

Indicadores para gestão na manutenção corretiva

Management indicators for corrective maintenance

José Carlos Alves Cordeiro

Doutorando em Engenharia de Produção com linha de pesquisa em estratégias de produção pela Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep. Santa Bárbara do Oeste, SP [Brasil]
Piracicaba, SP [Brasil]
jccordeiro@unimep.br

Maria Rita Pontes Assumpção

Doutora em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep. Santa Bárbara do Oeste, SP [Brasil]
mrpontes@unimep.br

Resumo

Este trabalho apresenta um procedimento baseado em análise estatística para categorização de equipamentos aguardando manutenção corretiva. Esta análise estabelece prioridade para apoio à decisão na gestão de manutenção de uma empresa de manufatura. Os procedimentos estatísticos levam a um agrupamento dos equipamentos, considerando sua característica de usabilidade e, conseqüente, níveis de serviços às áreas de produção e de *marketing* (internas à empresa). Os resultados, baseados no histórico de manutenção dos equipamentos, servem como indicadores para priorização de equipamento a ser submetido à manutenção, considerando seu estado atual em relação ao tempo e quantidade de paradas (variabilidade). Estes achados podem ser utilizados para estimativas de previsão de paradas e para atendimento às ordens de produção e de pedidos, com melhoria nos padrões de serviços internos e aos clientes. Os indicadores de priorização de equipamentos para manutenção corretiva servirão para maior assertividade no planejamento da produção, dado o impacto no processo de fabricação pela não disponibilidade do equipamento.

Palavras-chave: Coeficiente de variação. Manutenção corretiva. Indicadores de desempenho.

Abstract

This paper presents a procedure, based on statistical analysis, for categorizing equipment awaiting corrective maintenance. This analysis establishes priorities for decision support in maintenance management of a manufacturing company. The statistical procedures lead to a grouping of equipment, taking into account its usability features and, consequently, service levels for the areas of production and marketing (internal to the company). The results, based on equipment maintenance history, serve as an indicator for prioritization of equipment needing maintenance, considering its current state in relation to the time and quantity of halts (variability). These results can be used to predict halts and compliance with production orders with improvement in the standards of internal services and customers. Prioritization indicators of equipment for corrective maintenance will enable greater assertiveness in production planning, given the impact of non-availability of equipment on the manufacturing process.

Key words: Corrective maintenance. Coefficient of variation. Performance indicators.

1 Introdução

As empresas de manufatura enfrentam um ambiente de alta concorrência, mais intensiva em época de retração de demanda. A melhoria de desempenho em suas operações, uma das iniciativas para redução de custos, pode alavancar sua capacidade competitiva. Uma maneira para conseguir este objetivo é a integração dos processos de decisão nas diferentes áreas organizacionais. Neste contexto, a gestão da manutenção deve alinhar-se com as necessidades da área de fabricação – para manter sua capacidade produtiva – e com as da área de *marketing* – para atendimento aos pedidos –, a fim de que as empresas garantam sua rentabilidade.

Isto porque a competitividade e o desempenho das empresas de manufatura dependem da disponibilidade, confiabilidade e produtividade do seu equipamento de produção. Este reconhecimento levou a considerar a manutenção como recurso estratégico, evoluindo do conceito de “mal necessário” para uma atividade que acrescenta valor. Sob este aspecto, os gerentes de manutenção, para garantir bom desempenho da produção, precisam de visibilidade nos processos de manutenção (VAN HORENBEEK; PINTELON, 2013). Essa visibilidade é facilitada com uso de indicadores de desempenho.

Van Horenbeek e Pintelon (2013) destacam a importância de indicadores de desempenho de manutenção para apoio às decisões de sua área, e, desse modo, garantindo o desempenho das operações da empresa. Uday et al. (2013) apresentam maneiras de avaliar diferentes estratégias de manutenção, conforme o valor retornado à organização. Os indicadores de desempenho norteiam as operações de manutenção. Este artigo vai nessa direção, considerando a estratégia de manutenção (no nível operacional) alinhada às estratégias da empresa.

