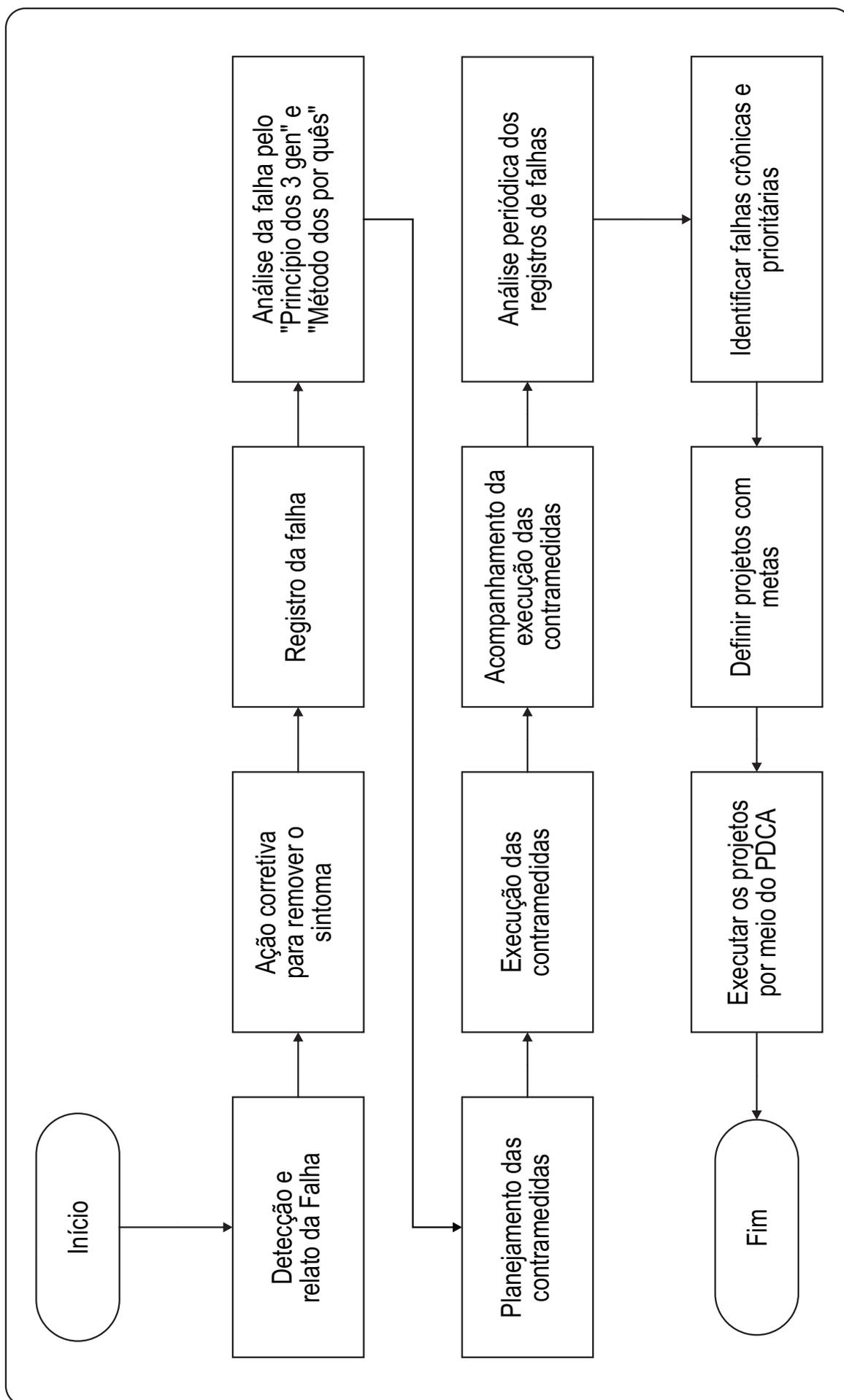


FIGURA 14 – Macrofluxograma do sistema de tratamento de falhas

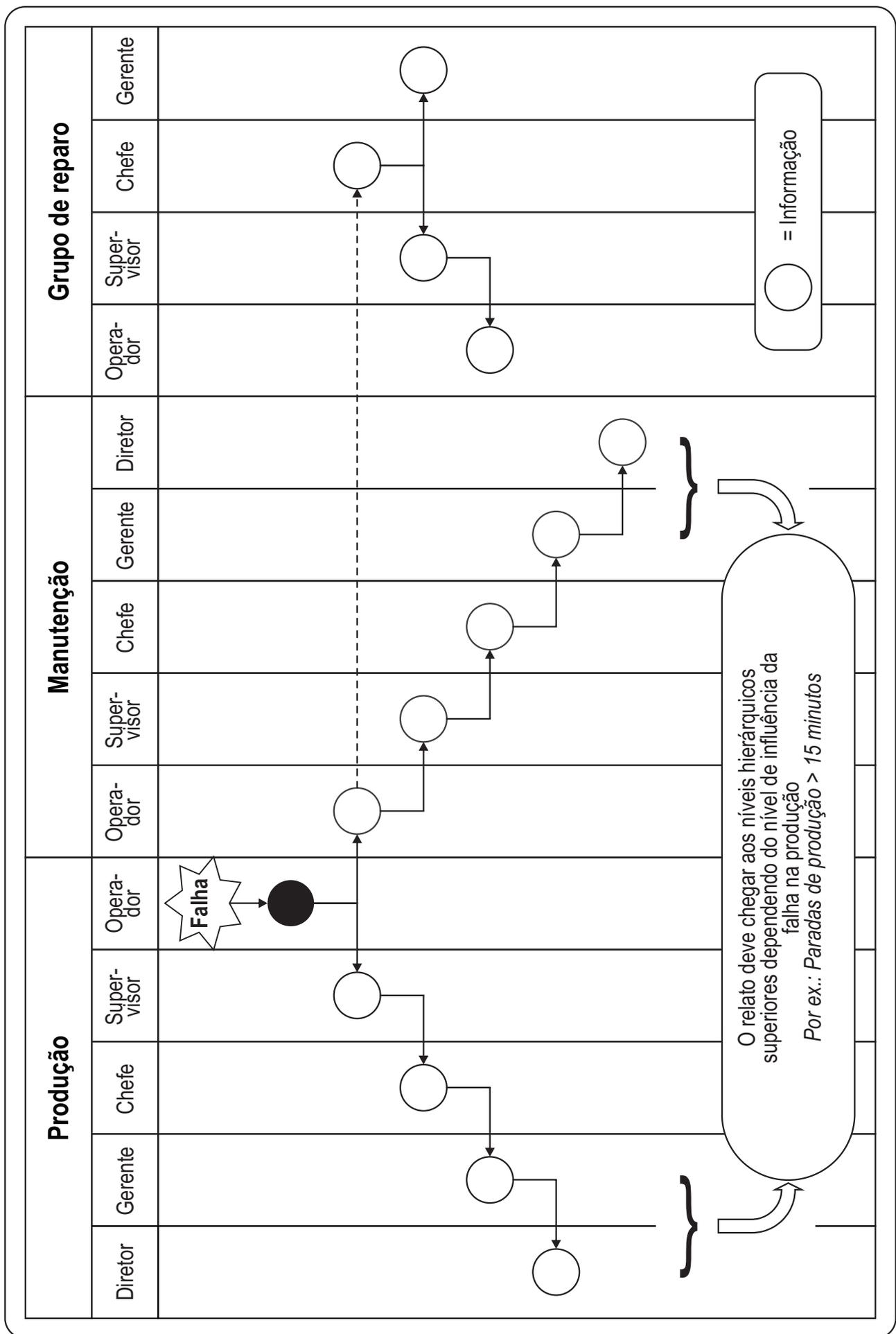


FIGURA 15 – Fluxograma de informações para o relato das falhas

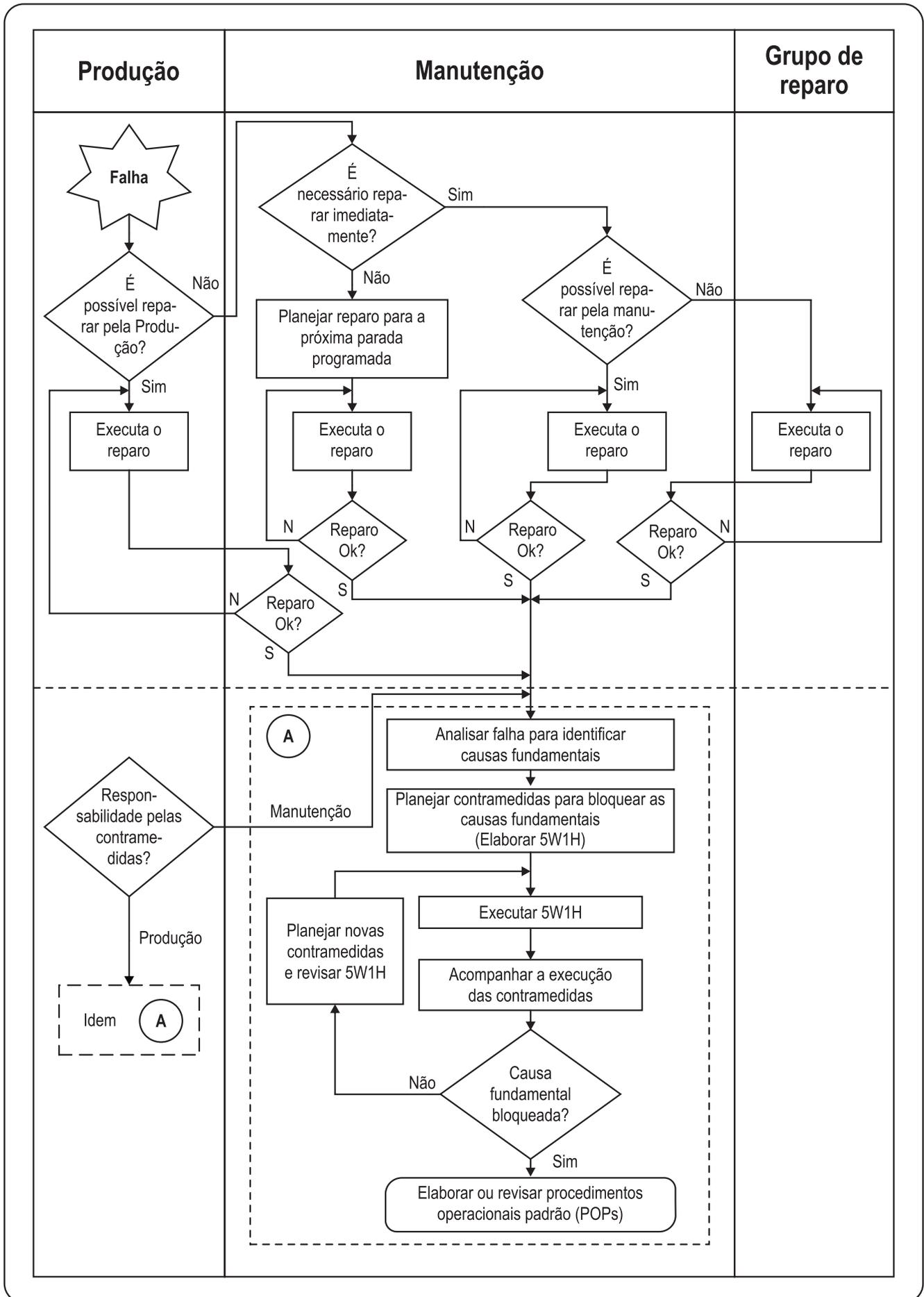


FIGURA 16 – Fluxograma das ações corretivas e das ações de bloqueio

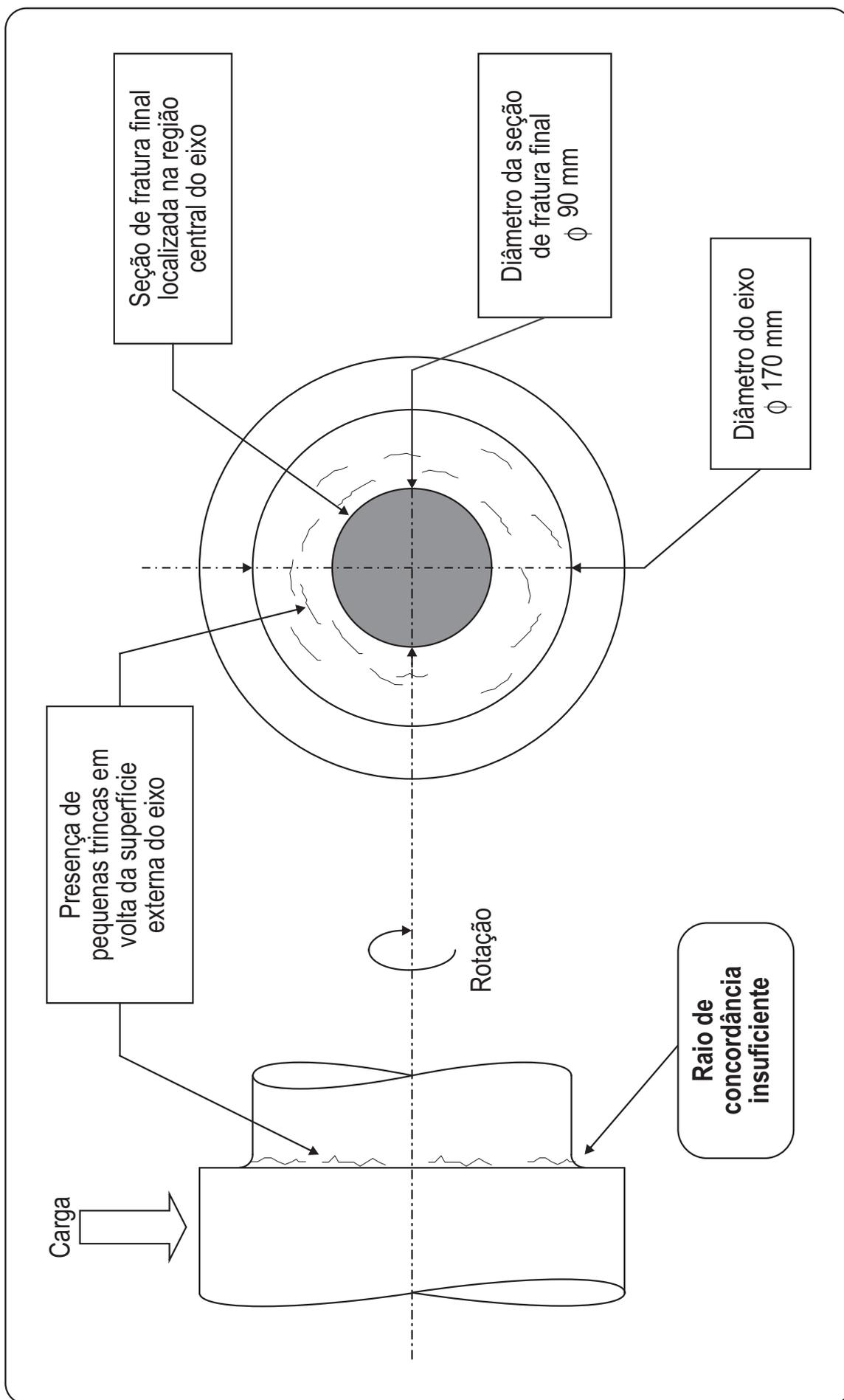


FIGURA 17 – Falha do eixo do carro de transferência de gusa

Principais aspectos a serem observados na busca das causas fundamentais das falhas	
Aspectos	Conteúdo da observação
Padronização da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Há padrões de inspeção? A periodicidade das inspeções e seus critérios de julgamento (valores-padrão) estão definidos? • Há padrões de reforma dos equipamentos? A periodicidade das restaurações estão definidas? • Há padrões de troca das peças? A periodicidade das trocas e seus critérios de julgamento estão definidos? • Há procedimentos de inspeção, reforma e troca de peças (manuais de manutenção)? • Há meios para registrar os resultados reais das inspeções, reformas e trocas de peças?
Cumprimento dos padrões de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • As inspeções, regulagens e trocas de peças dos equipamentos são feitas com base nos padrões e de acordo com a periodicidade estabelecida? • As inspeções, regulagens e trocas de peças dos equipamentos são feitas com base nos procedimentos (manuais de manutenção)? • Os resultados reais das inspeções, regulagens e trocas de peças são registrados?
Condições de operação dos equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Há procedimentos padrão para operar os equipamentos (manuais de operação)? • Os equipamentos são operados de acordo com os procedimentos padrão?
Ambiente de operação dos equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • O ambiente de operação dos equipamentos é favorável? • Observar o ambiente de operação dos equipamentos quanto à presença de poeira, água, óleo, eletricidade estática e agentes corrosivos e quanto às condições desfavoráveis de temperatura, umidade e vibração.
Evidências das peças danificadas	<ul style="list-style-type: none"> • As especificações do equipamento estão disponíveis? Verificar se existem erros de projeto ou fabricação das peças do equipamento quanto à resistência dos materiais, tipos de materiais utilizados e dimensionamento. Introduzir melhorias. • Houve erro de operação ou sobrecarga do equipamento, ultrapassando sua capacidade? Revisar os procedimentos padrão de operação. Respeitar a capacidade do equipamento e introduzir melhorias para atender as necessidades de produção quanto ao volume, velocidade e carga. • Houve erro de manutenção durante a inspeção, regulagem e troca de peças dos equipamentos? Revisar padrões de manutenção.
Outros	<ul style="list-style-type: none"> • Houve erro na compra das peças de reposição (peças fora de especificação)? • As condições de manuseio e armazenamento das peças de reposição são desfavoráveis? • Há padrões e procedimentos de inspeção de recebimento das peças de reposição? • Houve erro durante a inspeção de recebimento das peças de reposição? • O conhecimento e habilidades do pessoal de manutenção e produção são suficientes? • As condições de trabalho do pessoal de manutenção e produção são adequadas? Verificar se o ambiente de trabalho contribui para os erros de manutenção e operação. • Todas as ferramentas e instrumentos de teste necessários à manutenção e à produção estão disponíveis e calibrados? • Verificar a existência e as condições dos dispositivos de segurança dos equipamentos.

QUADRO 3

Exemplo de lista de verificação para busca das causas fundamentais das falhas

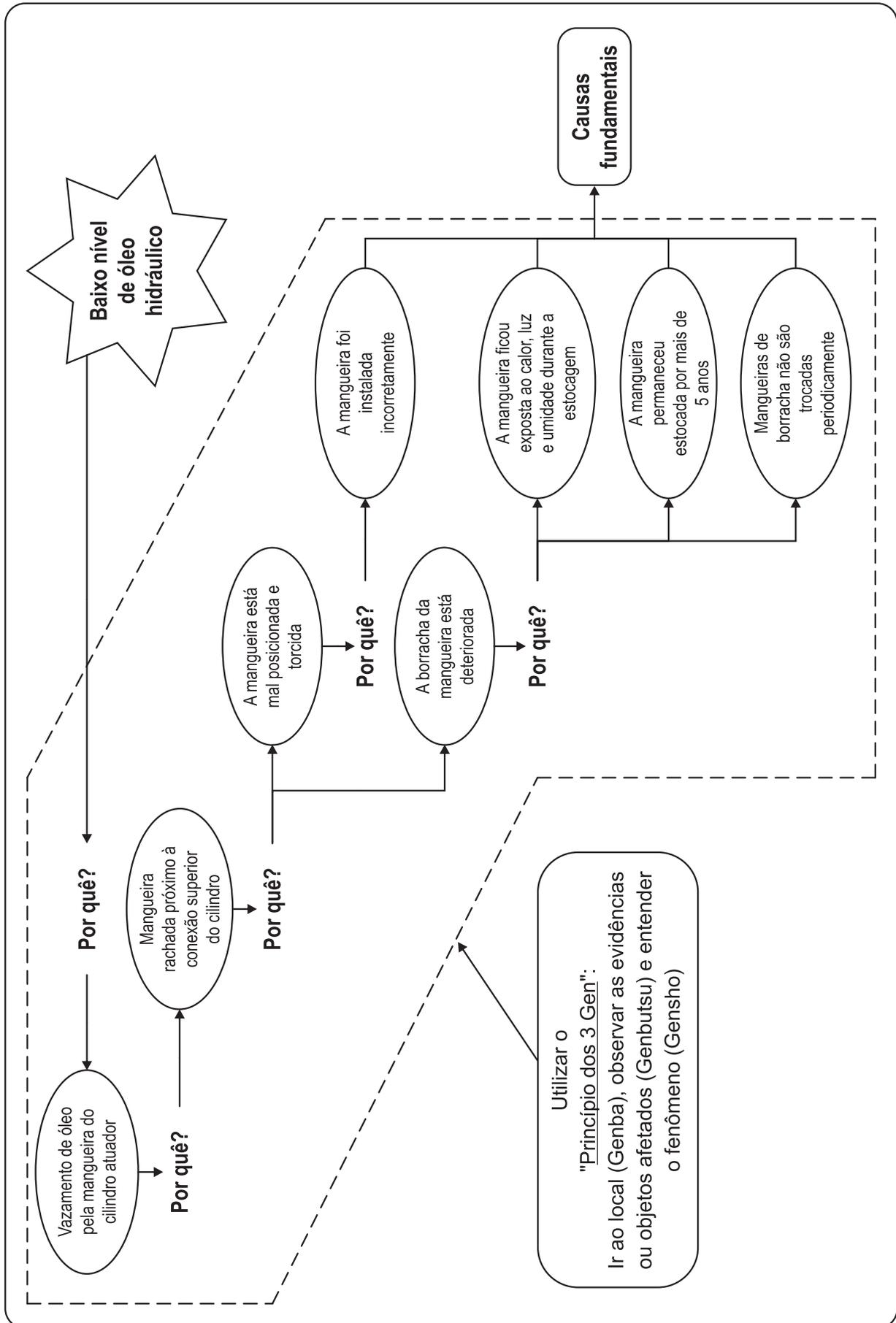


FIGURA 18 – Exemplo do “método dos por quês” para investigação das causas fundamentais

Causas fundamentais	Contramedidas de bloqueio das causas fundamentais e propostas de introdução de melhorias	Comentários
<p>A mangueira foi instalada incorretamente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Treinar grupo de reparo quanto aos procedimentos de manuseio e instalação de mangueiras de borracha → elaborar POP. • Treinar inspetores de manutenção quanto aos critérios de inspeção de mangueiras de borracha → revisar padrões de inspeção periódica dos equipamentos (inclusive intervalos). • Como contramedida adicional, inspecionar equipamentos similares quanto às condições de instalação de mangueiras hidráulicas de borracha. 	<p>A qualidade da execução da manutenção e dos reparos (a troca da mangueira) influencia na ocorrência de falhas. Além disso, houve falha da inspeção, que não detectou a instalação incorreta da mangueira com antecedência.</p>
<p>A mangueira ficou exposta ao calor, luz e umidade durante a estocagem</p> <p>A mangueira permaneceu estocada por mais de 5 anos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar condições de estocagem de itens de borracha no almoxarifado → providenciar câmara escura com controle de temperatura e umidade. • Revisar procedimentos de estocagem de itens de borracha → introduzir sistema "first in, first out" para garantir rotatividade dos itens em estoque. • Estabelecer limite de vida em prateleira para os itens de borracha → revisar o sistema de materiais para permitir o controle da vida em prateleira. 	<p>Itens de borracha se degradam rapidamente sob condições de estocagem desfavoráveis - particularmente quando expostos à luz (ozônio), calor, umidade e poeira.</p> <p>Buscar as causas fundamentais das falhas também nas prateleiras dos almoxarifados.</p>
<p>Mangueiras de borracha não são trocadas periodicamente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trocar as mangueiras de borracha de acordo com a periodicidade recomendada pelo fabricante → revisar plano de manutenção dos equipamentos. • Fazer estudo técnico-econômico para aumento do intervalo de troca das mangueiras hidráulicas → avaliar possibilidade de utilizar mangueiras de Teflon. 	<p>Itens com vida útil limitada devem ser trocados periodicamente. Fazer uso da tecnologia (novos materiais mais resistentes) e introduzir melhorias nos equipamentos. Avaliar a relação custo-benefício das melhorias.</p>

FIGURA 19 – Estabelecendo contramedidas e melhorias para bloquear as causas fundamentais

Contra-medidas (What)	Justificativa (Why)	Responsável (Who)	Local (Where)	Cronograma (When)			Procedimento (How)
				Semana 1	Semana 2	Semana 3	
1. Modificar projeto do eixo para aumentar o raio de concordância entre as superfícies transversais.	Para reduzir a concentração de tensões entre as superfícies transversais do eixo.	Daniel	Departamento de engenharia	█			Modificar desenhos e especificações de engenharia e informar o Departamento de Compras das novas especificações.
2. Reavaliar material empregado no eixo por meio de testes de resistência.	Para avaliar a resistência do eixo aos esforços combinados de flexão e rotação.	Rogério	Departamento de engenharia	█			Rever especificação do material do eixo. Utilizar um dos eixos em estoque como corpo de prova para os testes de resistência.
3. Na partida do equipamento, sincronizar o acionamento das rodas direita e esquerda em todos os carros.	Para evitar a aplicação de esforços assimétricos nas rodas direita e esquerda.	Newton	Departamento de engenharia	█	█	█	Projetar mecanismo sincronizador e alterar sistema de acionamento elétrico das rodas direita e esquerda.
4. Fazer testes de detecção de trincas (ultrassom) em outros eixos de outros carros de transferência.	Para verificar a presença de trincas em outros eixos em uso na fábrica e substituí-los antes que falhem.	Fábio	Áreas de produção	█			Fazer testes de detecção de trincas segundo procedimento de manutenção T-051-92.
5. Reduzir o intervalo de inspeção dos eixos de 30 para 10 dias (contramedida temporária).	Para evitar outras falhas até que as contramedidas 1 a 4 tenham sido executadas.	Cláudio	Departamento de manutenção	█	█	█	Alterar temporariamente o programa de manutenção dos carros e sistema de ordens de serviço.