Neste trabalho, propõem-se indicadores com o intuito de priorizar as ações de manutenção corretiva. Estes indicadores são resultados de análise estatística sobre dados, não apenas do estado de cada equipamento, mas também do seu histórico de manutenção. Para tanto, faz-se uma breve introdução teórica na seção 2. Na seção 3, descreve-se a empresa do estudo de caso e o problema. Na 4, apresentam-se os métodos e o desenvolvimento desta pesquisa. Na 5, discutem-se os resultados e as implicações gerenciais pela disponibilidade dos indicadores, e na 6, são tecidas as considerações finais.

2 Revisão da literatura

A manutenção é a atividade responsável por manter máquinas, instalações, equipamentos ou outros bens em condições adequadas de funcionamento para apoio às metas organizacionais. Esta atividade, tradicionalmente, era orientada pelo objetivo de minimizar custos de manutenção. Porém, considerações sobre segurança no ambiente de trabalho, qualidade dos produtos, níveis de serviços internos e competitividade da empresa aumentaram a abrangência desta atividade.

A visão tradicional de manutenção de “combate a incêndios” – ou seja, de corrigir, quando quebra –, a manutenção reativa, está adequando-se às necessidades do cenário competitivo mais dinâmico que as empresas atuam. A manutenção, nesse contexto, é vista como recurso estratégico, cujo foco é maximizar a disponibilidade e prevenir avarias imprevistas dos equipamentos. Com isso, há aumento no tempo produtivo, com conseqüente maior usabilidade da capacidade dos equipamentos (SHARMA; KUMAR; KUMAR, 2006).

O principal objetivo das decisões para escolha de estratégia mais eficiente e eficaz referente à

manutenção é a melhoria continuada das capacidades operacionais, além de reduzir os custos de manutenção. Assim, a formulação de políticas e estratégias de manutenção para usabilidade de ativos deve ser seguida pela avaliação de sua eficiência e eficácia (UDAY et al., 2013).

Salonen e Deleryd (2011) propõem indicadores da manutenção que apontem redução de custo, decorrentes de decisões incorretas. Salonen e Bengtsson (2011) mostraram melhorias em três empresas por meio da adoção de indicadores de desempenho na manutenção. Estes autores reconhecem a área de manutenção como contribuinte da competitividade da empresa. Esta compreensão já havia sido apontada por Reis, Costa e Almeida (2009). Apesar disso, Van Horenbeek e Pintelon (2013) indicam a falta de alinhamento entre os objetivos estratégicos da empresa e os indicadores de desempenho da manutenção. Estes autores destacam a falta de orientação destes indicadores sobre o negócio específico.

Para garantir que a planta atinja o desempenho desejado, os gerentes de manutenção, por meio da visibilidade dos processos, têm controle sobre qual equipamento priorizar, caso haja escassez de recursos para atender às necessidades (MUCHIRI et al., 2010).

Van Horenbeek e Pintelon (2013) observam que as prioridades de manutenção devem ser ajustadas, considerando a criticidade das funções/áreas, diretamente ligadas aos objetivos estratégicos da empresa, considerando o peso relativo de cada uma. Estes autores de-

fendem que a medição de desempenho de manutenção deve ser definida em cada um dos seguintes níveis de gestão: estratégico, tático e operacional.

Neste contexto, o objetivo da medição é assegurar que os processos-chave de manutenção (que conduzem a resultados desejados) possam ser monitorados de maneira integrada para avaliação. Essa integração é resultado de análise cuidadosa da interação da função de manutenção com outras funções organizacionais, especialmente com os objetivos de produção (MUCHIRI et al., 2010). Uday et al. (2013) compartilham a opinião que a manutenção deve garantir confiabilidade, disponibilidade, eficiência e capacidade de todo o sistema de produção. Estes são aspectos que apoiam a competitividade das empresas de manufatura.

Muchiri et al. (2011) apresentam um quadro conceitual (Figura 1), em que demonstram que o alinhamento dos objetivos da função manutenção com a produção e os respectivos objetivos corporativos direcionam os esforços da manutenção para a consecução dos desempenhos e melhoria contínua dos equipamentos de produção e, conseqüentemente, do sistema produtivo.

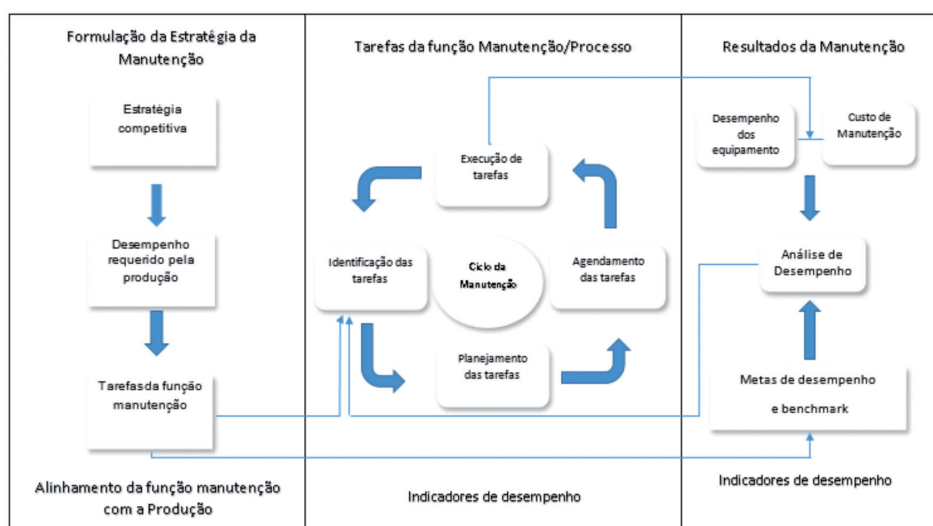


Figura 1: Tarefas da função manutenção/processo

Fonte: Muchiri et al. (2011).

Hopp e Spearman (2013) relacionam as dimensões de desempenho das operações com as estratégias de negócios (Figura 2). A busca da competitividade da empresa por custo ou por diferenciação deve alinhar-se ao desempenho das operações. O aumento da rentabilidade se dá por meio de maior retorno sobre investimentos em ativos ou pelo volume de vendas.

2.1 Coeficiente de variação (C.V.) ou coeficiente de variação de Pearson

O coeficiente de variação (C.V.) indica o grau de dispersão do conjunto de dados em relação a sua média. Esta medida é resultado da divisão do desvio-padrão (S) da distribuição dos dados por sua média (x) (MARTINS, 2001).

$$C.V. = \frac{S}{x} 100$$

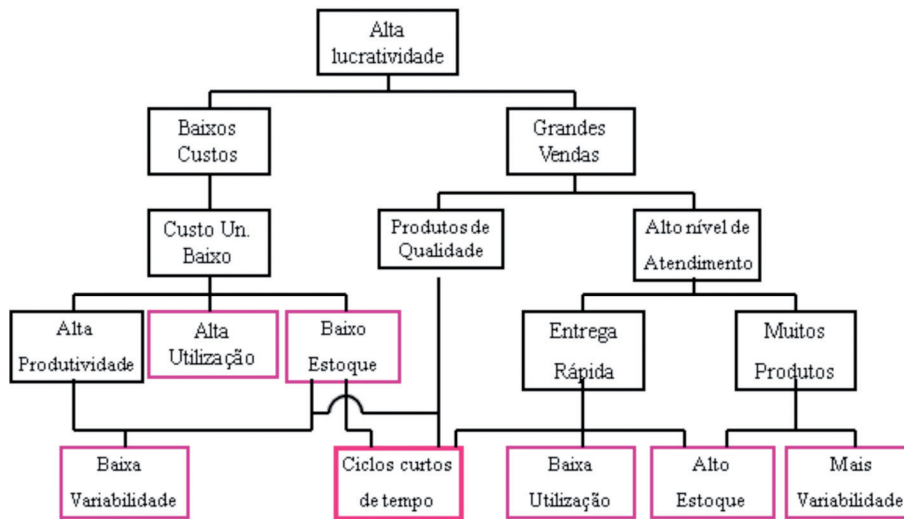


Figura 2: Hierarquia dos objetivos da manufatura

Fonte: Hopp e Spearman (2013).