QUADRO 4
Exemplo de um plano de ação (5W1H)

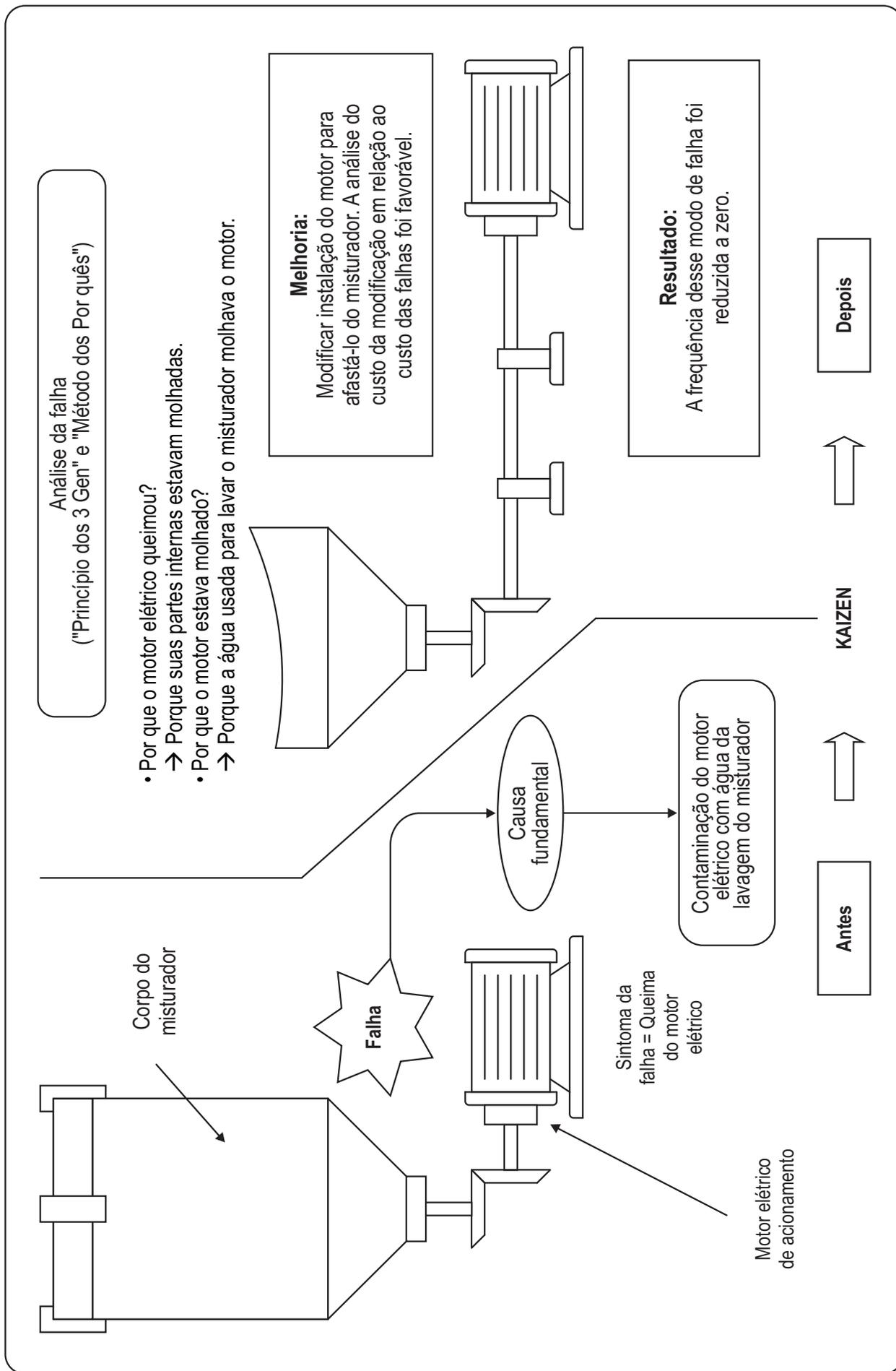
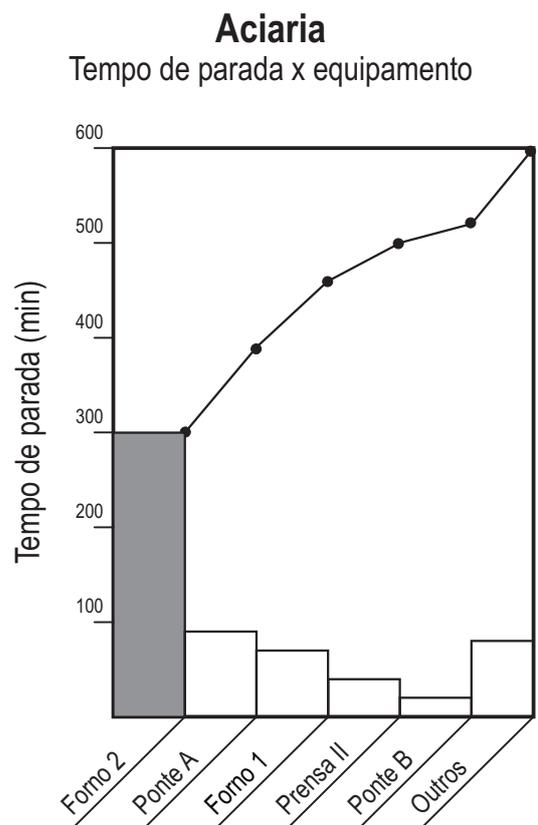
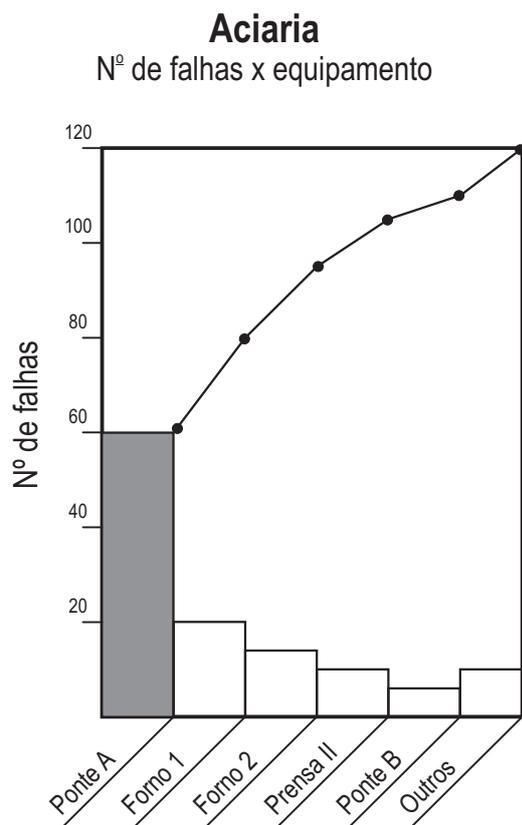


FIGURA 20 – Exemplo de melhoria como contramedida para as falhas

Relatório de falha						
Descrição da falha	Local:		Data da detecção:		Hora da detecção:	
	Equipamento/instalação:					
	Componente/conjunto:					
	Data da última troca/reparo:			Intervalo padrão de troca/reparo:		
	Descrição da falha:					
	Detectada por:		Setor:		Turno:	
Perdas	Tempo de parada da produção:					
	Perdas de produção:					
	Acidentes com pessoas:					
Ações corretivas	Descrição do reparo:					
	Tempo de reparo:			Homens/hora:		
Investigação das causas fundamentais	Causas fundamentais:					
Ações de bloqueio (incluir ações para equipamentos similares)	O quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?	Por quê?
Diversos	Elaborado por:				Data:	
	Revisado por:				Data:	
	Revisado por:				Data:	
	Supervisor:		Chefe:		Gerente:	

FIGURA 21 – Exemplo de relatório de falha

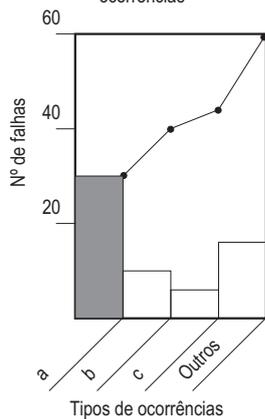


Equipamento

Equipamento

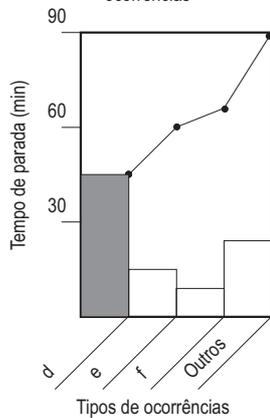
Ponte A

Nº de falhas x Tipos de ocorrências



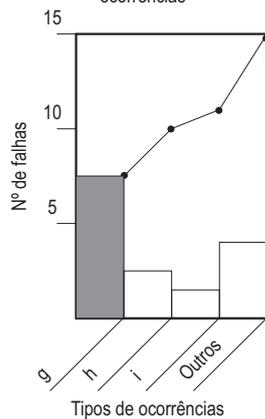
Ponte A

Tempo de parada x Tipos de ocorrências



Forno 2

Nº de falhas x Tipos de ocorrências



Forno 2

Tempo de parada x Tipos de ocorrências

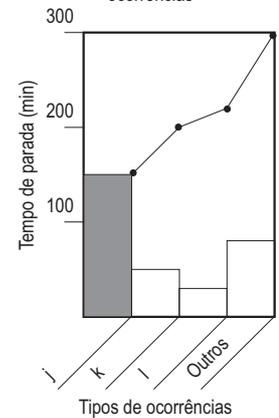


FIGURA 22 – Análise de Pareto dos relatórios de falhas

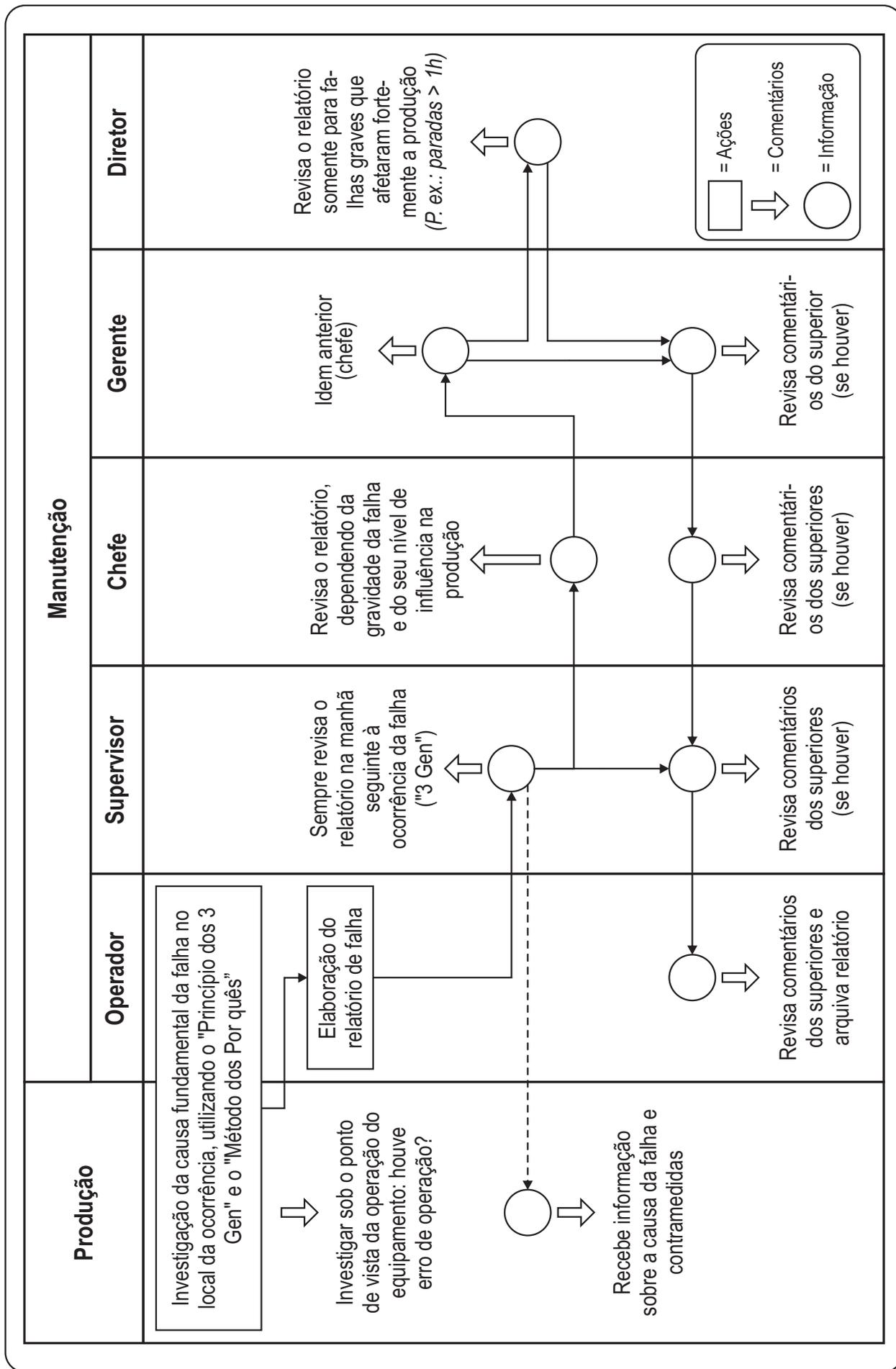


FIGURA 23 – Fluxograma da análise de falha (continua)

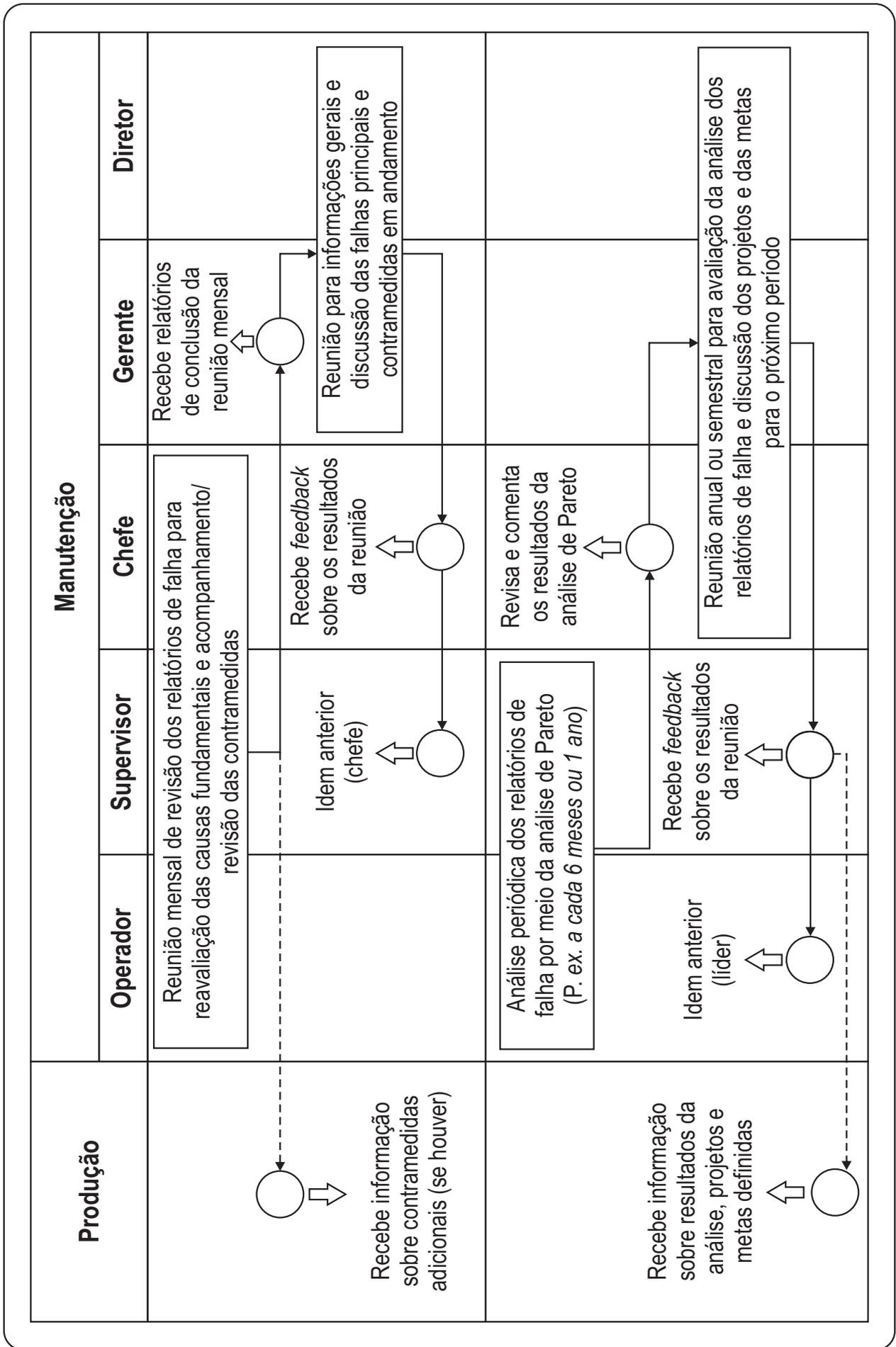


FIGURA 23 – Fluxograma da análise de falha (termina)

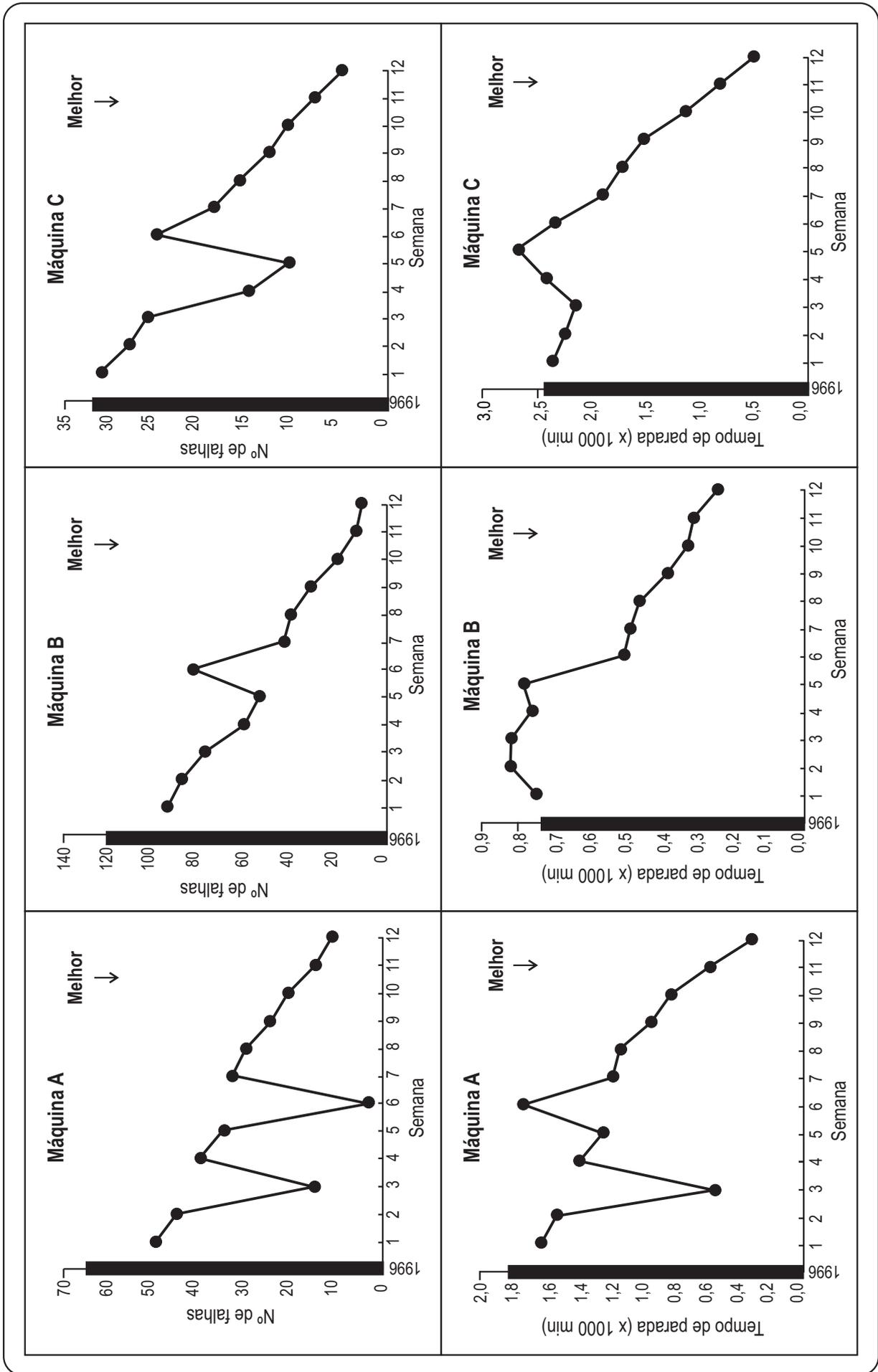


FIGURA 24 – Acompanhamento da eficácia das contramedidas

Resumo do sistema de tratamento de falhas

Etapas	Pontos importantes
 Ocorrência da falha	<ul style="list-style-type: none"> A falha ocorre e é detectada por meio do seu sintoma. Por exemplo, o equipamento parou devido à queima do motor elétrico. Em muitos casos, sinais da falha podem ser detectados a tempo, antes que ela ocorra. Por exemplo, cheiro estranho, ruído anormal ou sobreaquecimento do motor elétrico. Nesse caso, a parada da produção poderá ser minimizada.
Ações corretivas	<ul style="list-style-type: none"> Essas ações deverão ser executadas imediatamente e visam somente a eliminação do sintoma da falha. Por exemplo, trocar o motor queimado. Ações corretivas confiáveis contribuem para prevenir novas ocorrências da falha.
Investigar a causa fundamental da falha	<ul style="list-style-type: none"> O operador da produção faz a investigação inicial da causa da falha sob o ponto de vista da operação do equipamento. Utilizando seu conhecimento técnico, o pessoal do Departamento de Manutenção deve prosseguir na investigação das causas fundamentais, utilizando o "Princípio dos 3 Gen" (Genba, Genbutsu e Gensho) e o "Método dos por quês".
Fazer o registro da falha	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar o relatório de falha, registrando principalmente: (1) descrição da falha, (2) ação corretiva tomada, (3) causas fundamentais, (4) ações de bloqueio das causas fundamentais para prevenir a reincidência da falha - 5W1H. O objetivo desse registro é permitir a análise das informações sobre a falha. Por isso, ele deve ser suficientemente simples.
Revisar os relatórios de falha	<ul style="list-style-type: none"> De acordo com a gravidade da falha (medida por meio do nível de influência na produção), o relatório de falha deve ser revisado pelos níveis hierárquicos superiores para verificar se as causas fundamentais foram corretamente identificadas. Também nesse caso, utilizar o "Princípio dos 3 Gen" quando ocorre a falha, o que permitirá um melhor entendimento das informações dos relatórios de falha durante sua revisão.
Executar ações corretivas adicionais	<ul style="list-style-type: none"> Com base na revisão dos relatórios de falha, os níveis superiores devem sugerir ações corretivas adicionais, caso necessárias.
Estabelecer contramedidas adicionais	<ul style="list-style-type: none"> Com base na revisão dos relatórios de falha, os níveis superiores devem sugerir contramedidas adicionais, caso a investigação inicial tenha sido incompleta.
Executar 5W1H	<ul style="list-style-type: none"> Colocar em prática as contramedidas propostas por meio do 5W1H.
Acompanhar a execução do 5W1H	<ul style="list-style-type: none"> Fazer reunião de revisão periódica dos relatórios de falha (somente 5W1H) em andamento para: (1) verificar se as causas fundamentais foram corretamente identificadas; (2) acompanhar execução das contramedidas conforme 5W1H proposto; (3) planejar novas contramedidas e revisar 5W1H, se necessário e (4) estender contramedidas para equipamentos similares.
Fazer a análise periódica dos relatórios de falha	<ul style="list-style-type: none"> Após um período de tempo adequado (3 meses, 6 meses ou 1 ano), fazer a análise de Pareto dos relatórios de falha. Estratificar as falhas por tipo de equipamento, causa da ocorrência, número de ocorrência e tempo de interrupção da produção.
Definir projetos e metas	<ul style="list-style-type: none"> Como resultado da análise de Pareto, identificar falhas recorrentes e prioritárias e definir temas dos projetos e suas respectivas metas.
Executar projetos	<ul style="list-style-type: none"> Executar os projetos para atingir as metas propostas por meio do PDCA de solução de problemas.

QUADRO 5

Resumo do sistema de tratamento de falhas

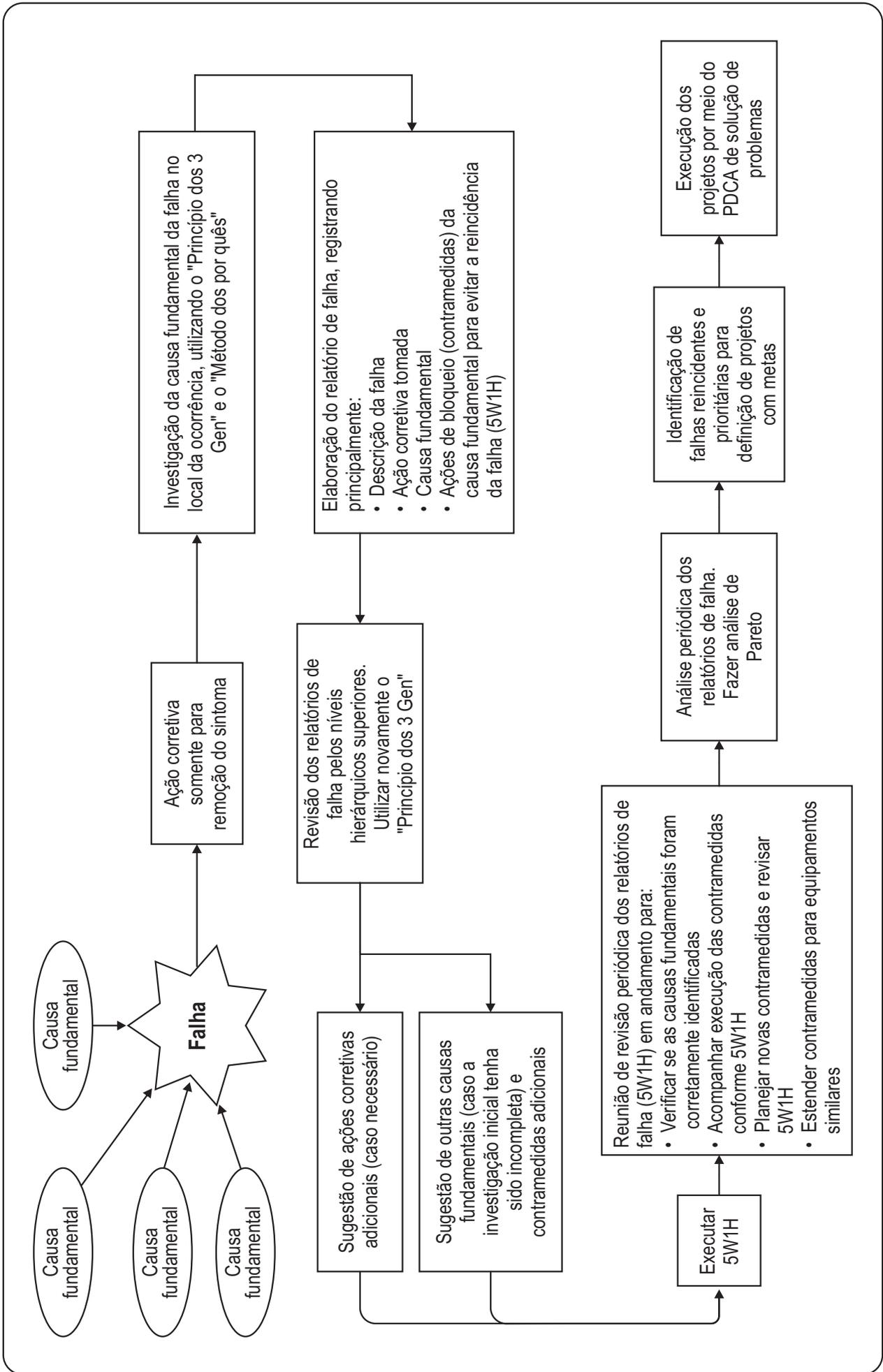


FIGURA 25 – Fluxograma detalhado do sistema de tratamento de falhas

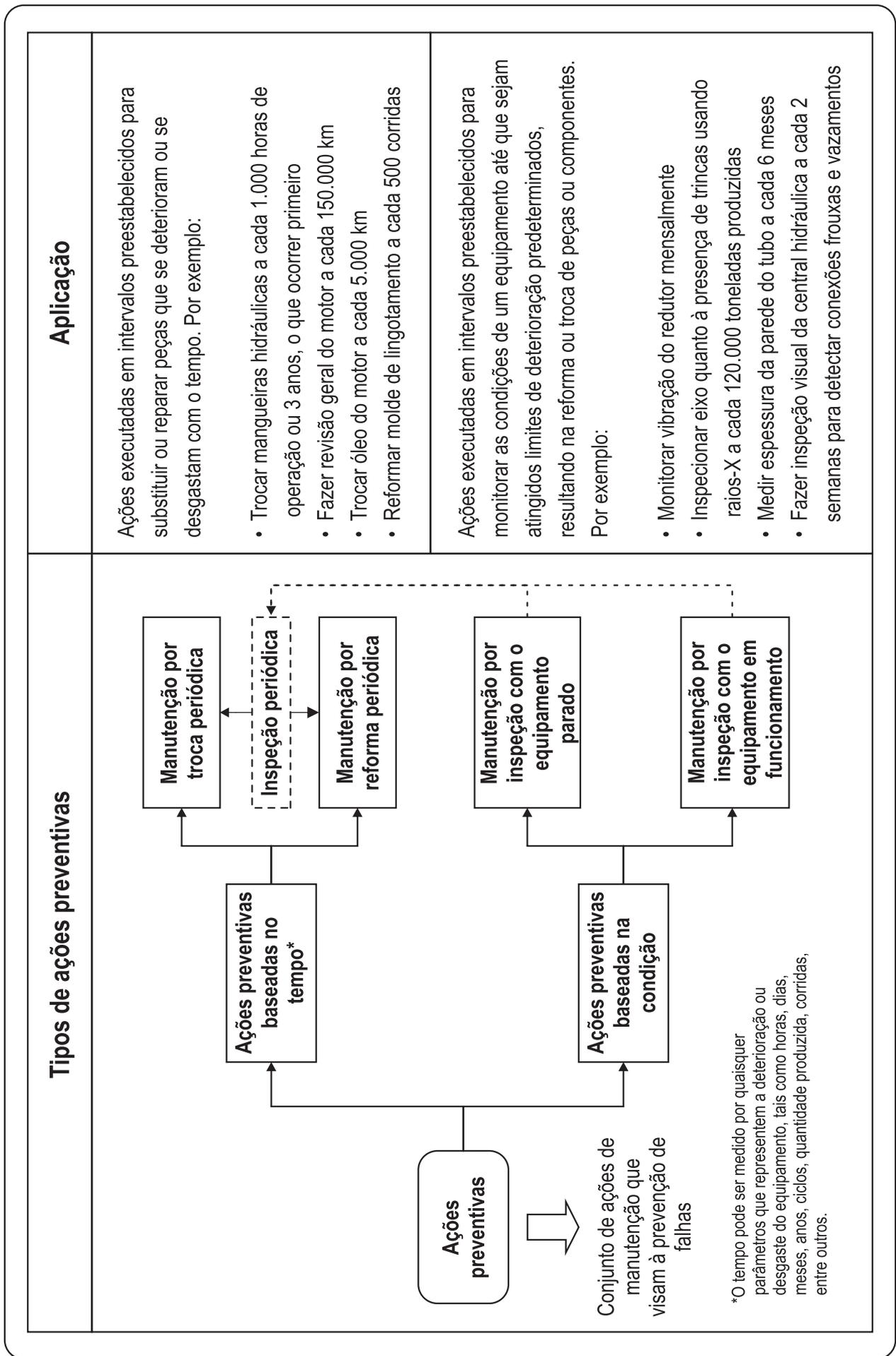


FIGURA 26 – Classificação básica das ações preventivas

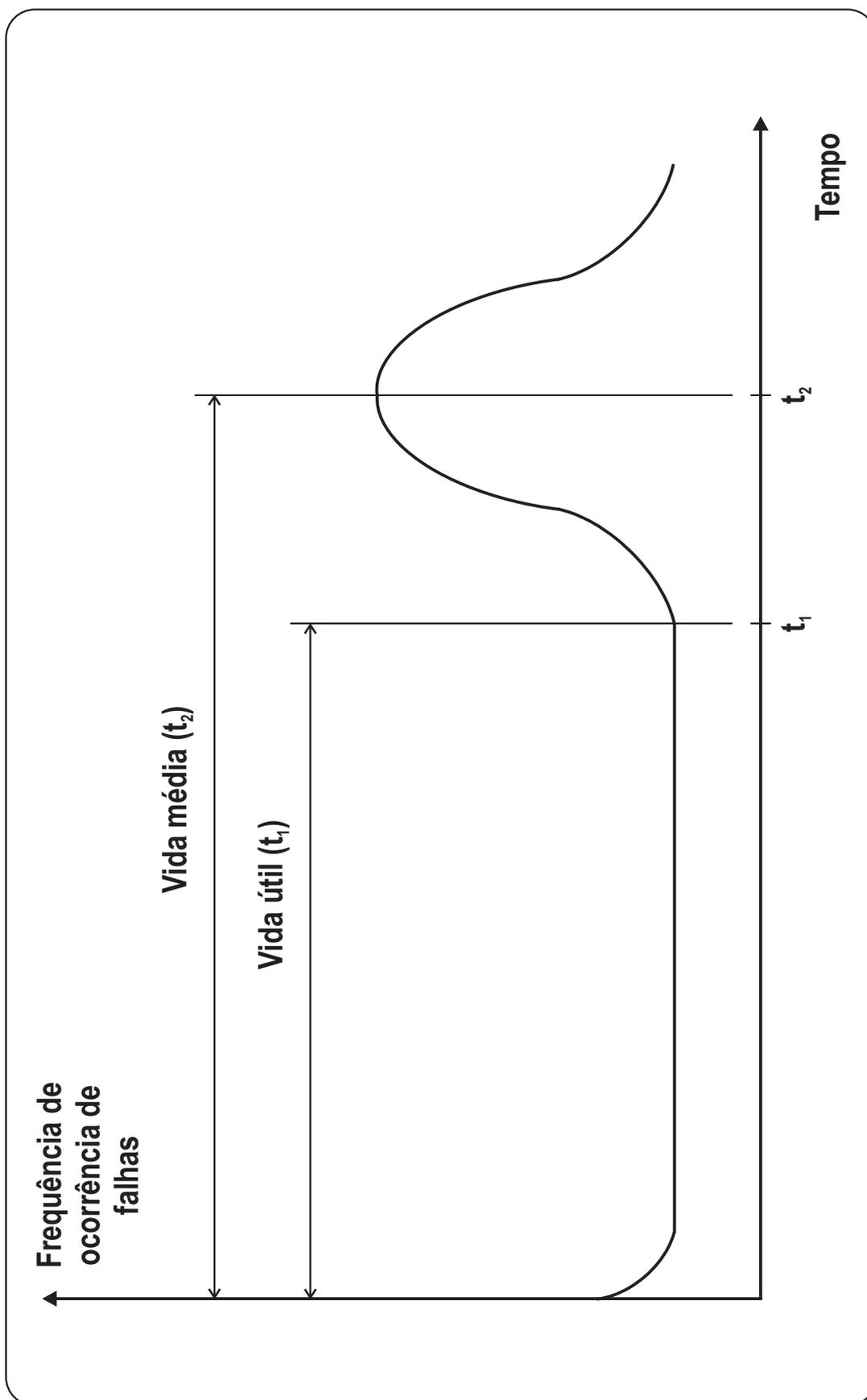


FIGURA 27 – Aumento da frequência de ocorrência de falhas com o tempo

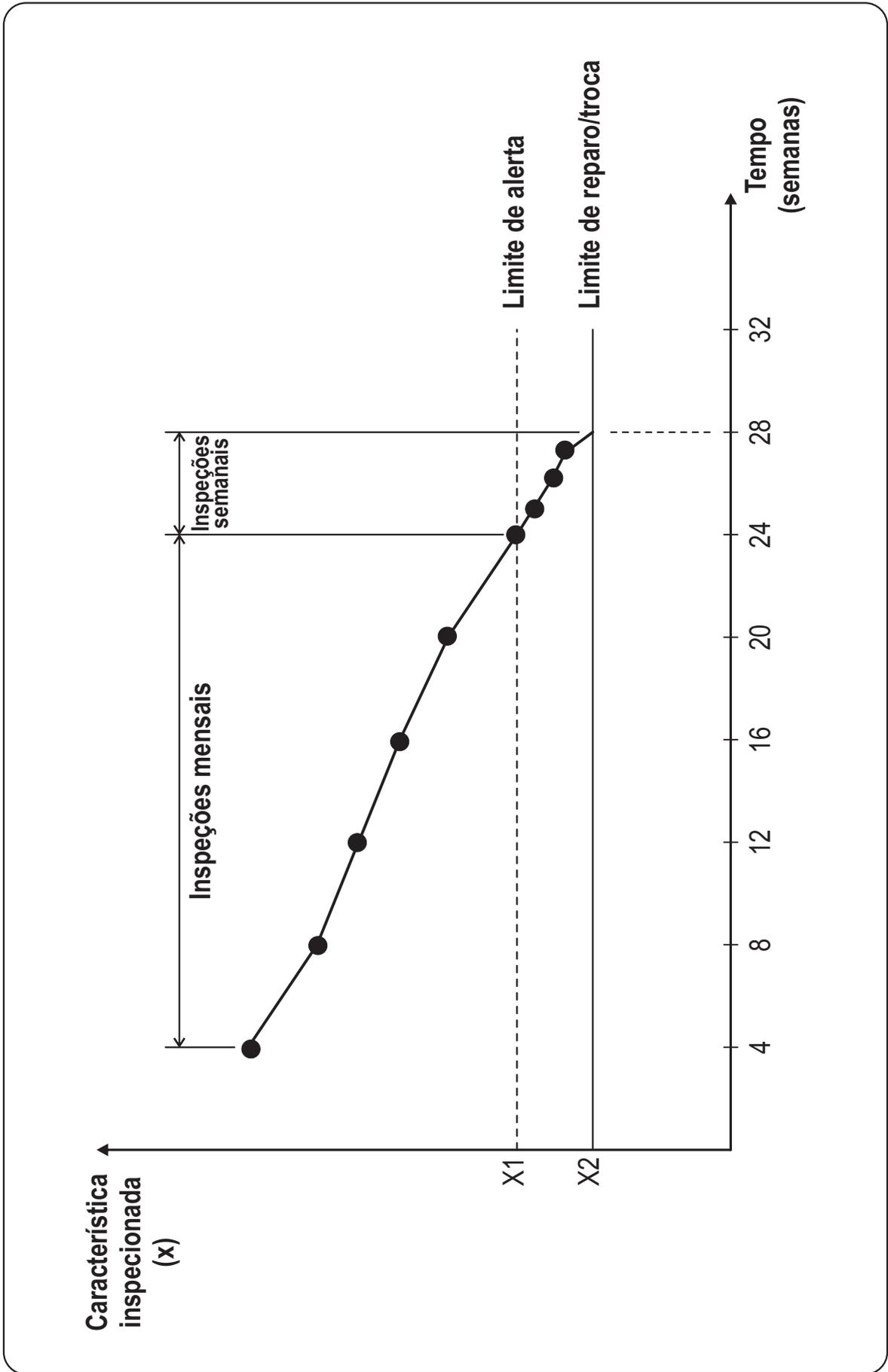


FIGURA 28 – Exemplo de gráfico de controle de tendência do resultado das inspeções

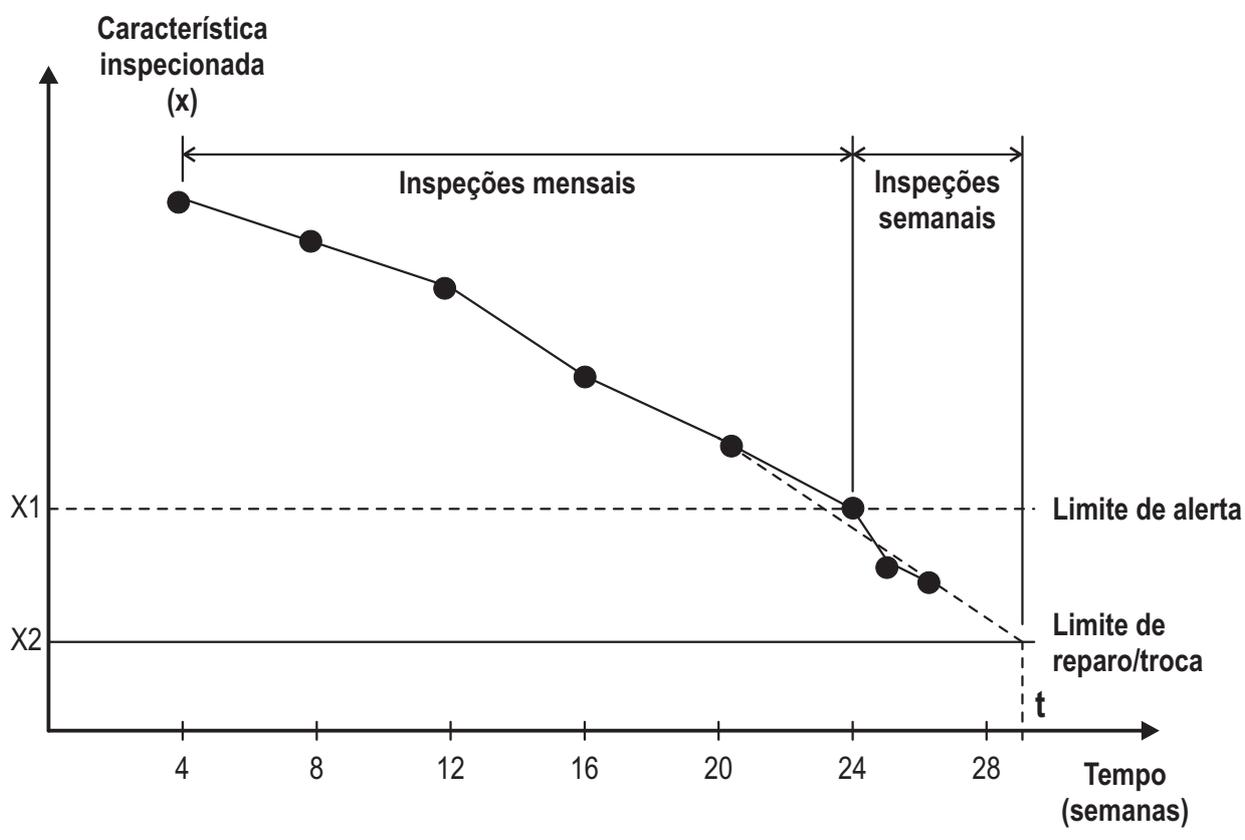
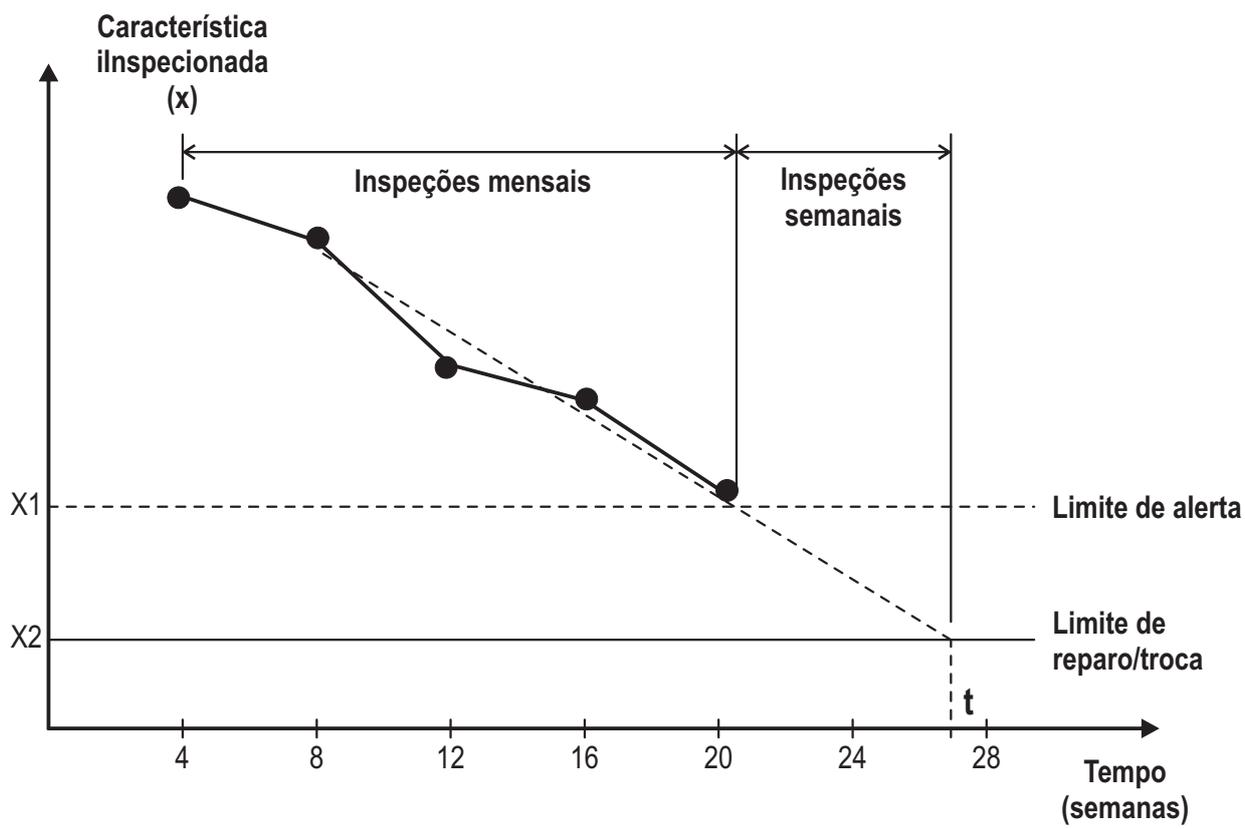