Hopp e Spearman (2013) defendem a importância de indicadores para que a gestão de operações monitore sua contribuição à estratégia da empresa. Os referentes à manutenção dizem respeito à alta utilização dos equipamentos com baixa variabilidade nas interrupções dos processos de fabricação, sofridas de modo imprevisto. Eles destacam a análise da variabilidade dos processos na construção destes indicadores usados para suporte à tomada de decisão. Uday et al. (2013) apontam o uso de heurísticas (regras baseadas no acúmulo de conhecimento pela experiência) considerando aspectos qualitativos relacionados à manutenção, representadas por medidas quantitativas. Assim faz igualmente Hopp e Spearman (2013), sendo esta também a proposta no atual trabalho.

Martins (2001) indica regras empíricas para interpretação do coeficiente de variação. A Tabela 1 apresenta sua proposta.

Hopp e Spearman (2013) propõem heurísticas para tomada de decisão, associando a variabilidade do comportamento das interrupções dos sistemas produtivos (valores do coeficiente de variação) e a usabilidade destes, considerando a dispersão das ocorrências que provocam paradas (Tabela 2).

Tabela 1: Indicador de dispersão e coeficiente de variação

Coeficiente de variação	Indicador
C.V. < 15%	Baixa dispersão
15% < C.V. < 30%	Média dispersão
C.V. >= 30%	Elevada dispersão

Fonte: Martins (2001).

Segundo Levine et al. (2000), o coeficiente de variação é útil quando compara a variabilidade de dois ou mais conjuntos de dados que são expressos em mesmas ou diferentes unidades de medida. Esta medida é especialmente utilizada quando há

Tabela 2: Classificação da dispersão em função do coeficiente de variação

Classe de dispersão	Coeficiente de variação	Situação
Baixa	$C < 0,75$	Tempos de processos sem interrupções
Média	$0,75 \leq C < 1,33$	Tempos de processo com ajustes de curta duração (por exemplo, <i>set-ups</i>)
Alta	$C \geq 1,33$	Tempos de processo com interrupções longas (por exemplo, falhas)

Fonte: Hopp e Spearman (2013).

dificuldade em comparar os desvios-padrão das distribuições dos conjuntos de dados.

Quanto menor for o coeficiente de variação, mais homogêneo será o conjunto de dados, qual seja, menor a dispersão dos dados em torno da média.

3 O problema

O caso em estudo é de uma empresa de corte e distribuição de bobinas de aço, cujos equipamentos executam cortes transversais e longitudinais. O produto final destes processos (chapas, rolos e tiras de aço) é comercializado pela empresa para clientes industriais, que utilizam internamente em seus processos fabris ou revendem para outros mercados.

A empresa atua em um segmento muito competitivo e seus produtos, *commodities*, possuem baixa margem de lucro, precisando ter economias de escala para melhoria de rendimento (retorno sobre as vendas). Os critérios qualificadores de pedido são preço e confiabilidade. Os critérios ganhadores de pedido são: disponibilidade (para produtos padronizados, produzidos para estoque) e prazo (produtos sob especificação definida pelo cliente, produzidos sob pedidos). A estratégia da função produção dá suporte às vantagens compe-

titivas da empresa pela disponibilidade de estoques de produtos com maior procura e rapidez e confiabilidade no atendimento a pedidos sob encomenda.

Um dos aspectos que garante a disponibilidade de produtos e rapidez e confiabilidade dos prazos de entrega é a manutenção dos equipamentos produtivos. A usabilidade destes equipamentos coloca em destaque a manutenção com recurso competitivo.

3.1 Manutenção na empresa

Os trabalhos de manutenção na empresa são realizados por três grupos de serviços centralizados e coordenados diretamente pelo gerente de produção (Figura 3). O quadro do pessoal da área de manutenção mecânica é composto por um supervisor, nove mecânicos, dois técnicos ferramenteiros e um lubrificador. O grupo de manutenção elétrica é formado por um supervisor, dois técnicos eletricitas e dois eletricitas. A manutenção predial não foi objeto de estudo neste trabalho.