FIGURA 29 – Exemplos de projeção de tendência do resultado das inspeções

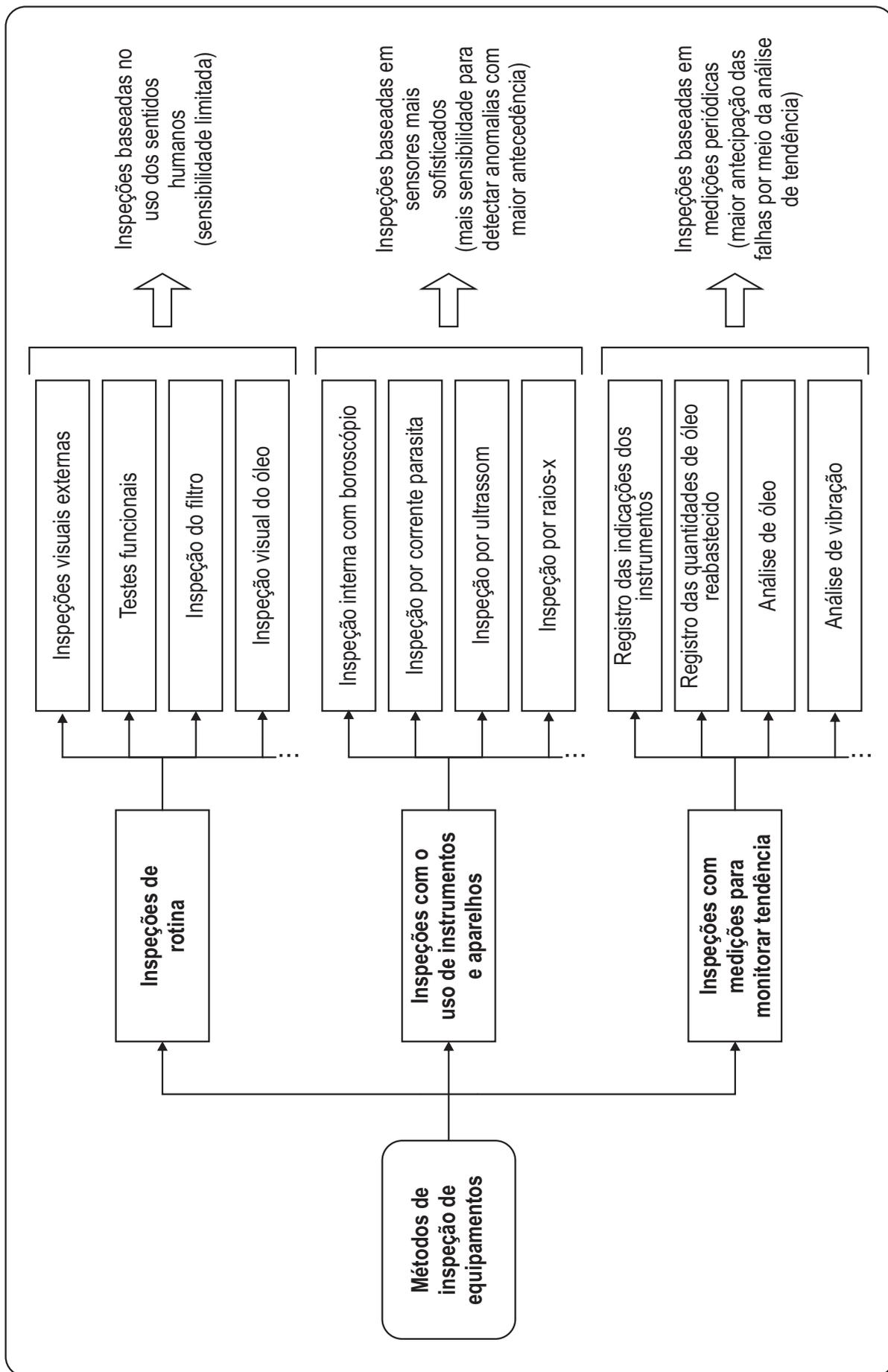


FIGURA 30 – Exemplos de métodos de inspeção de equipamentos

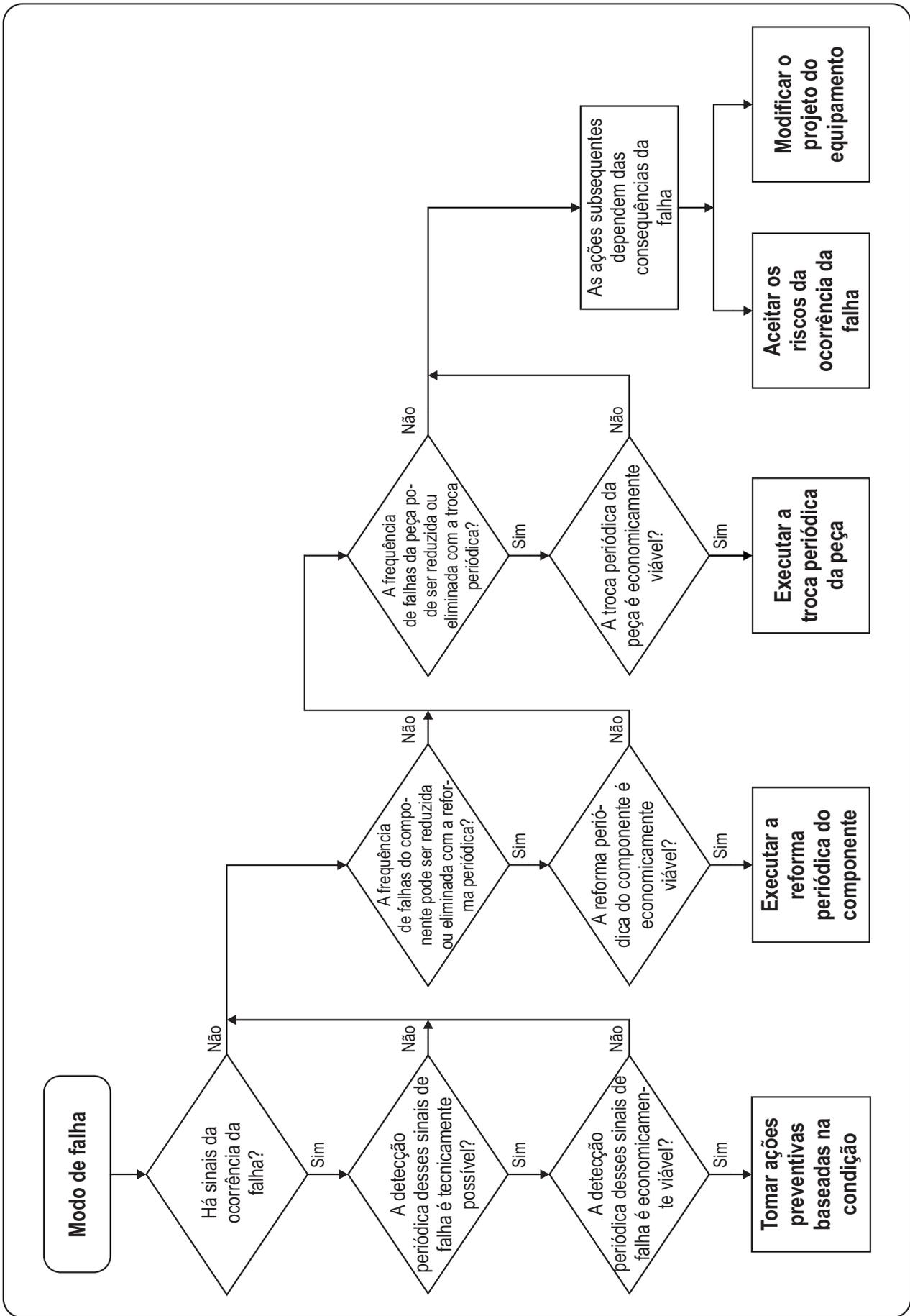


FIGURA 31 – Fluxograma para seleção das ações preventivas

Ciclo	Fluxograma	Conteúdo das atividades
1	Especificação	<ul style="list-style-type: none"> Definição da qualidade exigida (especificação do desempenho, confiabilidade, durabilidade, manutenibilidade e características operacionais). Análise da adequação das especificações ao processo produtivo.
2	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> Desdobramento da qualidade exigida do ponto de vista da manutenção e operação. Detalhamento dos procedimentos de instalação, manutenção e operação.
3	Fabricação e instalação	<ul style="list-style-type: none"> Execução do projeto (fabricação e instalação). Controle da qualidade da fabricação, instalação conforme especificações de projeto. Avaliação da manutenibilidade. Introdução de melhorias no projeto original.
4	Partida	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e remoção de anomalias do projeto, fabricação e instalação. Introdução de melhorias no projeto original. Liberação final do equipamento para a produção.
5	Operação	<ul style="list-style-type: none"> Operação normal do equipamento. Identificação e remoção de anomalias do projeto, fabricação, instalação e operação. Introdução de melhorias no projeto original. Execução da manutenção.
6	Substituição	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação econômica da relação custo/benefício do investimento em novos equipamentos em relação ao custo de operação e manutenção dos equipamentos existentes. Avaliação das necessidades de mudança radical no processo (<i>kaikaku</i>).
<p>----- = Retroalimentação de informações</p>		

QUADRO 6
Etapas do ciclo de vida dos equipamentos

Análise do custo de aquisição

Marca do filtro	Custo inicial	Vida útil	Custo anual
X	R\$ 8.000,00	2 anos	R\$ 4.000,00
Y	R\$ 24.000,00	4 anos	R\$ 6.000,00



Análise do custo global

Marca	Período	Custo (R\$)		Custo global	Custo anual
		2 anos	2 anos		
X	Filtro	8.000,00	8.000	R\$ 46.000,00	R\$ 11.500,00
	Mão de obra e perda de produção	15.000,00	15.000		
Y	Filtro	24.000,00	-	R\$ 39.000,00	R\$ 9.750,00
	Mão de obra e perda de produção	15.000,00	-		

Melhor ←

QUADRO 7
Exemplo de análise do custo do ciclo de vida (I)

Máquina	Custo inicial	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Valor presente com juros de 6% a.a. (1)
A	R\$ 40.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	-	R\$ 66.730,00
B	R\$ 50.000,00	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00	R\$ 77.720,00
Custo anual equivalente (2) máquina A	-	R\$ 24.960,00	R\$ 24.960,00	R\$ 24.960,00	-	-
Custo anual equivalente (2) máquina B	-	R\$ 22.430,00	R\$ 22.430,00	R\$ 22.430,00	R\$ 22.430,00	← Melhor

Notas:

(1) O valor presente foi calculado somando o custo inicial e os custos anuais, estes últimos corrigidos com juros compostos de 6% ao ano. Assim, o valor presente da máquina A é $R\$ 66.730,00 = 40.000,00 + 2.673 \times 10.000,00$ e o da máquina B é $R\$ 77.720,00 = 50.000,00 + 3.465 \times 8.000,00$. Os fatores de correção foram calculados como $[(1+i)^n - 1] / [(1+i)^n \times i]$, onde $i =$ taxa de juros e $n =$ número de períodos (anos). Assim, para a máquina A este fator é $2.673 = [(1+0,06)^3 - 1] / [(1+0,06)^3 \times 0,06]$ e para a máquina B é $3.465 = [(1+0,06)^4 - 1] / [(1+0,06)^4 \times 0,06]$.

(2) O custo anual equivalente para as duas máquinas é calculado dividindo o valor presente pelo fator de correção correspondente. Assim, para a máquina A temos $R\$ 24.960,00 = 66.730,00 \div 2.673$ e para a máquina B temos $R\$ 22.430,00 = 77.720,00 \div 3.465$.

QUADRO 8
Exemplo de análise do custo do ciclo de vida (II)

Característica	Conceito	Conteúdo
Confiabilidade	Probabilidade de o equipamento desempenhar sua função sem falhas sob determinadas condições durante um período de tempo especificado. Equivale à qualidade intrínseca do equipamento mantida ao longo de sua vida útil.	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa frequência de ocorrência de falhas e anomalias. • Necessidade de poucos ajustes e regulagens. • Funcionamento estável. • Baixa frequência de refugos dos produtos causados pelo equipamento.
Mantenabilidade	Probabilidade e retorno do equipamento a uma condição especificada, em um determinado período de tempo, e com o uso de recursos também definidos. É uma medida da facilidade de realizar a manutenção do equipamento.	<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez para detectar o local de ocorrência da falha ou anomalia. • Facilidade de acesso às partes internas do equipamento. • Facilidade para inspeção, reforma e troca de peças. • Facilidade para verificar nível, abastecer e trocar o óleo. • Facilidade para desmontagem completa e projeto modular. • Facilidade de teste funcional após a manutenção. • Facilidade para limpeza, abastecimento e troca de óleo e inspeção (fácil acesso por meio de painéis removíveis e visores transparentes). • Facilidade para recolhimento de cavacos, resíduos e verificação de condições gerais ("gestão à vista").
Facilidade de operação	Característica que permite executar a operação do equipamento corretamente e com rapidez.	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de troca de ferramentas e ajuste do equipamento. • Facilidade de acesso aos comandos (posição, tamanho, cor, forma, etc.). • Mecanismos <i>fool-proof</i>. • Facilidade de transporte e montagem. • Mecanismos automáticos. • Facilidade de alimentação da matéria-prima.
Baixo custo operacional	Característica que expressa a eficiência no uso de recursos necessários para operar o equipamento (energia, materiais e mão de obra).	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo consumo de recursos, materiais e energia. • Possibilidade de utilizar recursos reciclados ou regenerados. • Baixo custo de operação.
Segurança	Característica de não apresentar perigo direto ou indireto às pessoas e ao meio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção contra incêndios, vazamentos de material tóxico e contaminação do ar. • Partes rotativas e móveis não expostas. • Poucas partes salientes. • Nenhuma parte cortante. • Possibilidade de evacuação da área e dispositivos de proteção. • Sistemas de alarme sonoro e visual.

QUADRO 9

Características dos equipamentos a serem avaliadas durante o projeto

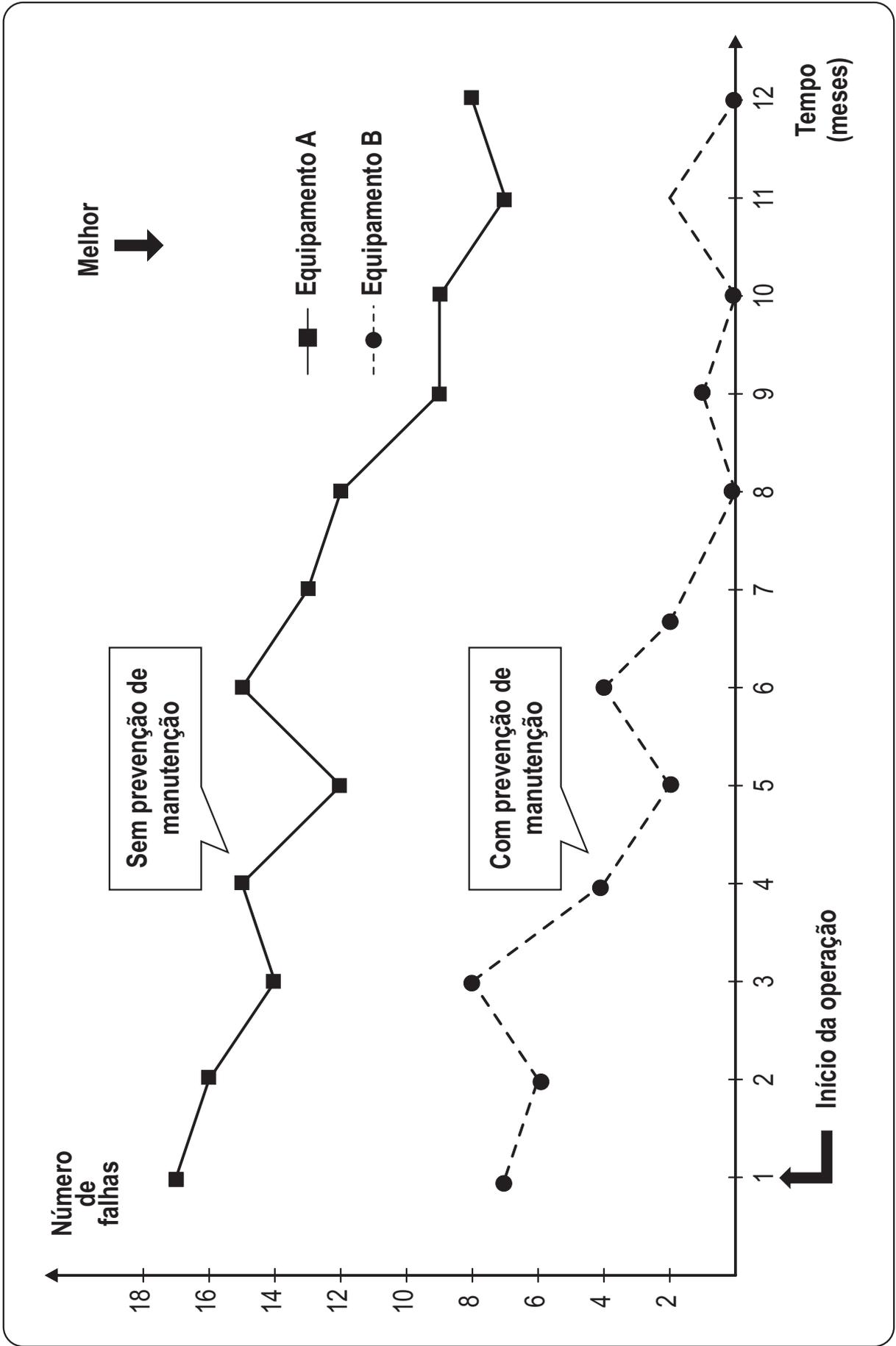


FIGURA 32 – Resultados da prevenção de manutenção

Equipamento: Trem laminador		Períodi- cidade	Padrões de referência	Ano 1												Ano 2												Ano 4	
Subconjuntos	Peças e componentes			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	O	N
Cadeira F1	Mancais rolos laminadores	Mensal	M-25-97	●	●	●	●	○	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○		
	Mesa de rolos movimentação	Bimestral	M-29-97	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Pinos da capota da cadeira	Mensal	M-35-97	●	○	×	●	●	●	●	●	●	○	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○		
	Usinagem canal laminador	Bimestral	M-67-97	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Rolos laminadores	Semestral	M-51-97					▲						▲															
Cadeira F2	Mancais rolos laminadores	Mensal	M-26-97	●	●	○	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○		
	Mesa de rolos movimentação	Trimestral	M-30-97	■	■			■				■			■				■				■			■			
	Pinos da capota da cadeira	Mensal	M-36-97	○	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○			
...	Usinagem canal laminador	Bimestral	M-68-97	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Rolos laminadores	Semestral	M-52-97		▲									▲															
...	...																												