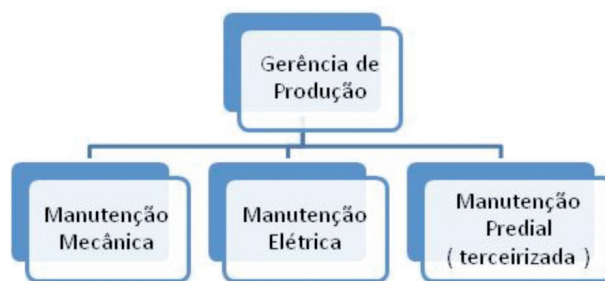


Figura 3: Estrutura e subdivisão da área de manutenção

Fonte: Os autores.

Os serviços de manutenção, além da estrutura mostrada na Figura 3, dividem-se em manutenção corretiva e manutenção preventiva. Entretanto, a gestão da manutenção da empresa não é efetiva. É prevalente a manutenção corretiva, pois o atendimento responde, predominantemente, à demanda, isto é, à manutenção reativa (“apagar incêndio”).

A manutenção autônoma, em que o operador do equipamento atua para manter o equipamento em funcionamento, é restringida porque o sindicato intervém reivindicando aumento salarial para o funcionário ou medidas preventivas pela possibilidade de insegurança no trabalho.

A empresa tem equipamentos novos e antigos. São nove equipamentos de corte transversal (LCT); seis longitudinais (LCL) e um híbrido (LPT). A organização tem 47 pontes rolantes para atendimentos às operações dos equipamentos citados, para carga e descarga da matéria-prima e do produto resultante da ordem de fabricação. A complexidade tecnológica e a dimensão dos equipamentos, que são de grande porte e necessitam de mão de obra especializada, constituem outro aspecto para gestão da manutenção.

A programação de parada dos processos de fabricação para manutenção é estabelecida em consenso com o planejamento da produção e com a concordância do gerente de produção. Quando o equipamento apresenta problemas frequentes é necessário planejar uma parada maior para reparos imediatos (manutenção preventiva).

3.2 Gestão da manutenção

A empresa possui, como principais indicadores de manutenção, a relação entre o valor do custo de manutenção e o valor da quantidade produzida pelo equipamento quando em uso, o tempo médio entre falhas (MTTR) e o tempo médio entre reparos (MTBR). Estes indicadores servem apenas para acompanhamento gerencial. A inte-

ração da área de manutenção com a área de planejamento da produção limita-se a informes sobre as datas para o início e as previstas para o fim das operações de manutenção e, na direção contrária, a produção avisa sobre quebras dos equipamentos.

Cada operador do processo produtivo é responsável por preencher uma planilha (lista de verificação), na qual são apontados os tempos de paradas dos equipamentos e os motivos destas interrupções. A coleta desses dados alimenta os gráficos de controle do sistema de qualidade da empresa (Figura 4).

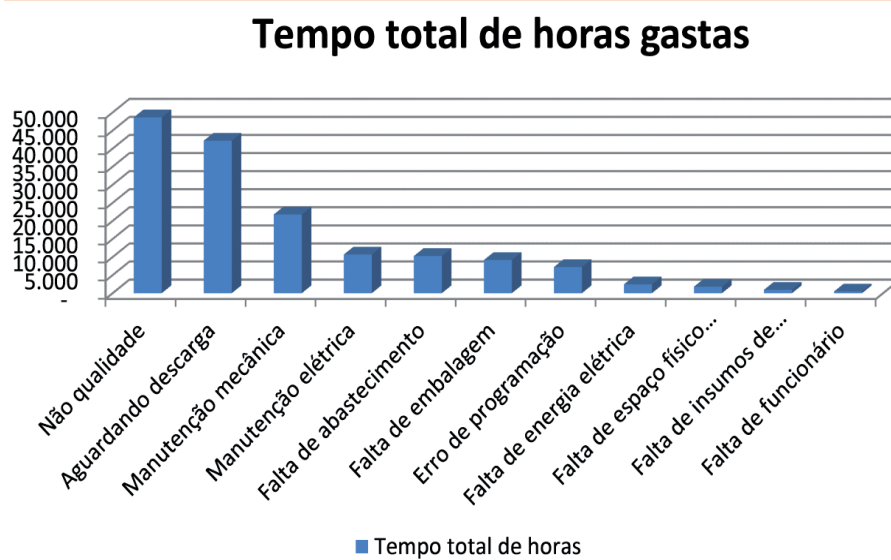


Figura 4: Tempo total de horas gastas por tipo de parada

Fonte: Os autores.