Passado ← Presente → Futuro

Tipos de manutenção			
Registros	Inspê- ção	Refor- ma	Troca
Planejado	○	□	△
Realizado	●	■	▲
			×

FIGURA 33 – Exemplo de plano de manutenção com resultados reais (I)

Plano de manutenção do Molde 1 - Lingotamento contínuo				1	2	~				
				Data da montagem	09/10/96					
				Local da montagem	LC 1					
				Data da troca	15/10/96					
				Nº de corridas	518					
				Padrões de referência	Durante o uso	Após o uso	Durante o uso	Após o uso	~	~
Longitudinal (Face longa)	Placa de Cu anterior	500	M-017-26-97			△				
	Placa de Cu posterior	500	M-051-12-97		△					
	Caixa d'água anterior	1500	M-032-04-97		□					
	Caixa d'água posterior	1500	M-029-18-97		□					
	Tirantes de fixação 1	⋮	⋮		⋮					
	Tirantes de fixação 2									
	Tirantes de fixação 3									
	Tirantes de fixação 4									
	Cilindro abertura/fecham. 1									
	Cilindro abertura/fecham. 2									
	Cilindro abertura/fecham. 3									
Cilindro abertura/fecham. 4										
Transversal (Face curta)	Placa de Cu lado direito									
	Placa de Cu lado esquerdo									
	Caixa d'água direita									
	Caixa d'água esquerda									
	Sistema de acionamento do lado curto do lado direito									
	Redução superior									
	Redução inferior									
Olhal de conexão superior										
Pino de conexão superior										
Olhal de conexão inferior										
Sistema hidráulico	Tubo HP-1									
	Tubo HP-6									
	Mangueira HH-1									
	Mangueira HH-6									
Sistema de lubrificação										
Sistema de água de refrigeração										

FIGURA 34 – Exemplo de plano de manutenção com resultados reais (II)

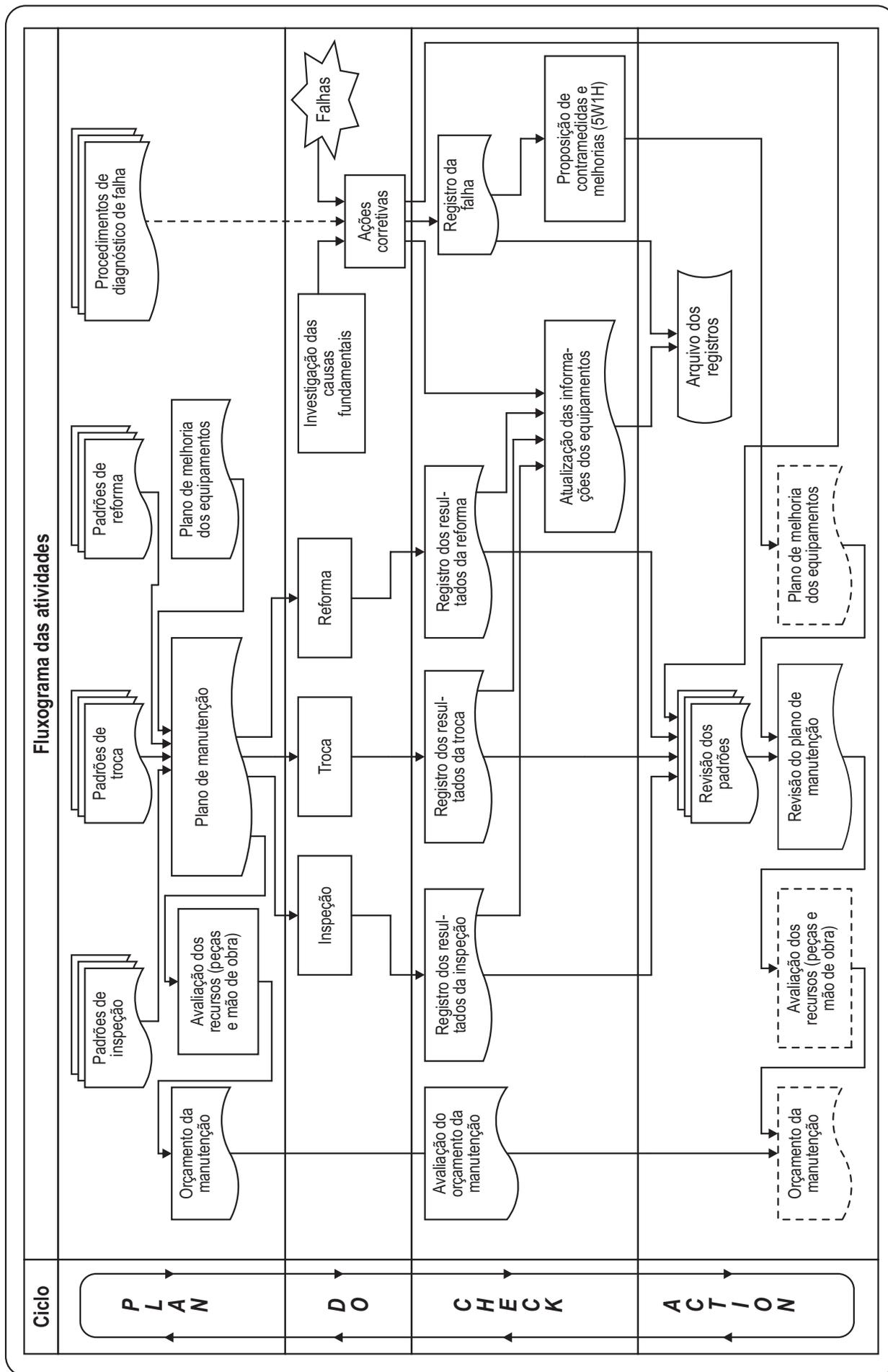


FIGURA 35 – Atividades de manutenção e ciclo PDCA

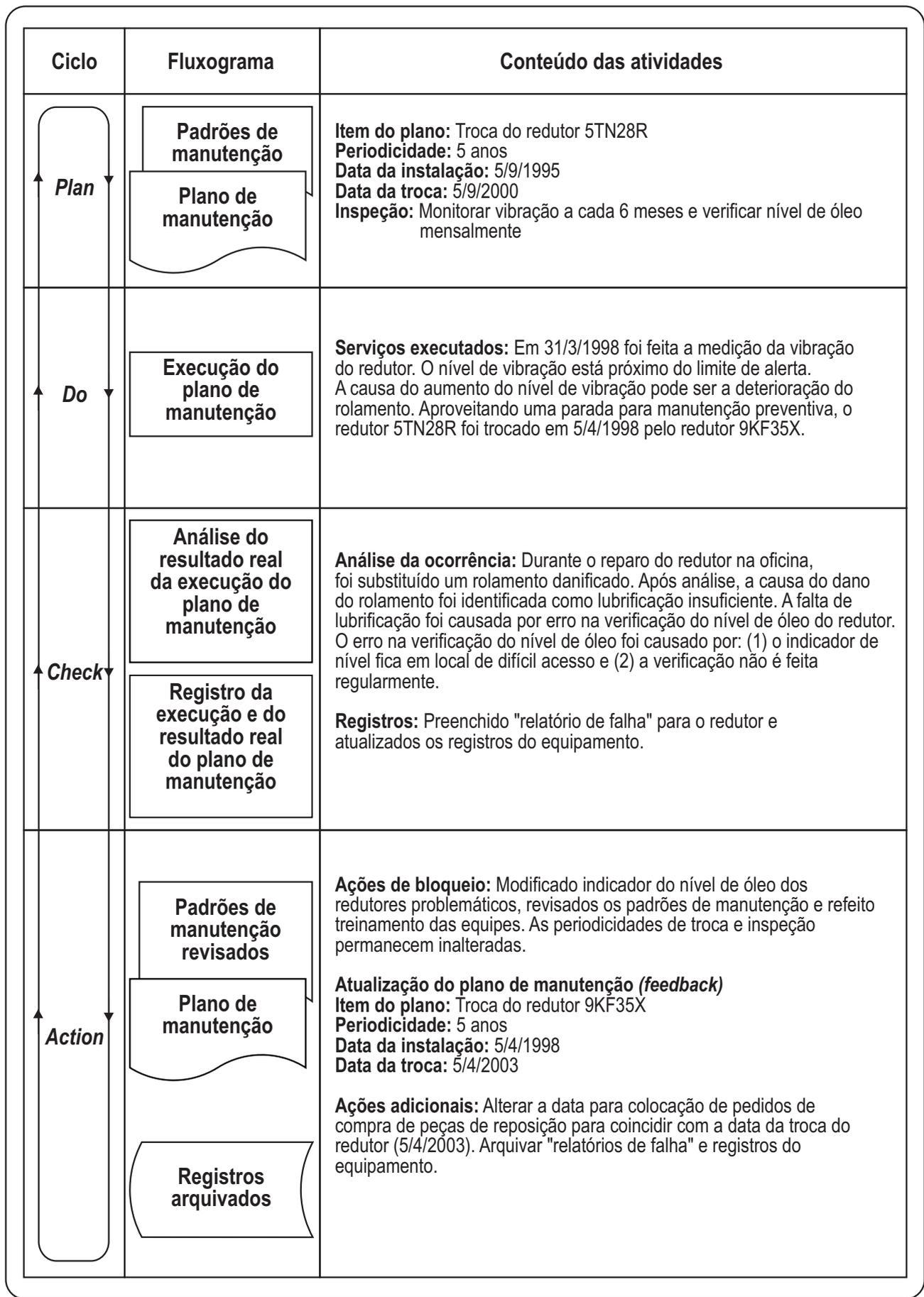


FIGURA 36 – PDCA da manutenção preventiva (I)

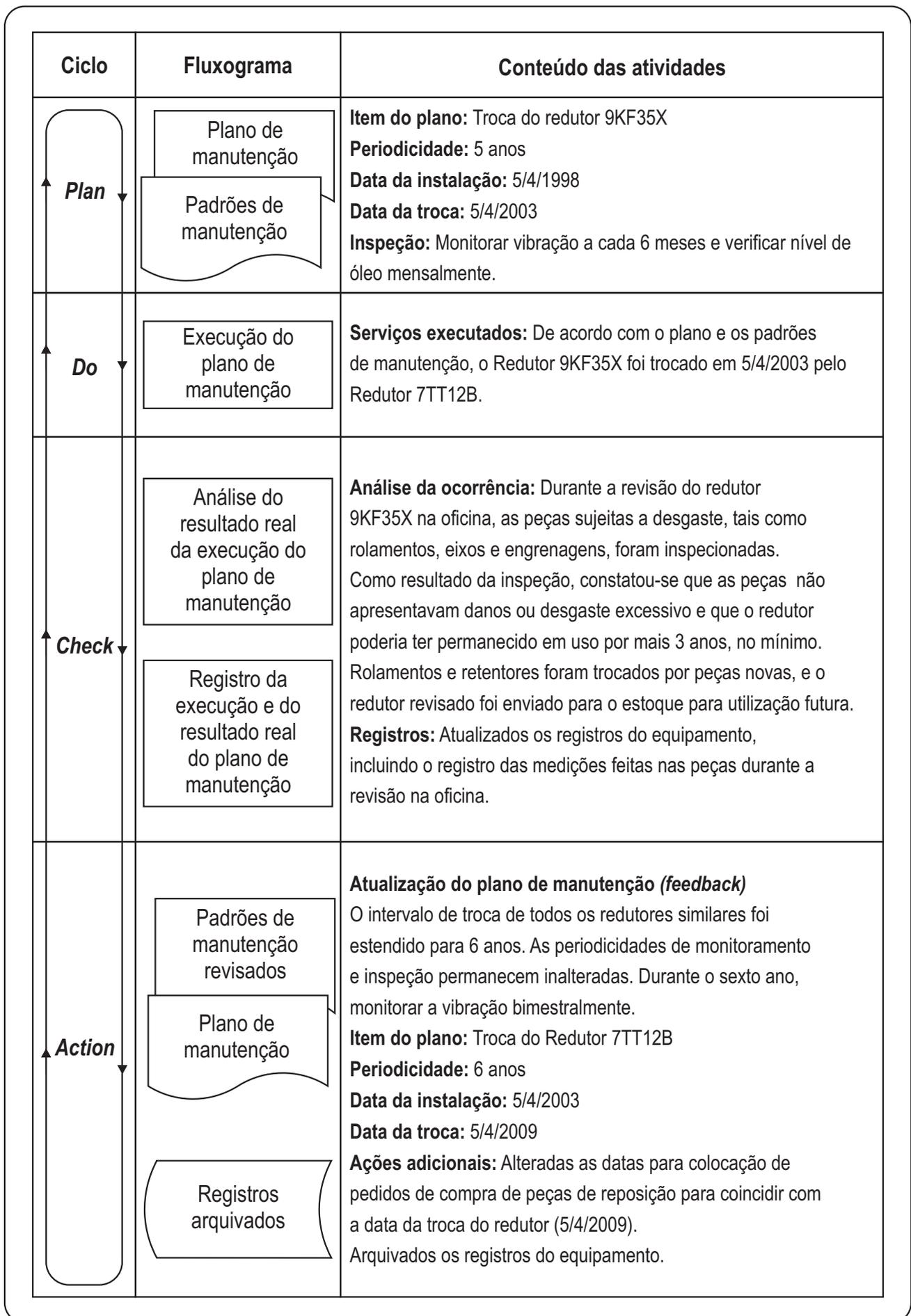


FIGURA 37 – PDCA da manutenção preventiva (II)

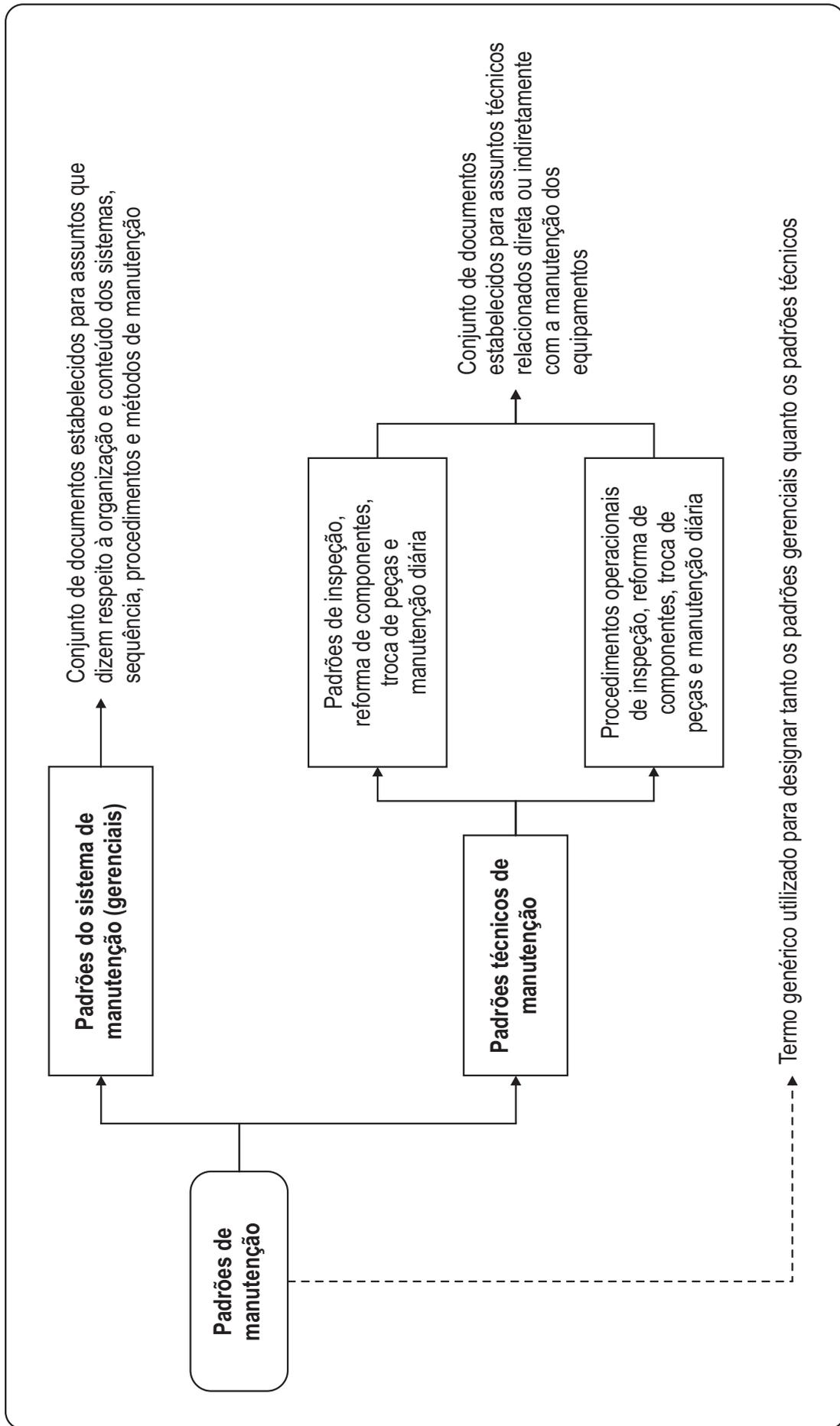


FIGURA 38 – Estrutura básica dos padrões de manutenção

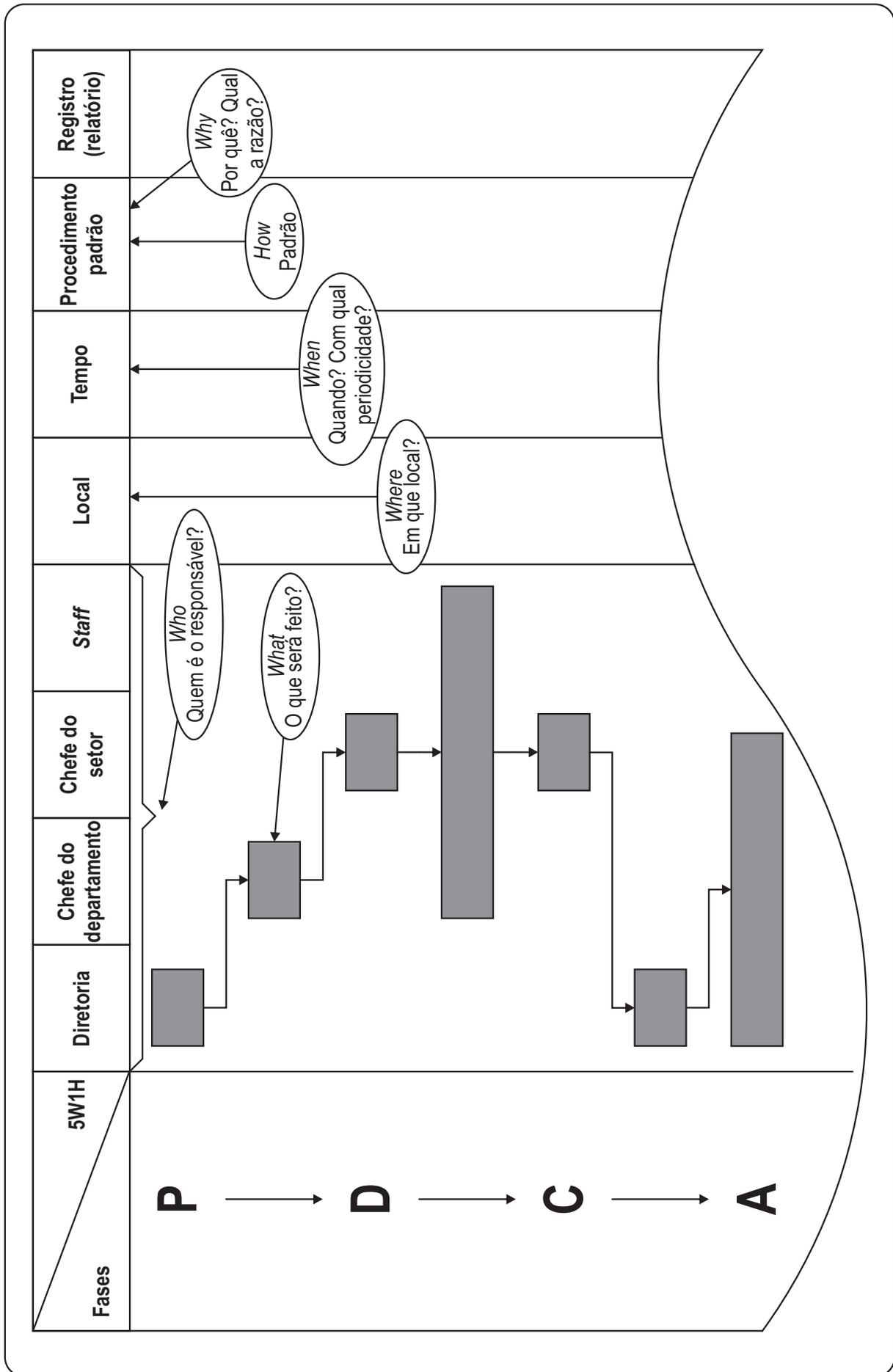


FIGURA 39 – Modelo geral de um padrão de sistema

Tipos de padrões técnicos	Conteúdo	Recomendações
<p>Padrões técnicos da manutenção</p> <p>Denominação genérica do conjunto de requisitos de manutenção e respectivos procedimentos operacionais</p> <p>Padrões de inspeção</p> <p>Padrões de troca</p> <p>Padrões de reforma</p> <p>Padrões de manutenção autónoma</p> <p>(Ver capítulo 8)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O que inspecionar, em que pontos e com que frequência. • Métodos de inspeção aplicáveis. • Instrumentos e aparelhos necessários. • Critérios de avaliação do resultado da inspeção e limites de atuação (troca ou reforma). • Contraindicações em caso de anomalia. • Precauções de segurança aplicáveis. <ul style="list-style-type: none"> • Identificação das peças sujeitas a troca periódica. • Frequência de troca. • Procedimentos de remoção/instalação. • Procedimentos de teste funcional. • Ferramentas, instrumentos e aparelhos. • Precauções de segurança aplicáveis. <ul style="list-style-type: none"> • Identificação dos componentes sujeitos a reforma periódica. • Frequência de reforma. • Procedimentos de remoção/instalação do componente. • Procedimentos de reforma na oficina ou na área (desmontagem, limpeza, inspeção, troca de peças, montagem e testes funcionais). • Critérios de avaliação das condições das partes. • Precauções de segurança aplicáveis. <ul style="list-style-type: none"> • Identificação dos pontos de limpeza, lubrificação, inspeção, reabastecimento • Identificação dos ajustes e testes • Frequência das tarefas • Procedimentos de execução das tarefas • Critérios de avaliação quantitativos e qualitativos • Contraindicações em caso de anomalia • Precauções de segurança aplicáveis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar os resultados das inspeções e fazer análise de tendência. 2. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das inspeções. 3. Transferir as inspeções sensíveis para os padrões de manutenção autónoma. <ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a identificação das peças a serem trocadas. 2. Padronizar a identificação e disposição das peças trocadas para evitar sua reutilização. 3. Incluir cuidados durante manuseio e instalação para evitar danos às peças durante a troca. <ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar os resultados da restauração, incluindo a identificação das peças trocadas, resultados das medições e testes funcionais realizados. 2. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das tarefas. <ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das tarefas. 2. Utilizar a gestão à vista nos equipamentos para as tarefas rotineiras de limpeza, lubrificação e inspeção.