Esses gráficos, porém, deixam de ter função, pois nem o gerente de produção e nem os supervisores buscam analisar as causas específicas das paradas.

Diante dessa situação, foi proposto o desenvolvimento de indicadores alinhados com a estratégia da empresa. Desse modo, objetivou-se integrar as ações da área de manutenção para melhoria de desempenho da área produtiva, aumentando sua eficiência pela disponibilidade dos equipamentos.

4 Métodos e desenvolvimento da pesquisa

Miguel (2011) defende que estudos na área gestão de operações devem-se basear em dados empíricos. Neste artigo, utilizaram-se técnicas estatísticas para descrever e analisar o comportamento de um sistema produtivo, considerando suas necessidades de manutenção.

Busca-se, assim, alguma forma de regularidade ou padrão das observações, conforme defendido por Bussad e Morettin (2010). Além da análise descritiva de dados, como as de medidas de posição (média, moda, mediana) e variabilidade (desvio-padrão e variância), são também utilizados a lei de Pareto e o coeficiente de variação.

O objetivo da utilização destas técnicas estatísticas é a categorização dos equipamentos para priorização de ações da área da manutenção da empresa estudada.

Com essa análise, tem-se maior visibilidade para gestão da área de manutenção pelo conhecimento do comportamento de cada equipamento, baseado em dados históricos. Assim, foi possível estabelecer métricas e objetivos mensuráveis, quais sejam: indicadores de desempenho integrando interesses das áreas de manutenção e de produção.

Os dados para análise foram coletados nos relatórios de controle da produção, durante 38 semanas (Tabela 3). Foram consideradas somente as paradas relacionadas com manutenção corretiva, definida como objeto de estudo deste trabalho. Observou-se que, pelo tempo de parada para manutenção preventiva (21%), a manutenção corretiva é prevalente, correspondendo a cerca de 80% do total de horas gastas com manutenção.

Tipo de Manutenção	Tempo em horas	%
Manutenção corretiva	32.426	79%
Manutenção preventiva	8.608	21%
Total geral	41.034	

Tabela 3: Classificação do total de horas paradas por tipo de manutenção

Fonte: Os autores.

4.1 Procedimentos para categorização dos equipamentos

Para o estudo dos equipamentos, foi preparado um procedimento (Quadro 1), a fim de que possa ser repetido conforme as ações de melhorias tenham a possibilidade de manter o mesmo processo e ser observada e avaliada a evolução dos seus respectivos indicadores.

	Passos utilizados para categorização dos equipamentos
1	Selecionar dados de paradas por equipamento.
2	Criar matriz que relaciona equipamento (linha) versus período analisado (coluna).
3	Calcular valores da média, desvio-padrão, frequência por equipamento.
4	Calcular o coeficiente de variação para cada equipamento.
5	Classificar em categorias (grupos) conforme Quadro 3.
6	Aplicar o resultado da classificação por grupo nos equipamentos.

Quadro 1: Procedimento para análise e classificação dos equipamentos

Fonte: Os autores.

Para preparação da base, passo 1, é necessário que a empresa possua em seus bancos de dados informações confiáveis, em que devam constar: equipamento, data, duração do tempo da parada por equipamento, descrição do tipo de parada, data da parada, horários e outras informações que possam auxiliar na análise.

Neste estudo, foi utilizada uma planilha eletrônica, em que as informações foram tabuladas constando os dados do passo 1, criando-se matrizes (passo 2) de análise por equipamento em relação ao tempo estudado.

Na sequência (passo 3 e 4), foram calculados a média, o desvio-padrão, o coeficiente de variação e a frequência de cada ocorrência para manutenção corretiva dos equipamentos, sobre os dados observados.

No passo 5, os equipamentos foram segregados por parada com frequência média inferior e superior a 12 meses. Em seguida, foram identificados os equipamentos com coeficiente de variação de tempo de parada maior e menor que 1, para cada um dos grupos. Deste passo, resultou o primeiro agrupamento de equipamentos.

Os grupos, assim classificados, foram submetidos a uma nova divisão, considerando a média mensal de paradas. Foi estabelecido que os equipamentos com média mensal de paradas maior e menor do que três horas, deveriam ser agrupados separadamente. Disso resultou o que é apresentado no Quadro 2.

Esses grupos foram então indicados pela situação atual, conforme a categorização resultante da análise, como péssimo, ruim, médio e bom (Quadro 3).

5 Resultados

Aplicando o critério de categorização, estabelecido no Quadro 2, para cada equipamento, foi possível classificá-los de acordo com sua variabilidade, tempo de parada e período de parada, qualificando seu estado entre bom, médio, ruim e péssimo.

Avaliando o resultado geral dos equipamentos, pode-se observar que, do total de 16 equipamentos avaliados, cinco estão com critério “bom” (31%); seis com ruim ou péssimo (37%); e quatro com “médio” (25%). Desta forma, utilizando-se as três variáveis em conjunto, os equipamentos foram classificados conforme indicado no Quadro 4.

Com estes dados, a área de manutenção pode estabelecer critérios de prioridades de ação para iniciar seu processo de planejamento de paradas pre-

		Média Mensal de parada < 3 hs	Média Mensal de parada >= 3 hs
Frequência de paradas inferior a 12 meses	Coeficiente de variação <= 1	GMR1	GMR4
	Coeficiente de variação > 1	GMR2	GMR6
Frequência de paradas superior a 12 meses	Coeficiente de variação <= 1	GMR3	GMR7
	Coeficiente de variação > 1	GMR5	GMR8

Quadro 2: Categorização dos equipamentos em grupos

Fonte: Os autores.

✚ Grupos Manutenção de Riscos de Paradas				Meta
	Qtd de paradas	Tempo médio de paradas	Período de paradas	Indicador
GMR1	Baixa variabilidade	Baixo tempo manutenção	Baixa frequência de manutenção	Bom
GMR2	Alta variabilidade	Baixo tempo manutenção	Baixa frequência de manutenção	Médio
GMR3	Baixa variabilidade	Baixo tempo manutenção	Alta frequência de manutenção	Médio
GMR4	Baixa variabilidade	Alto tempo manutenção	Baixa frequência de manutenção	Médio
GMR5	Alta variabilidade	Baixo tempo de manutenção	Alta frequência de manutenção	Ruim
GMR6	Alta variabilidade	Alto tempo de manutenção	Baixa frequência de manutenção	Ruim
GMR7	Baixa variabilidade	Alto tempo manutenção	Alta frequência de manutenção	Ruim
GMR8	Alta variabilidade	Alto tempo de manutenção	Alta frequência de manutenção	Péssimo

Quadro 3: Indicadores de manutenção

Fonte: Os autores.

Equipamento	Frequência	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	Qt paradas	Tempo	Período ocorrência	Indicador
					Coeficiente	Média	Frequência	Classificação
LCL-01M	38	10,79	6,38	59%	baixo	alta	alta	Ruim
LCT-23M	32	8,38	6,33	76%	baixo	alta	alta	Ruim
LCT-22M	35	6,89	7,76	113%	alto	alta	alta	Péssimo
LCT-35M	36	6,36	7,78	122%	alto	alta	alta	Péssimo
LCT-21M	35	6,17	4,45	72%	baixo	alta	alta	Ruim
LCT-25M	34	5,94	4,21	71%	baixo	alta	alta	Ruim
LCT-26M	38	5,03	3,95	79%	baixo	baixa	alta	Médio
LPT-01M	36	4,17	3,70	89%	baixo	baixa	alta	Médio
LCL-05M	31	4,32	2,83	66%	baixo	baixa	alta	Médio
LCT-43M	27	4,19	3,62	86%	baixo	baixa	baixa	Bom
LCL-03M	29	3,55	3,60	101%	alto	baixa	baixa	Médio
LCL-02M	24	2,33	2,12	91%	baixo	baixa	baixa	Bom
LCT-24M	20	1,90	1,25	66%	baixo	baixa	baixa	Bom
LCL-06M	18	1,94	1,66	85%	baixo	baixa	baixa	Bom
LCL-07M	5	1,20	0,45	37%	baixo	baixa	baixa	Bom
LCT-42M	2	2,00	1,41	71%	baixo	baixa	baixa	Bom

Quadro 4: Categorização dos equipamentos

Fonte: Os autores.

ventivas, identificar necessidades de investimentos e até discussões sobre continuidade do equipamento, bem como sugerir novos investimentos.