FIGURA 40 – Tipos de padrões técnicos da manutenção e seu conteúdo

Empresa		Especificação de serviço				Máquina	Código	
XXX		Inspeção mensal da bomba de água radial centrífuga modelo 2029F (em funcionamento)				Bomba de água modelo 2029F	M-XXX-002-A Folha: 1/1	
Item		Item do parâmetro		Parâmetros de inspeção/medição			Ação em caso de anomalia/observação	
Nº	Nº	Conteúdo	Critério de avaliação	Registro do resultado	Instrumento	Método		
1	Vedação	1	Gaxeta da bomba	Sem vazamento		-	Visual	Trocar a gaxeta
		2	Conexão de entrada	Sem vazamento		-	Visual	Trocar a junta
		3	Conexão de saída	Sem vazamento		-	Visual	Trocar a junta
2	Fixação	1	Parafusos de fixação da bomba	Apertado		Chave de boca	Manual	Reapertar os parafusos
		2	Parafusos de fixação do motor	Apertado		Chave de boca	Manual	Reapertar os parafusos
		3	Parafusos de fixação das conexões	Apertado		Chave de boca	Manual	Reapertar os parafusos
3	Condições de trabalho	1	Pressão	1,8 a 2,2 kgf/cm ²		Manômetro	Visual	Informar ao supervisor
		2	Vazão	18 a 22 m ³ /h		Med. de vazão	Visual	Informar ao supervisor
4	Vibração	1	Vibração do mancal da bomba	$V \leq 4\text{mm/s}$ $a \leq 1\text{mm/s}^2$		Med. vibração	Ponto indicado	Diminuir periodicidade de medição
		2	Vibração do mancal do motor					
5		1	Isolação do motor	$\geq 10\text{ M}\Omega$				
10	Temperatura	5	Contator da alimentação	Lâmpada acesa	Elétrica	-	Visual	Substituir a lâmpada ou o contator
10	Temperatura	1	Temperatura do mancal da bomba	$\leq 55\text{ }^\circ\text{C}$		Termômetro infravermelho	Ponto indicado	Trocar o mancal
		2	Temperatura do mancal do motor	$\leq 55\text{ }^\circ\text{C}$			Ponto indicado	Trocar o mancal
		3	Temperatura da carcaça do motor	$\leq 60\text{ }^\circ\text{C}$			Ponto indicado	Informar ao supervisor
Executante:								Data

FIGURA 41 – Exemplo de padrão de inspeção (I)

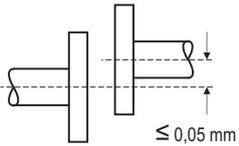
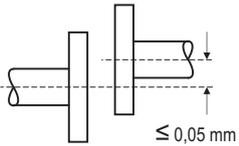
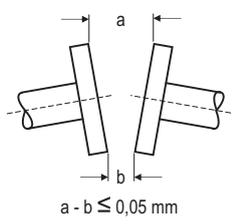
Empresa		Especificação de serviço		Máquina	Código
XXX		Substituição da bomba de água radial centrífuga modelo 2029F (na área)		Bomba de água modelo 2029F	M-XXX-003-A
					Folha: 1/1
Nº	Discriminação do serviço	Métodos e itens importantes		Observações	
1	Interdição do equipamento	Comunicar aos setores relacionados		Verificação do alinhamento bomba/motor 	
		Operação corta energia da rede e painel			
		Colocar sinalização adequada (placas)			
2	Fechamento e interdição das válvulas	Fechar válvulas de entrada e saída			
		Colocar sinalização adequada (placas) interditando o manuseio das válvulas			
3	Equipamento para levantamento da bomba e de seus acessórios	Preparar cavalete com roldanas ou talha			
		Preparar eslingas para levantamento da bomba e caibros de madeira para apoio			
		Preparar flanges cegos para armazenamento da bomba			
4	Desconexão da bomba	Desconectar o acoplamento bomba/motor		Utilizar relógio comparador e micrômetro	
		Retirar parafusos de fixação dos carretéis			
5	Retirada dos carretéis	Utilizar o cavalete ou talha retirar um de cada vez		Condições de trabalho: Pressão = 2,0 kgf/cm ² Vazão = 20 m ³ /h	
		Apoiá-los sobre caibros de madeira			
⋮	⋮	⋮			
8	Colocação da bomba nova	Coloque os calços (se existentes) nas posições			
		Utilizar o cavalete ou talha para colocação			
		Posicionar os parafusos de ancoragem sem apertá-los			
		Retirar os flanges cegos de proteção			
9	Colocação dos carretéis	Limpar os flanges e trocar as juntas			
		Utilizar o cavalete ou talha, colocar um por vez			
10	Ajuste da posição da bomba e motor	Apertar as porcas da base em forma de X			
		Verificar alinhamento bomba			
		Reapertar os			
11		Abrir válvula de saída da rede			
		Abrir o aerador da bomba e preenchê-lo			
12	Inspeção da bomba	Ligar, verificar ruídos, vibração e vazamentos		Verificar o padrão de inspeção M-XXX-002-A	
		Se não houver vazamentos, ler o manômetro e medidor de vazão da linha			
		Elaboração	Revisões	Padrões e procedimentos relacionados	
Data	01/01/1997			M-XXX-001-A => Desmontagem	
Responsável	XX			M-XXX-002-A => Inspeção	
Aprovação	XX				

FIGURA 42 – Exemplo de procedimento de manutenção

Empresa		Especificação de serviço					Máquina	Código
XXX		Inspeção semestral do cilindro hidráulico de elevação da soleira do forno do laminador - cilindro modelo 3576E (na oficina)					Forno do laminador cilindro modelo 3576E	M-XXX-022-A
							Folha: 1/1	
Item do parâmetro		Parâmetros de inspeção/medição						Ação em caso de anomalia/ observação
Nº	Item	Nº	Conteúdo	Critério de avaliação	Registro do resultado	Instrumento	Método	
1	Camisa	1	Superfície interna	Riscamento leve		-	Visual	Corrigir
		2	Diâmetro interno	152,0 a 152,5 mm		Micrômetro	Em 3 pontos (30 mm das extremidades e no centro) em cruz	Substituir
		3	Diâmetro externo	178,9 a 179,3 mm		Micrômetro		Substituir
2	Êmbolo	1	Superfície diâmetro externo	Riscamento leve		-	Visual	Corrigir
		2	Diâmetro externo	151,7 a 152,0 mm		Micrômetro	Em 2 pts a 10 mm da extr. em cruz	Substituir
		3	Largura canal da gaxeta	9,0 a 10,0 mm		Paquímetro	Em 4 pontos cruzados	Substituir
		4	Altura canal da gaxeta	6,0 a 6,1 mm		Paquímetro	Em 4 pontos cruzados	Substituir
		5	Roscas	Sem danos		-	Visual	Corrigir
3	Haste	1	Superfície	Riscamento leve		-	Visual	Corrigir
		2	Diâmetro	63,3 a 63,8 mm				
		3	Roscas	Sem danos				
5	Tirantes	1	Roscas	Sem danos		-	Visual	Corrigir
		2						
		3						
10	Bucha da haste	1	Superfície diâmetro interno	Riscamento leve		-	Visual	Substituir
		2	Diâmetro interno	63,4 a 64,0 mm		Micrômetro	Em 2 pts a 10 mm da extr. em cruz	Substituir
		3	Roscas	Sem danos		-	Visual	Substituir
Executante:								Data

FIGURA 43 – Exemplo de padrão de inspeção (II)

Empresa	Especificação de serviço	Máquina	Código
XXX	Montagem do cilindro hidráulico de elevação da soleira do forno do laminador - cilindro modelo 3576E (na oficina)	Forno do laminador cilindro modelo 3576E	M-XXX-023-A Folha: 1/1
Nº	Discriminação do serviço	Métodos e itens importantes	Observações
1	Montagem das guarnições de borracha no êmbolo, tampas e bucha da haste	Utilizar sempre guarnições novas Untar os anéis e gaxetas com graxa; não untar o anel Parback	
2	Montar a tampa traseira na camisa	Efetuar operação na vertical com tampa p/ baixo Observar o chanfro de 3 mm x 20° Se necessário bater, faça com tarugo de cobre Jogo diametral = 0,08 a 0,16mm	
3	Montar o êmbolo na camisa	Untar o anel "O" da vedação da haste com graxa Verificar chanfro 3 mm x 20° no furo do êmbolo	
4	Montar o êmbolo na camisa	Observar o chanfro no diâmetro da camisa Jogo diametral = 0,1 a 0,2 mm Untar o anel "O" com graxa; não untar o anel Parback Introduzir o êmbolo com pequenas batidas axiais na haste; use tarugo de cobre	
5	Colocação munhão central	Encaixar munhão central na camisa	
6	Montar a bucha da haste	Introduzir até o final do curso da rosca	
7	Montar a tampa frontal na haste	Jogo diam. = 0,02 a 0,10 mm Untar com Apertar porcas em forma de X Efetuar o aperto progressivamente	
10	Montagem do terminal da haste	Atarraxar o terminal até o final da rosca sem folga perceptível Apertar os parafusos de frenagem	
Elaboração		Revisões	Padrões e procedimentos relacionados
Data	01/01/1997		M-XXX-021-A => Desmontagem
Responsável	XX		M-XXX-022-A => Inspeção
Aprovação	XX		

FIGURA 44 – Exemplo de procedimento de manutenção

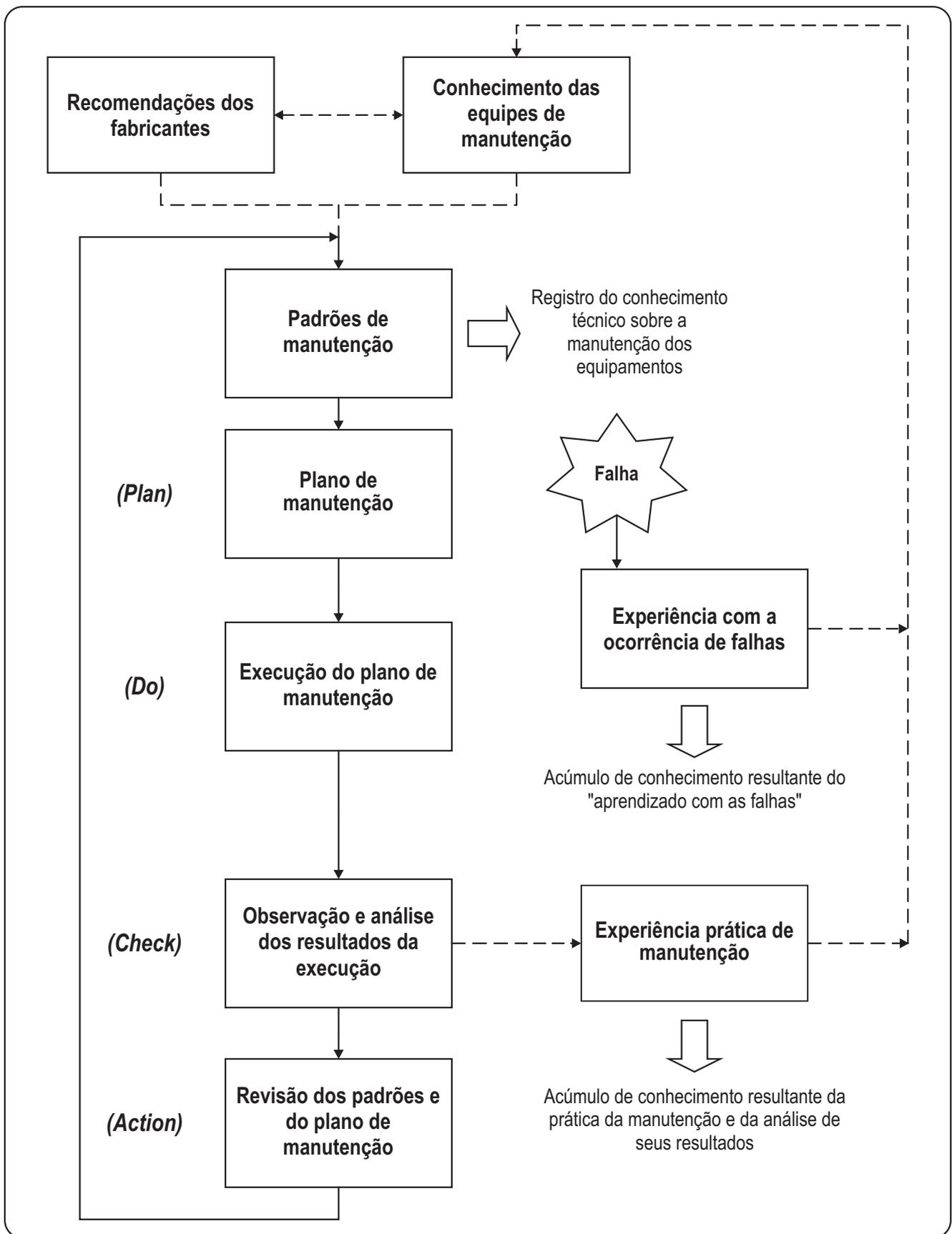


FIGURA 45 – Esquema de atualização dos padrões e do plano de manutenção

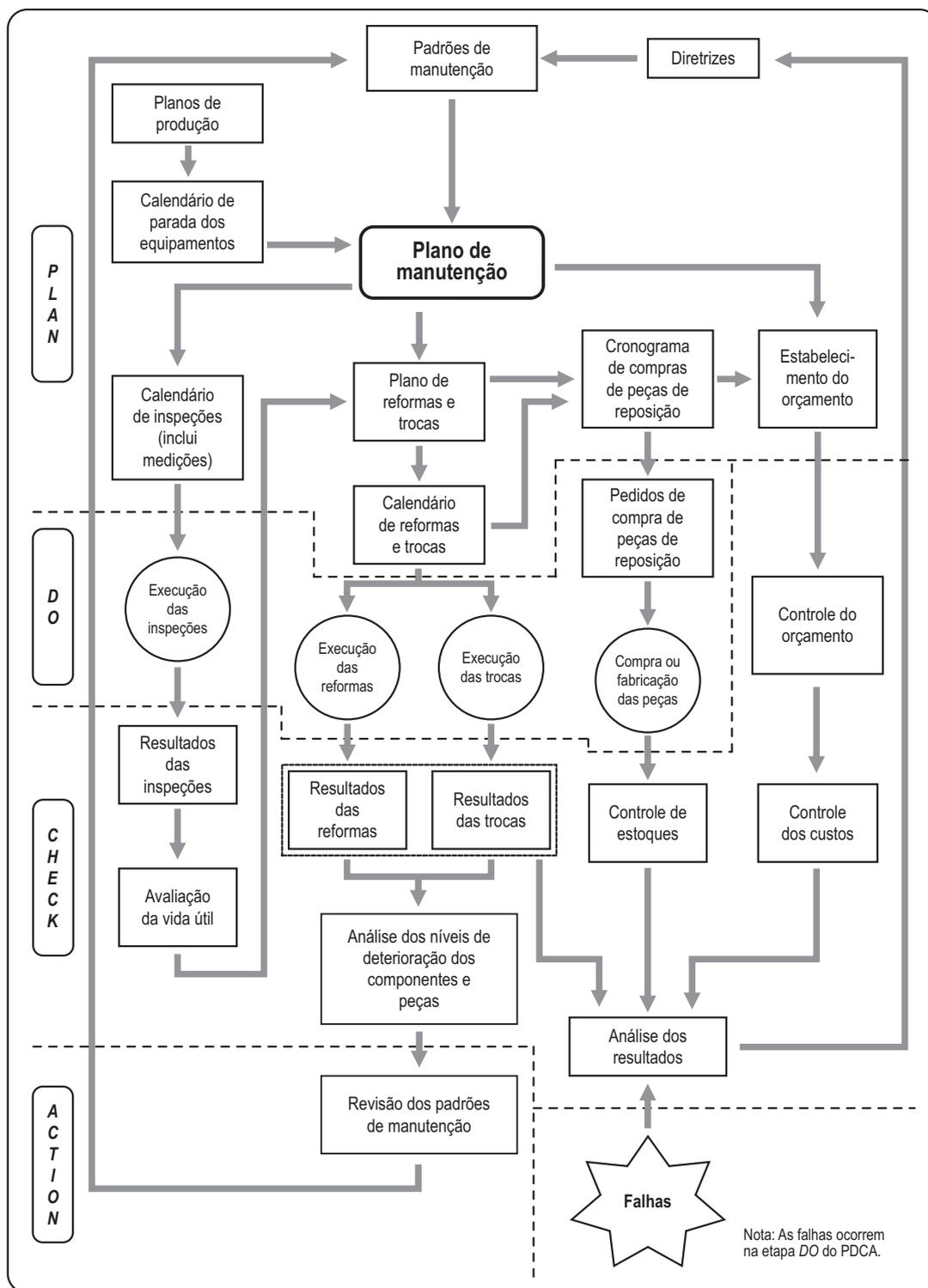


FIGURA 46 – Exemplo de modelo conceitual do sistema de gerenciamento da manutenção

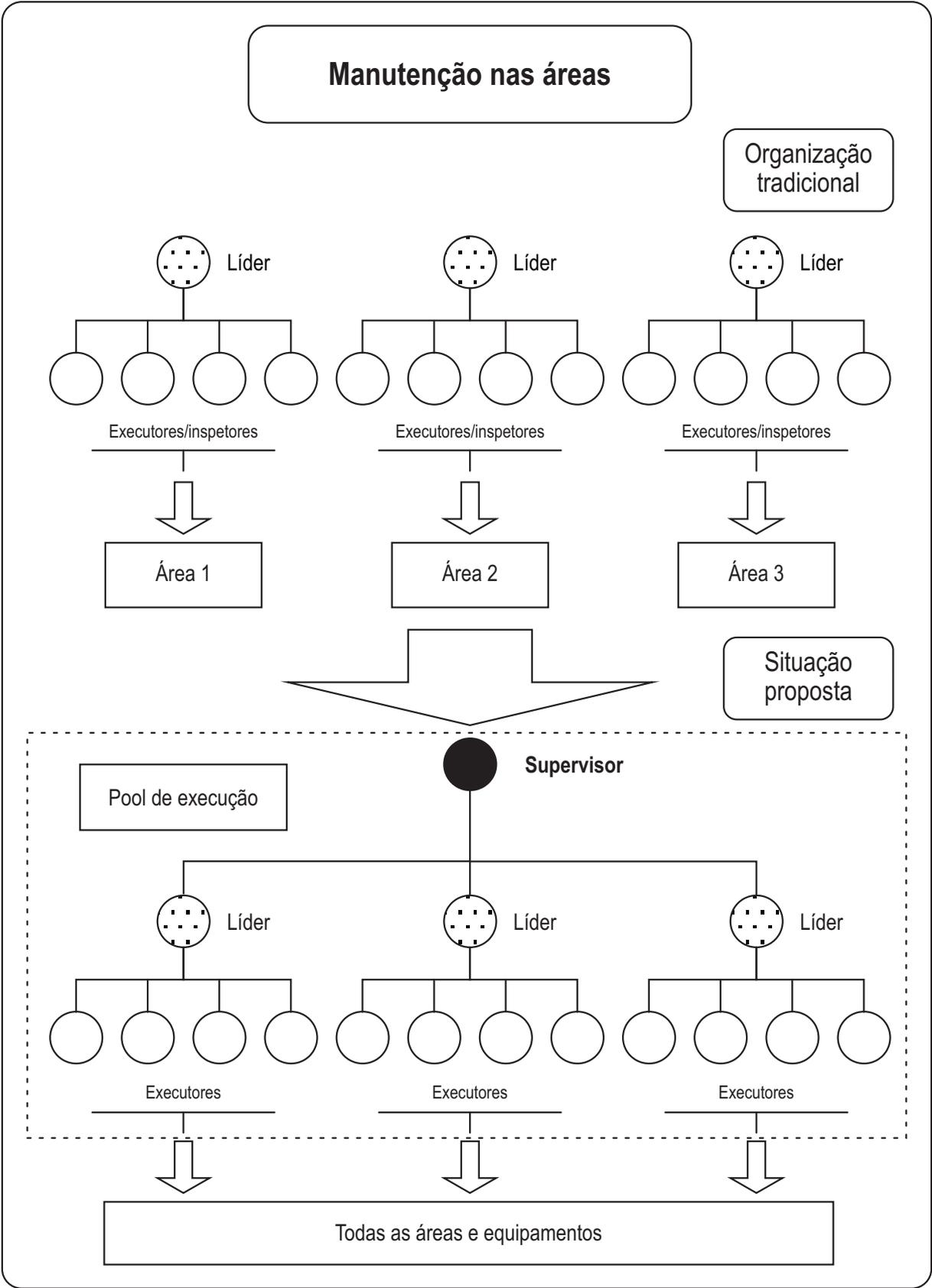


FIGURA 48 – Reorganização do pessoal de execução de manutenção

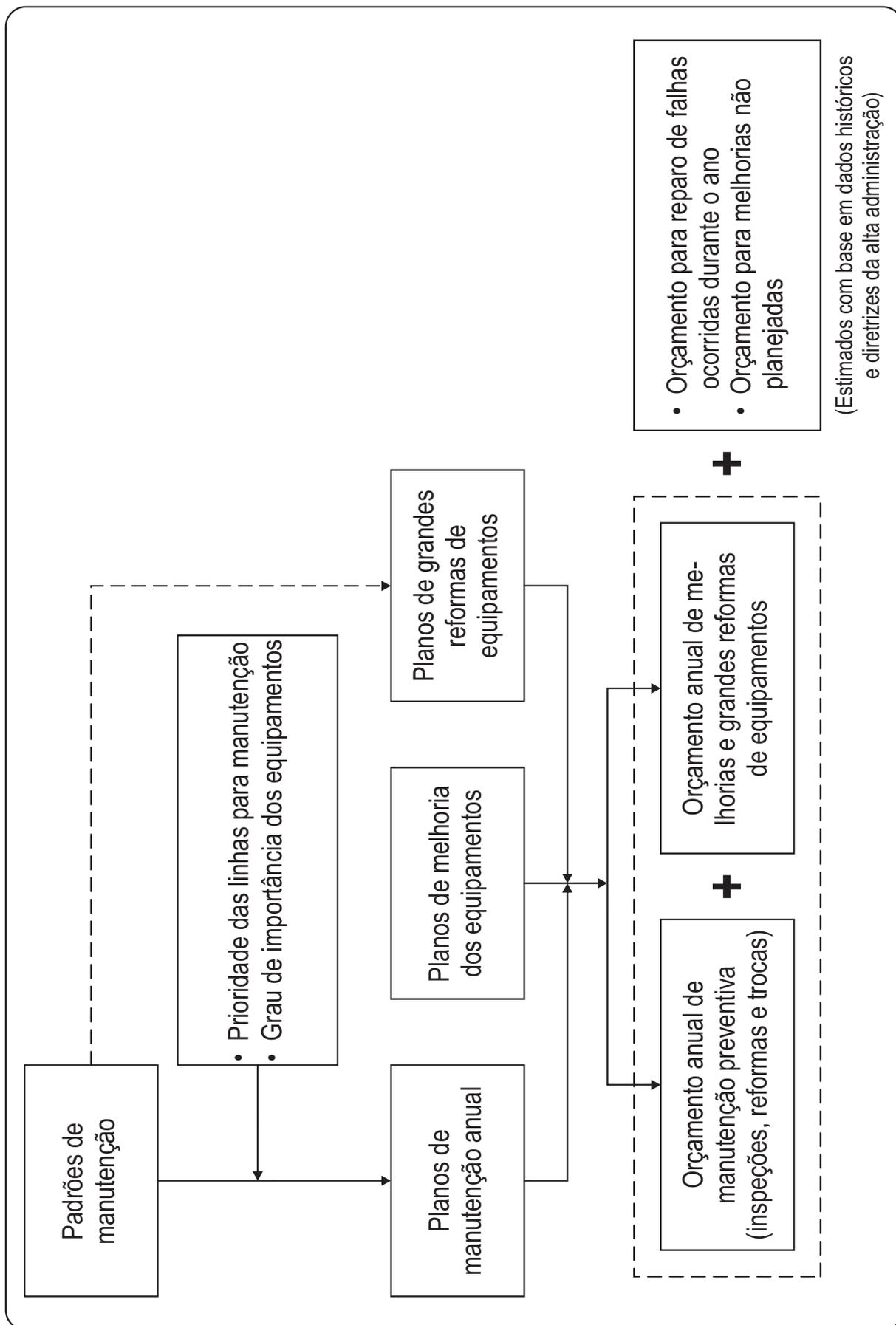


FIGURA 49 – Elaboração do orçamento anual da manutenção

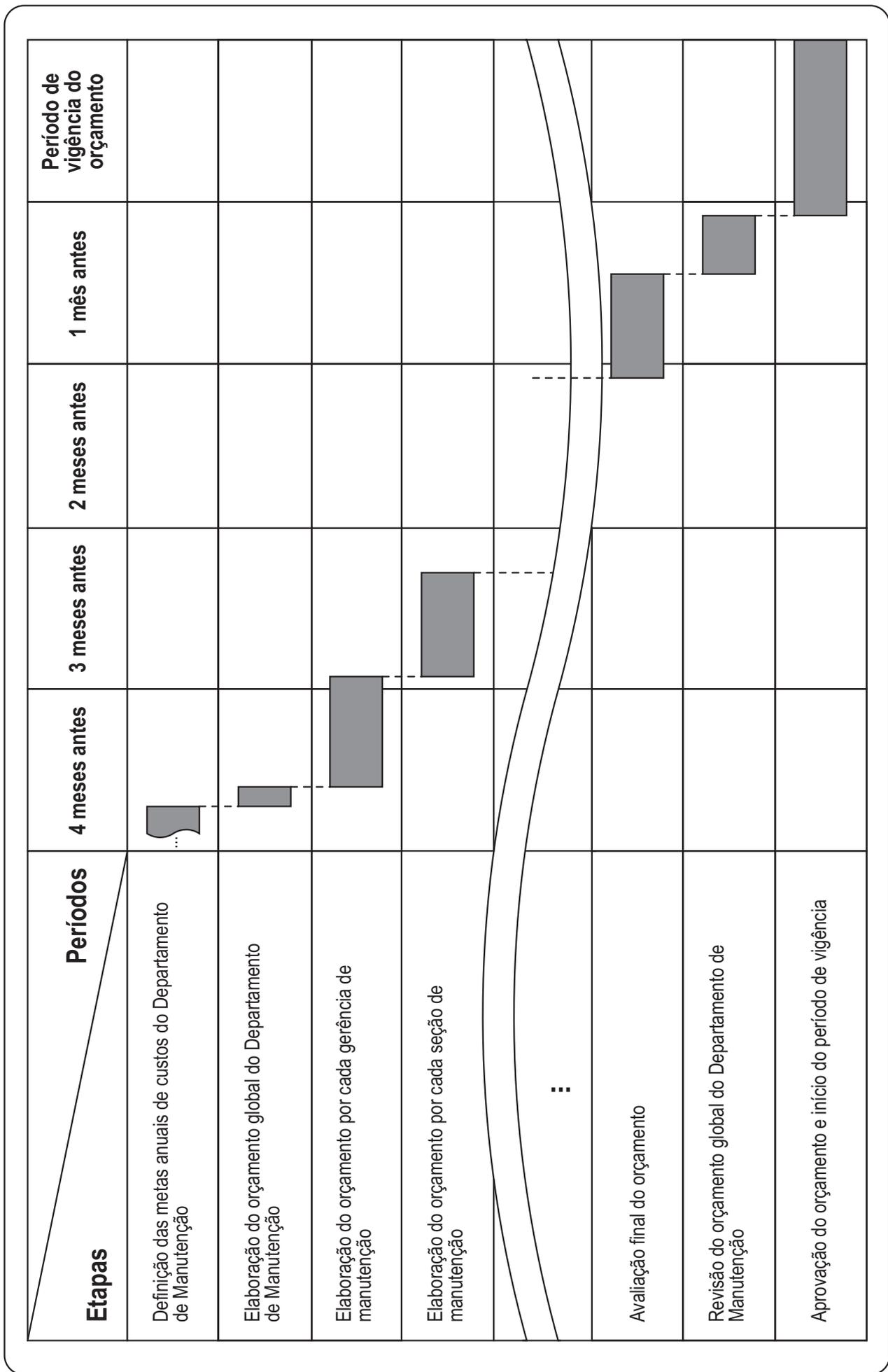


FIGURA 50 – Exemplo de cronograma para elaboração do orçamento anual da manutenção

Itens de avaliação	Pontos	x 1,0	x 0,8	x 0,6	x 0,4	x 0,2
Com base no planejamento de médio e longo prazo, a linha tem	40	importância estratégica atualmente e no futuro	importância estratégica um pouco menor	importância estratégica normal	tendência de queda da importância estratégica a médio e longo prazo	queda na importância a curto prazo
Quantidade de produção esperada da linha para o próximo período	30	capacidade especificada $\geq 1,0$	entre 1,0 e 0,8 da capacidade especificada	entre 0,8 e 0,6 da capacidade especificada	entre 0,6 e 0,4 da capacidade especificada	entre 0,4 e 0,0 da capacidade especificada
Importância da linha para a qualidade do produto, segurança e meio ambiente	20	muito importante	importante	normal	pouco importante	sem importância
Perdas(*) causadas por falhas da linha e sua importância para o processo	10	> US\$ 10mil/h muito importante	de US\$ 6mil/h a US\$ 10mil/h importante	de US\$ 2mil/h a US\$ 6mil/h normal	de US\$ 1mil/h a US\$ 2mil/h pouco importante	< US\$ 1mil/h sem importância

(*) Esses valores devem ser especificados para cada empresa

Resultado da avaliação (pontos)	100 ~ 90	89 ~ 80	79 ~ 60	59 ~ 40	39 ~ 0
Prioridade para manutenção	A	B	C	D	E

QUADRO 10

Critérios de avaliação da prioridade das linhas para manutenção

Itens de avaliação	Pontos	x 1,0	x 0,5	x 0,3
Influência da falha do equipamento na produção da linha	30	parada total da linha	diminuição da capacidade da linha	sem influência significativa
Influência da falha ou mau funcionamento do equipamento na qualidade do produto, segurança e meio ambiente	20	forte influência	influência normal	sem influência significativa
Nível de deterioração do equipamento	10	grande	médio	pequeno
Nível de utilização do equipamento em relação ao tempo disponível para operação	30	≥ 90%	90 ~ 70%	< 70%
Avaliação particular do grupo de trabalho	10			
Resultado da avaliação (pontos)	100 ~ 80	79 ~ 60	59 ~ 40	39 ~ 0
Grau de importância do equipamento	I	II	III	IV

QUADRO 11
Critérios de avaliação do grau de importância dos equipamentos

Grau de importância do equipamento	A	B	C	D	E
I	1,0 (1,20)	1,0 (1,20)	1,0 (1,30)	1,0 (1,40)	1,0 (1,40)
II	1,1 (1,40)	1,2 (1,60)	1,3 (1,70)	1,4 (1,80)	1,5 (1,90)
III	1,2 (1,60)	1,3 (1,80)	1,4 (2,00)	1,5 (2,40)	1,8 (2,60)
IV	1,5 (1,80)	1,6 (2,20)	1,7 (2,40)	1,8 (2,80)	2,0 (3,00)

QUADRO 12
Índices de prorrogação da periodicidade de manutenção

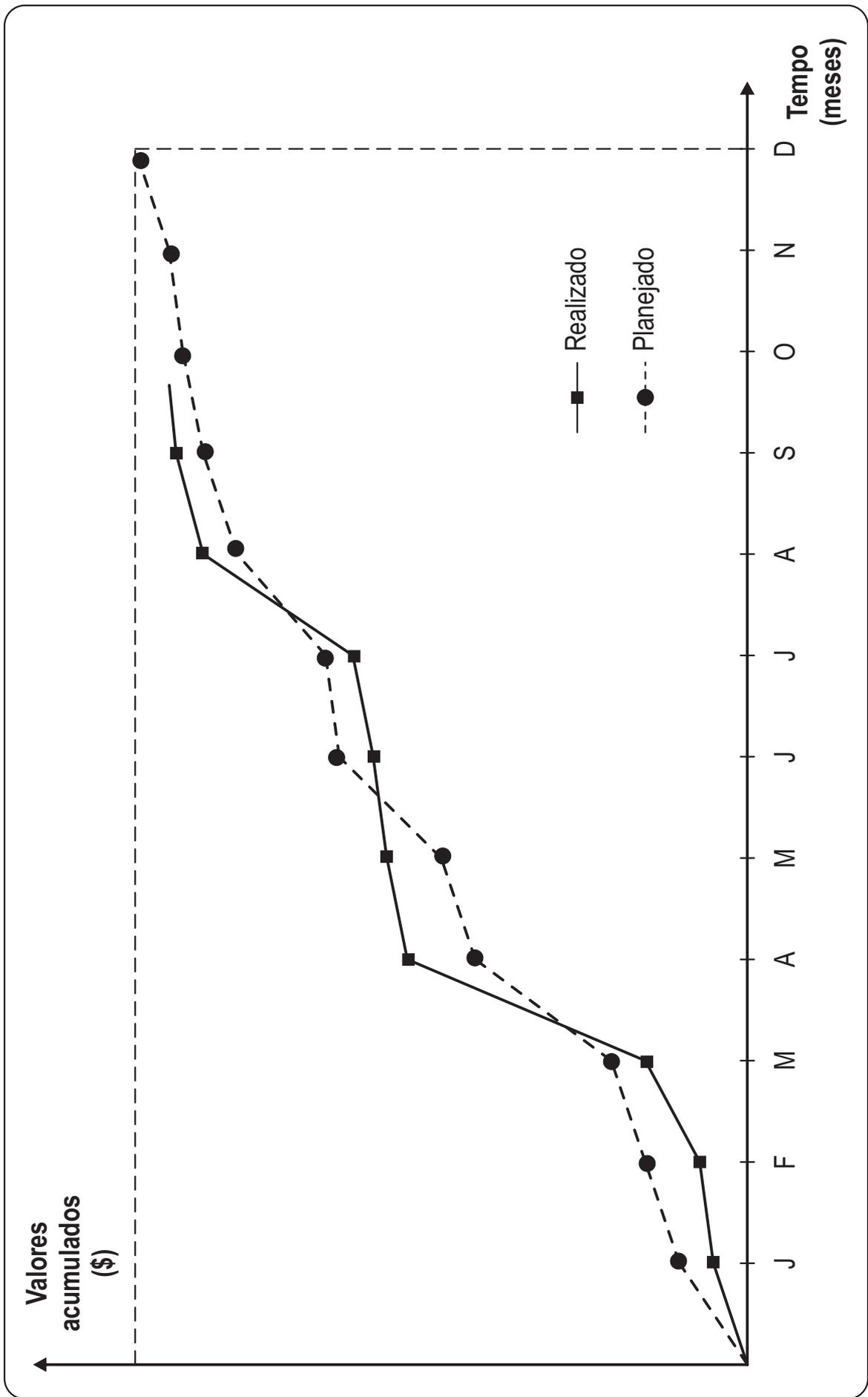


FIGURA 51 – Gráfico de controle do orçamento anual da manutenção

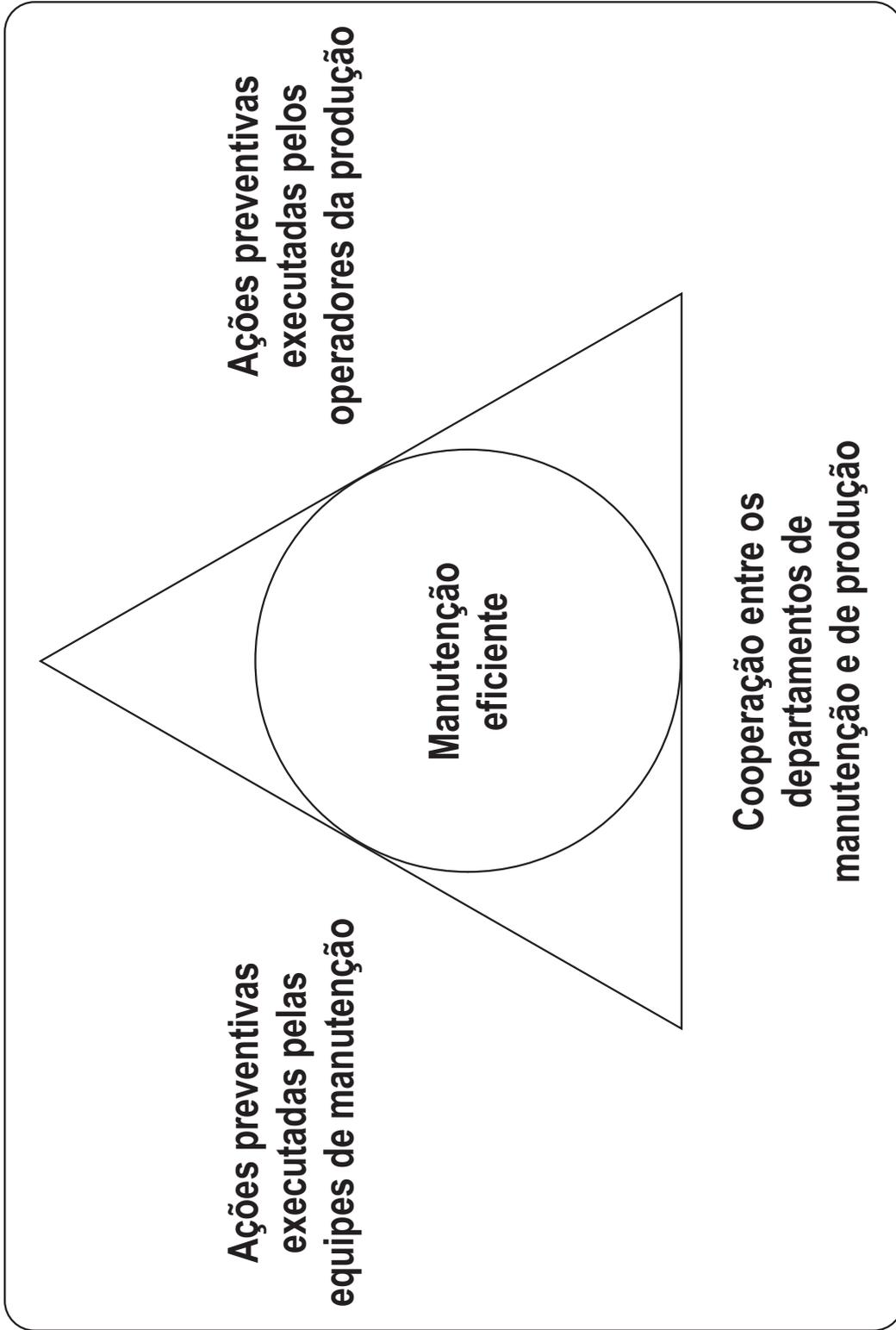


FIGURA 52 – Triângulo da manutenção eficiente

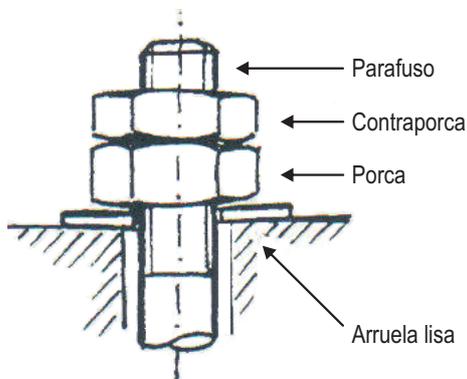
Divisão básica de trabalho entre os departamentos de manutenção e de produção

Item	Departamento de Produção	Departamento de Manutenção
Inspeção	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação externa diária dos equipamentos em funcionamento. • Verificação detalhada das partes que afetam a qualidade, rendimento e poluição ambiental. • Verificação de ferramentas e dispositivos relacionados com a produção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação detalhada dos equipamentos (inclui medições). • Inspeção detalhada das peças de reposição (inclui inspeção de recebimento). • Verificação de itens regulamentados por legislação. • Planejamento e registro das verificações detalhadas.
Reforma (não está relacionado à falha)	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenos reparos e ajustes fáceis. • Ajustes que afetam a qualidade. • Troca de peças que afetam a qualidade. • Controle de troca das peças que afetam a qualidade. • Avaliação de melhorias dos equipamentos (melhorias que afetam somente a produção). 	<ul style="list-style-type: none"> • Serviços de grandes reparos, reparos periódicos ou difíceis de executar. • Manutenção e melhoria da capacidade dos equipamentos. • Controle das peças de reposição dos equipamentos. • Planejamento e registro dos reparos.
Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza geral externa dos equipamentos (limpeza interna quando não exigir desmontagem). • Limpeza de filtros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza de partes internas que exigem desmontagem dos equipamentos. • Limpeza associada aos serviços de manutenção.
Lubrificação	<ul style="list-style-type: none"> • Lubrificação diária e periódica. • Troca de lubrificantes. • Controle de troca de lubrificantes. • Participa da retirada de amostras de lubrificantes para análise. • Elabora e controla a planilha de controle de lubrificação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparo em dispositivos de lubrificação (exclui ferramentas de lubrificação). • Reposição ou troca de lubrificantes utilizados nos reparos. • Verificação do consumo de lubrificantes. • Amostragem de lubrificantes para análise e avaliação de contramedidas.
Ocorrência de falhas	<ul style="list-style-type: none"> • Relato da ocorrência de falhas para a manutenção. • Contramedidas preliminares (início da remoção do sintoma). • Avaliação inicial das causas da falha sob o ponto de vista da operação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação da falha (remoção total do sintoma). • Elaboração do relatório de falha. • Projeto de contramedidas para a reincidência da falha. • Implementação e avaliação das contramedidas.
Peças, instrumentos e materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Registros dos estoques e controle de reposição de peças, materiais e instrumentos relativos à produção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registros dos estoques e controle de reposição de peças, materiais e instrumentos relativos à manutenção.

QUADRO 13

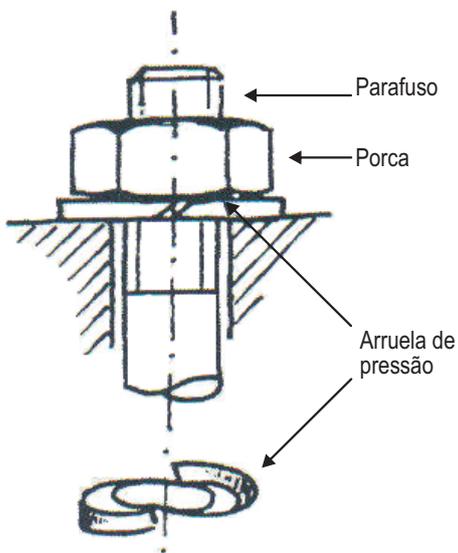
Divisão básica de trabalho entre os Departamentos de Manutenção e de Produção

Bloqueio de porcas



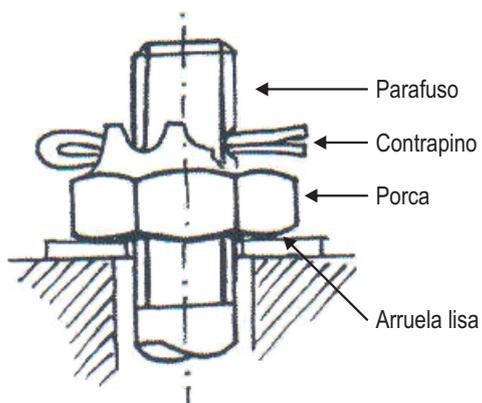
1) Porca e contraporca

- 1a) Colocar o parafuso
- 1b) Colocar a arruela
- 1c) Colocar a porca
- 1d) Apertar a porca no torque especificado
- 1e) Segurar a porca com a chave de boca e apertar a contraporca



2) Porca e arruela de pressão

- 2a) Colocar o parafuso
- 2b) Colocar a arruela
- 2c) Colocar a porca
- 2d) Apertar a porca no torque especificado



3) Porca e contrapino

- 3a) Colocar o parafuso
- 3b) Colocar a arruela
- 3c) Colocar a porca
- 3d) Apertar a porca no torque especificado e alinhar uma das ranhuras da porca com o furo no parafuso
- 3e) Passar o pino no furo
- 3f) Travar o pino

FIGURA 53 – Exemplo de lição de um ponto

Lubrificação com bomba manual

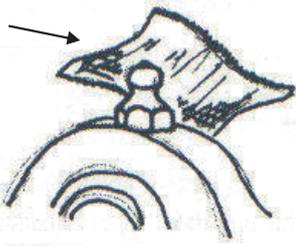
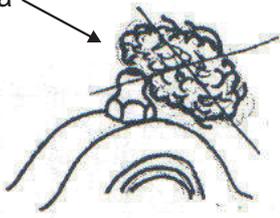
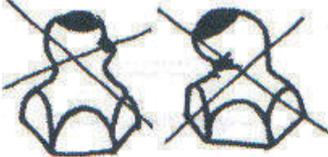
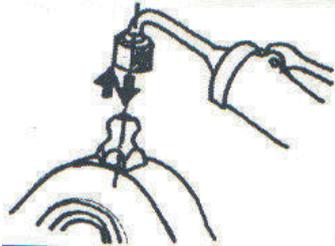
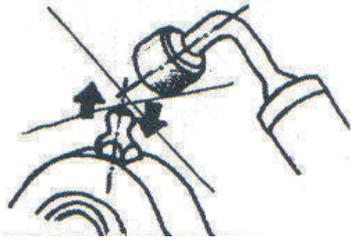
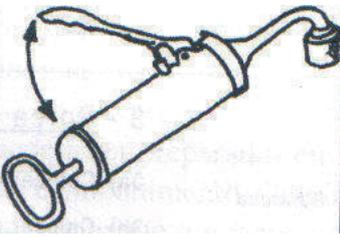
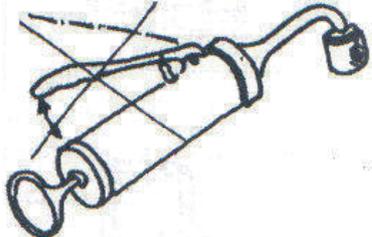
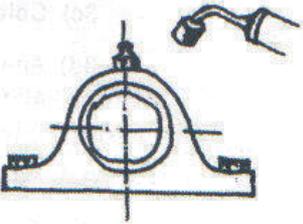
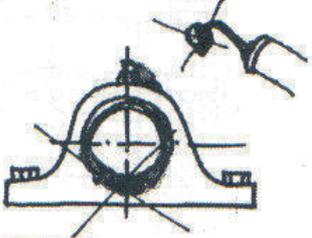
O que fazer	Certo	Errado
<p>1) Antes de fazer a lubrificação, limpe o pino graxeiro e áreas adjacentes com um pano. Não use estopa.</p>	<p>Pano → </p>	<p>Estopa → </p>
<p>2) Verifique visualmente o estado de conservação do pino graxeiro quanto à ausência de danos.</p>		
<p>3) Conecte a bomba manual ao pino graxeiro aplicando certa força. Não deixe a conexão frouxa.</p>		
<p>4) Aplicar a quantidade de graxa de acordo com as instruções do plano de lubrificação do equipamento.</p>		
<p>5) Remova o excesso de graxa do eixo do equipamento, do pino graxeiro e da bomba manual.</p>		