6 Considerações finais

Este trabalho mostra um procedimento para a construção de indicadores que auxiliem na gestão da manutenção de uma empresa de corte e distribuição de aço, que possui equipamentos com diferenças de tempo de vida útil e complexidade tecnológica. Este procedimento usa a estatística descritiva para agrupamento dos equipamentos, baseada em dados dos históricos de manutenção corretiva. Como resultado, determinou-se a caracterização de cada equipamento quanto ao seu estado atual em relação ao tempo e quantidade de paradas. Esta caracterização possibilita melhor visualização do estado particular de cada um deles.

Os resultados podem ser utilizados tanto para suportar a decisões nas áreas de manutenção como em planejamento da produção. Verificou-se também que a análise estatística permite que as

decisões sejam tomadas em função dos principais itens que tem maior impacto no processo e que apresentam menor grau de variabilidade utilizando o conceito do coeficiente de variação.

Estes achados podem ser utilizados para estimativas de previsão de paradas e para atendimento às ordens de produção e de pedidos, com melhoria nos padrões de serviços internos e aos clientes. Os indicadores de priorização de equipamentos para manutenção corretiva servirão para maior assertividade no planejamento da produção, dado o impacto no processo de fabricação pela não disponibilidade do equipamento.

Com base nos critérios apresentados, sugere-se, para trabalhos futuros, a criação de um modelo para estabelecer um consenso entre as áreas que possuem relação com a área de manutenção, como, por exemplo, as de vendas, planejamento de produção, segurança e operações para que nas decisões sobre as manutenções dos equipamentos sejam avaliados impacto no nível de serviço do cliente; adequação estratégica; facilidade de implementação; exposição ao risco, investimentos e custo benefício.

Referências

- BUSSAD, W. O.; MORETTIN, P. A. *Estatística básica*. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. *A ciência da fábrica*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. Tradução Paulo Roberto Migliavacca.
- LEVINE, D.; BERENSON, M.; DAVID, S. *Estatística teoria e aplicações*. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- MARTINS, G. A. *Estatística geral e aplicada*. São Paulo: Atlas, 2001.
- MIGUEL, P. A. C. Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção. São Paulo: Campus, 2011.
- MUCHIRI, P. et al. Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal Production Economics*, v. 131, n. 1, p. 295-302, 4 maio 2010.
- MUCHIRI, P.; PINTELON, L. G.; LUDO, M. H. Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal Production Economics*, v. 131, p. 295-302, 2011.
- REIS, A. C. B.; COSTA, A. P. C. S.; ALMEIDA, A. T. de. Planning and competitiveness in maintenance management: an exploratory study in manufacturing companies. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, p. 259-270, jan. 2009.
- SALONEN, A.; BENGTTSSON, M. The potential in strategic maintenance development. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, p. 337-350, jun. 2011.
- SALONEN, A.; DELERYD, M. Cost of poor maintenance: a concept for maintenance performance improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, p. 63-73, jan. 2011.
- SHARMA, R. K.; KUMAR, D.; KUMAR, P. Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis. *Industrial Management & Data Systems*, p. 256-280, 2006.
- UDAY, K. et al. Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 19, n. 3, p. 233-277, 2013.
- VAN HORENBEEK, A.; PINTELON, L. Development of a maintenance performance measurement framework—using the analytic network process (ANP) for maintenance mance indicator selection. *Omega*, v. 1, n. 42, p. 33-46, 25 fev. 2013.

Recebido em 7 ago. 2015 / aprovado em 24 mar. 2016

Para referenciar este texto

CORDEIRO, J. C. A.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Indicadores para gestão na manutenção corretiva. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 173-182, 2016.