FIGURA 54 – Exemplo de lição de um ponto

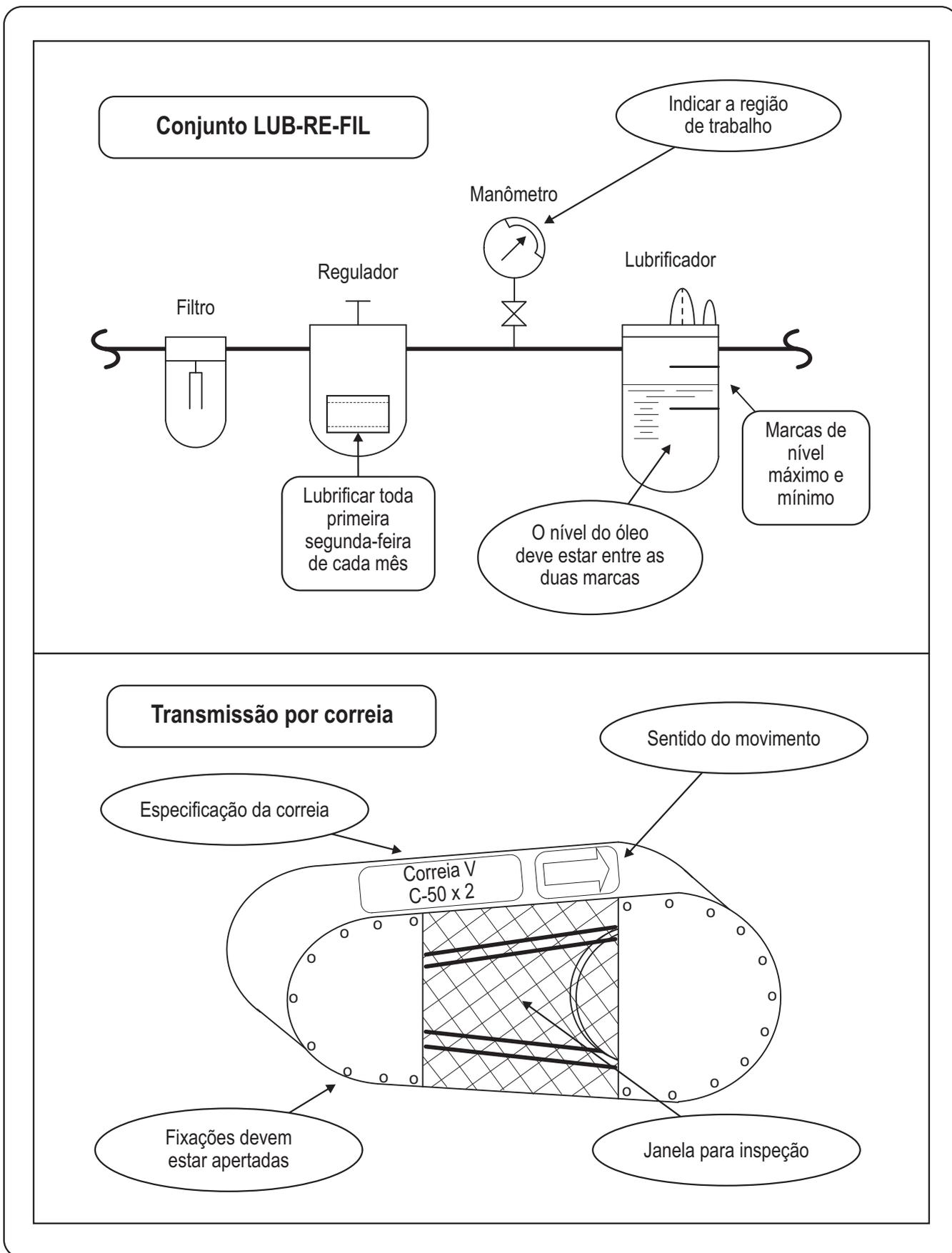


FIGURA 56 – Exemplos de gestão à vista

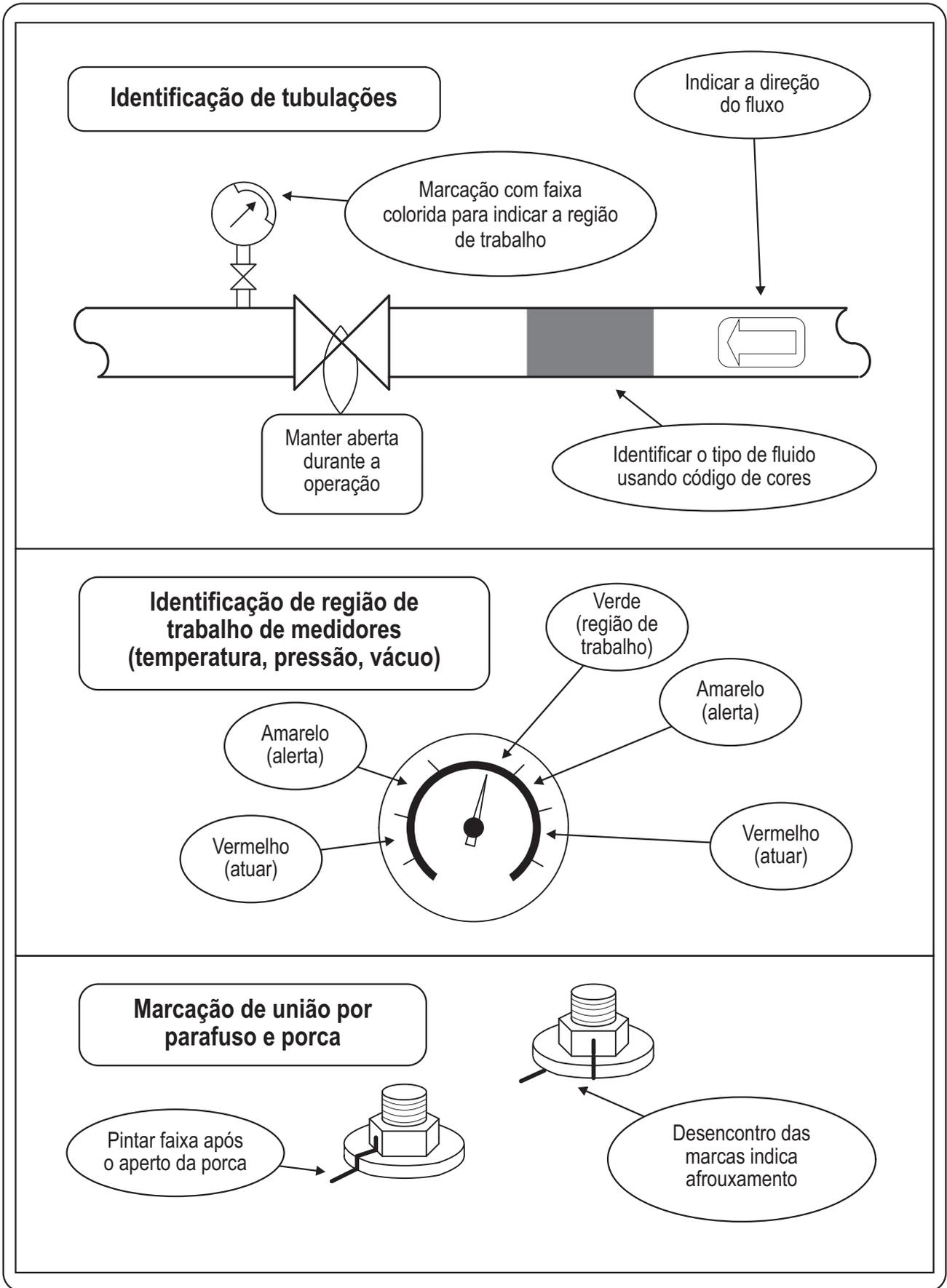


FIGURA 57 – Exemplos de gestão à vista

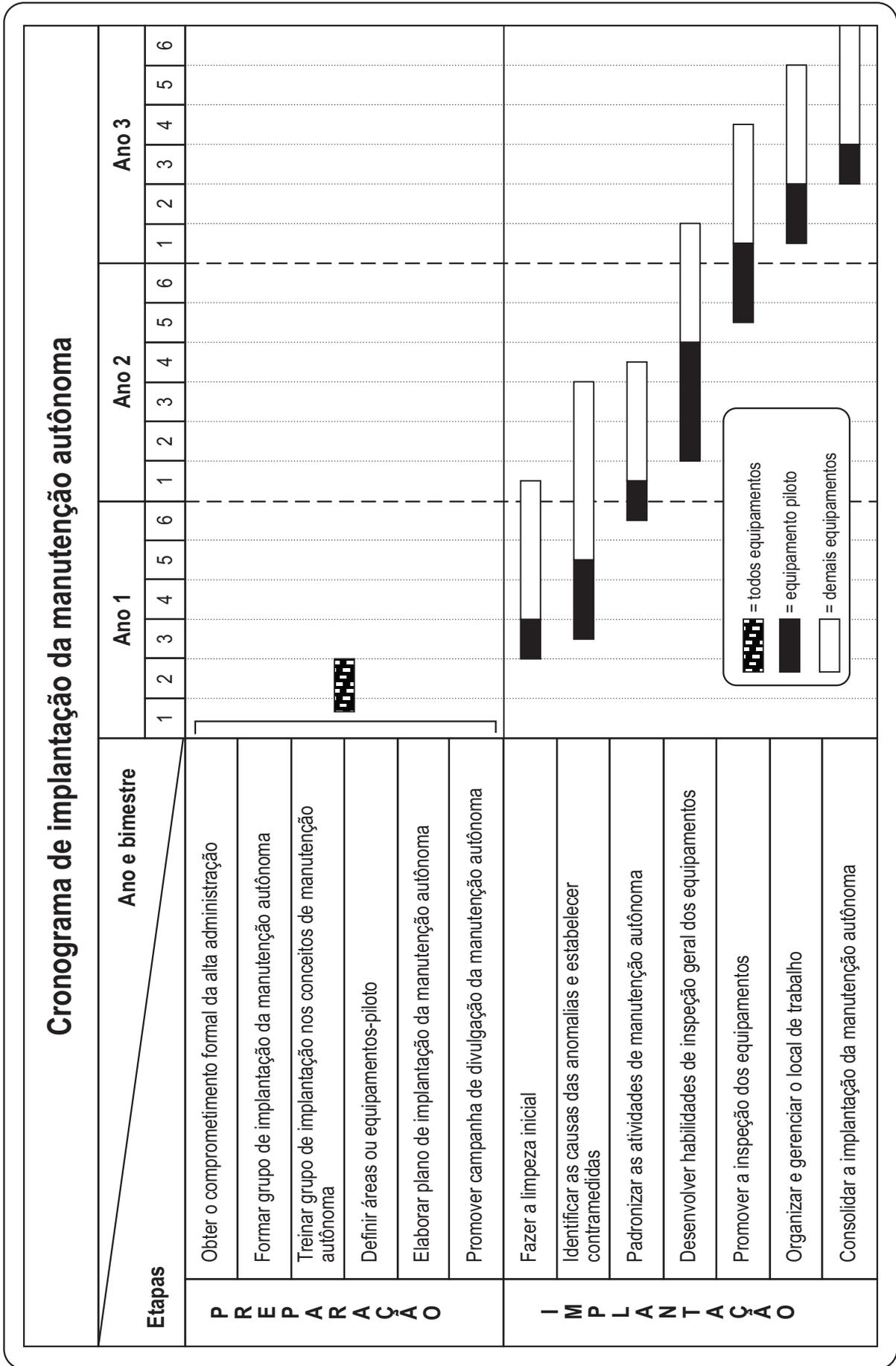


FIGURA 58 – Exemplo de conograma de implantação da manutenção autônoma

Taxa de utilização, taxa de falhas e disponibilidade dos equipamentos

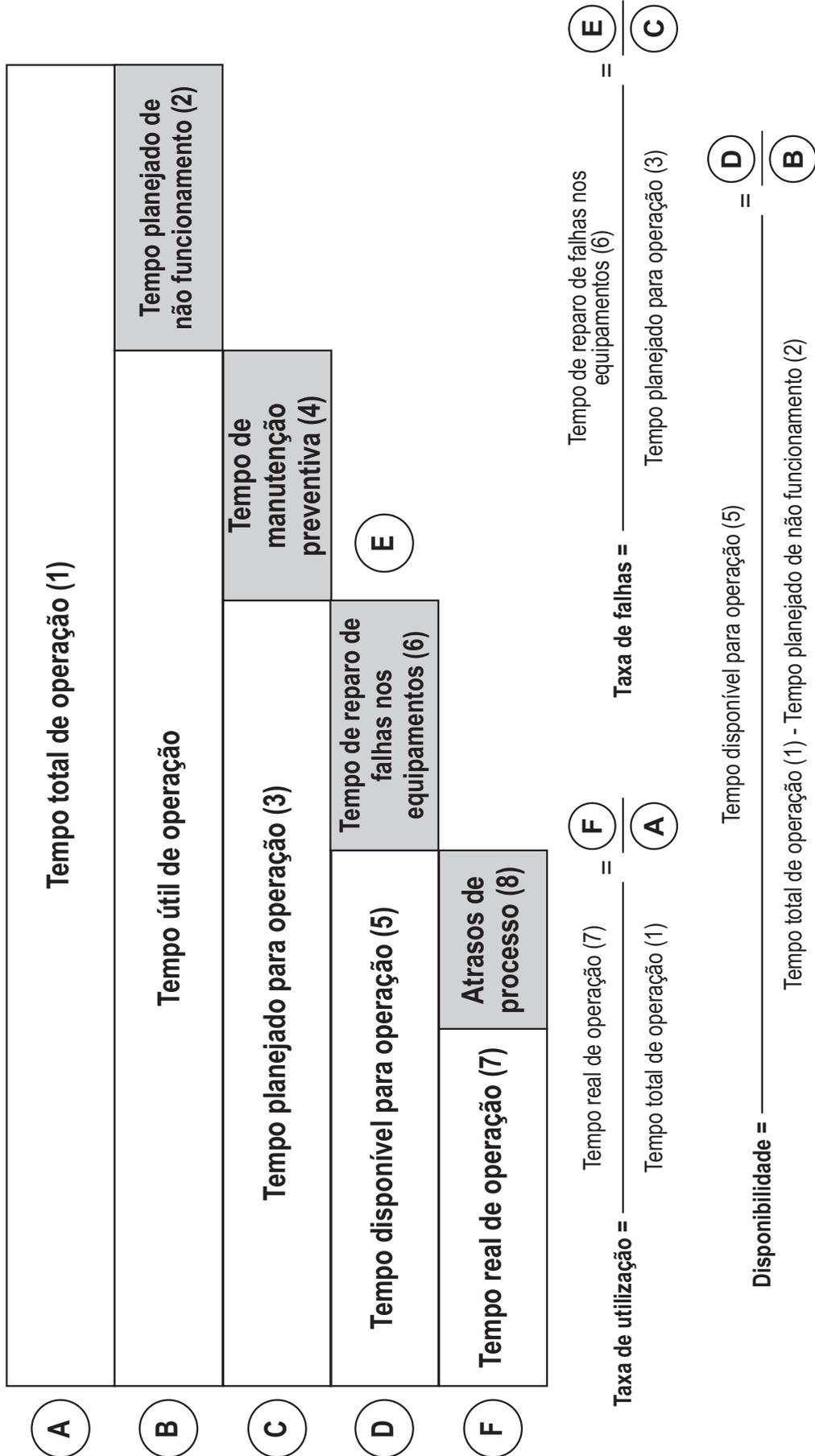


FIGURA 59 – Como calcular a taxa de utilização, a taxa de falhas e a disponibilidade dos equipamentos (continua)

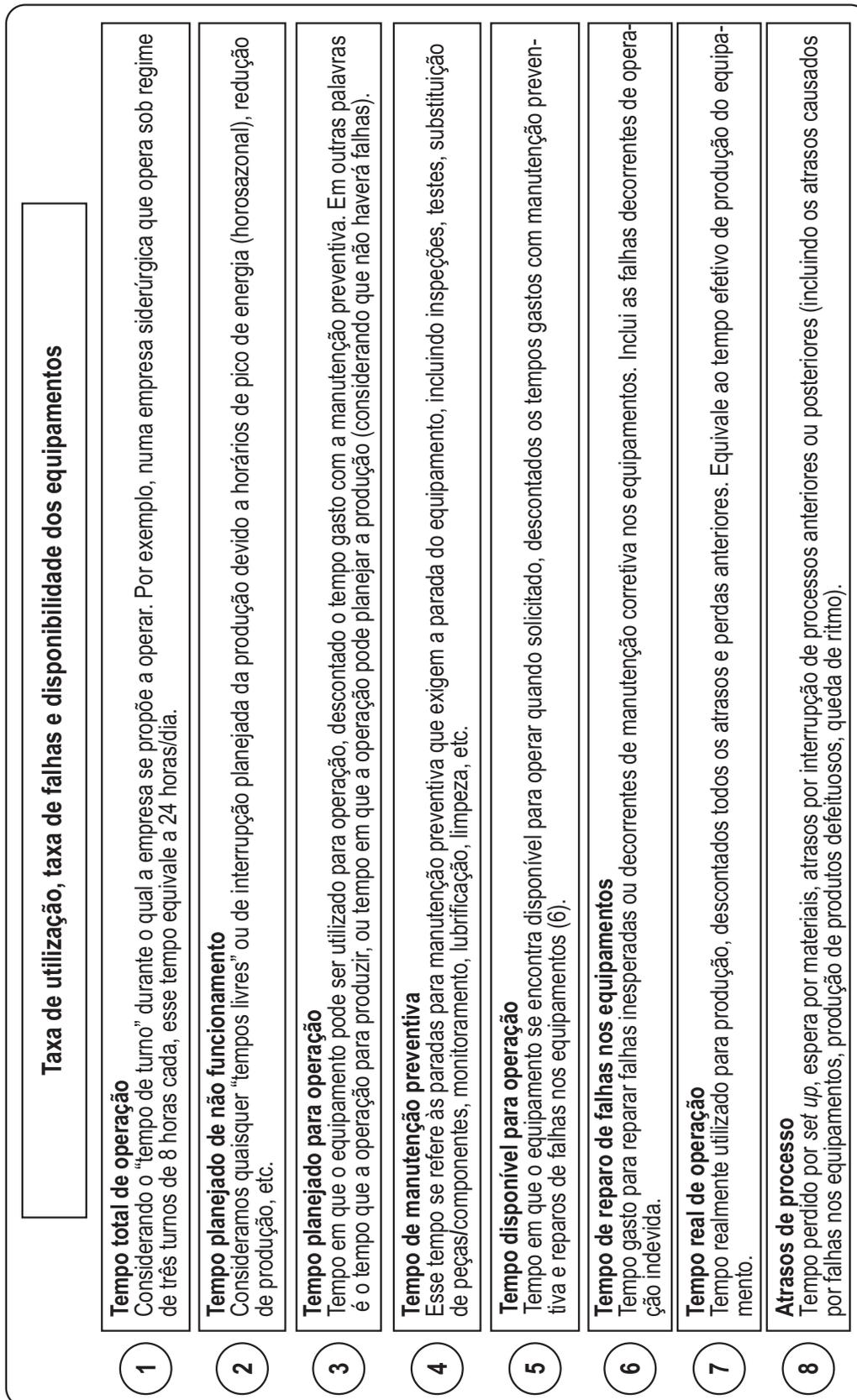


FIGURA 59 – Como calcular a taxa de utilização, a taxa de falhas e a disponibilidade dos equipamentos (termina)

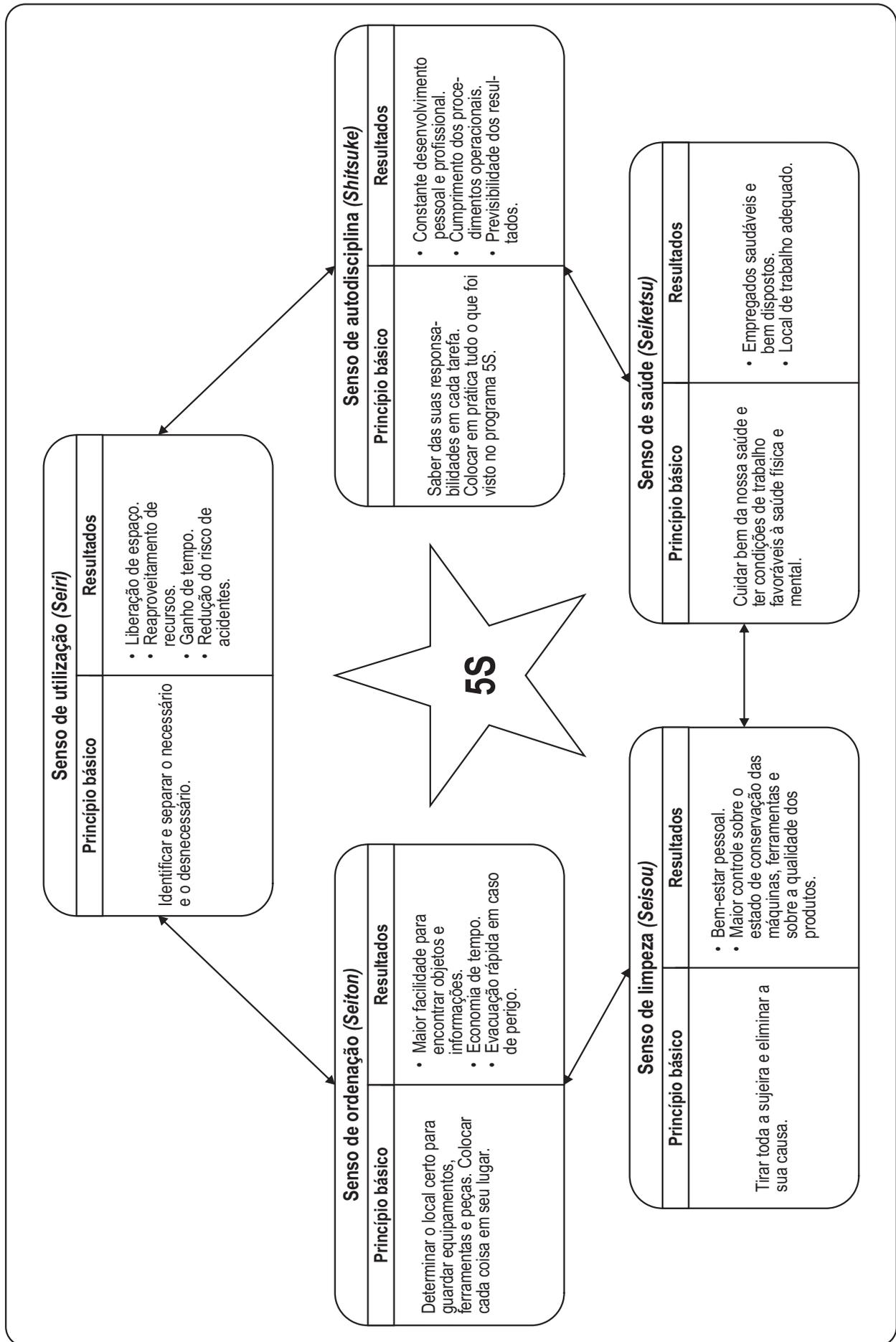


FIGURA 60 – Princípios básicos do 5S e seus resultados

Tópicos	Itens de verificação
Equipamentos em geral	Todos numerados, com indicação clara de sua função e capacidade; todos estão limpos; não há rabiscos; indicação clara do responsável por cada equipamento; condições normais de trabalho claramente indicadas; não há nada no equipamento em local impróprio; existência de dispositivos de segurança para o funcionamento dos equipamentos; há apenas etiquetas e adesivos essenciais; há avisos de perigo afixados em todas as áreas perigosas; todas as válvulas têm indicações das posições aberto/fechado; há sinais de OK nos parafusos; há indicações de tamanho e número em todas as correias; há indicadores de temperatura e pressão em todos os locais necessários; as peças rotacionais têm indicações de direção; as lâminas têm indicações da data de inspeção e substituição; as porcas têm indicações com o nome e código; as lâminas e ferramentas são guardadas em locais definidos; todas as chaves estão limpas e lubrificadas.
Equipamentos para movimentação de materiais	Indicação clara do responsável por cada unidade; todos em excelentes condições de funcionamento; não há lixo ou fuligem nas rodas; todos estão limpos; indicação clara da localização de cada unidade.
Equipamentos para lubrificação	Os lubrificadores contêm a quantidade de óleo requisitada; o número de orifícios de drenagem dos filtros é adequado; as válvulas de pressão têm indicações dos níveis de pressão padrão; todos estão limpos (filtros, válvulas, etc.); todos os pontos de lubrificação estão corretamente indicados; há cronogramas de limpeza e reabastecimento legíveis e visíveis; não há vazamentos nas tubulações ou caixas de engrenagem.
Equipamentos para medição	Todas as fontes de sujeira estão sob controle; todos são regularmente aferidos; as peças de metal não encostam umas nas outras; tudo tem o seu lugar e está no lugar certo; todos os medidores contêm indicações das faixas de trabalho.
Painéis de controle	Não há sujeira, poeira ou outros materiais estranhos nos painéis; todos os painéis têm diagramas de circuitos; todos estão hermeticamente fechados; todos estão em perfeito estado de funcionamento (operação automática ou manual); não há aberturas desnecessárias nos painéis; não há rabiscos ou etiquetas desnecessários; todas as lâmpadas indicadoras estão em perfeito estado de funcionamento.
Caixas para transporte	Tudo no lugar certo, obedecendo a ângulos e linhas retas; não há caixas inclinadas ou com altura maior que a especificada; todas em perfeito estado de conservação (não há caixas quebradas); não há sujeira ou fuligem nas caixas.
Tubulações e fios	Não há vazamentos nas tubulações e unidades hidráulicas; todas as tubulações são codificadas por cor e têm indicações de direção; existência de feixes de fios; os fios estão encapados e não estão em contato com outros equipamentos; não há interrupções nas tubulações com feixes ou fios; não há conectores perdidos ou quebrados.
Pisos	Não há óleo ou fuligem no chão; não há lixo ou peças no chão; não há peças defeituosas espalhadas; os pisos estão limpos; os pisos são revestidos com material antiderrapante; não há restos ou pingos de tinta pelo chão.
Bancadas	Não há materiais desnecessários nas bancadas; todas estão limpas e não apresentam rachaduras.
Avisos	Todos estão limpos e não há avisos rasgados; há somente avisos essenciais e atuais; a disposição dos avisos no quadro é clara e organizada.

QUADRO 14
Exemplo de itens de uma lista de verificação 5S na manutenção