

A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DA UNIDADE DE ESFORÇO DE PRODUÇÃO NA QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS INTERNAS DA EMPRESA

Antonio Cezar Bornia

Resumo:

Entre as informações necessárias para o efetivo auxílio ao controle e avaliação da empresa moderna, sem dúvida a mensuração das perdas e das atividades que não agregam valor aos produtos é das mais importantes, pois, com tal informação, é possível visualizar-se o montante despendido no sistema produtivo que não colabora para a fabricação dos produtos, tendo-se condições de priorizar e dirigir esforços de melhoria aos locais onde existe maior potencial de retorno. O presente trabalho propõe uma metodologia para a utilização do método da UEP na mensuração das perdas internas do processo produtivo da empresa e na criação de indicadores para controle das mesmas. A metodologia proposta não avalia custos de materiais, os quais são melhor analisados pelo método do custo padrão.

Palavras-chave:

Área temática: *Modelos tradicionais de custeio e as unidades de esforços de produção.*

A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DA UNIDADE DE ESFORÇO DE PRODUÇÃO NA QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS INTERNAS DA EMPRESA

Antonio Cezar Borna

Departamento de Informática e de Estatística
Universidade Federal de Santa Catarina - Brasil
CEP: 88040-900 - FLORIANÓPOLIS - SC
Fax: (048) 231 9770 ; E.MAIL: CEZAR@INF.UFSC.BR

RESUMO

Entre as informações necessárias para o efetivo auxílio ao controle e avaliação da empresa moderna, sem dúvida a mensuração das perdas e das atividades que não agregam valor aos produtos é das mais importantes, pois, com tal informação, é possível visualizar-se o montante despendido no sistema produtivo que não colabora para a fabricação dos produtos, tendo-se condições de priorizar e dirigir esforços de melhoria aos locais onde existe maior potencial de retorno. O presente trabalho propõe uma metodologia para a utilização do método da UEP na mensuração das perdas internas do processo produtivo da empresa e na criação de indicadores para controle das mesmas. A metodologia proposta não avalia custos de materiais, os quais são melhor analisados pelo método do custo padrão.

INTRODUÇÃO

O ambiente onde as empresas encontram-se inseridas está continuamente se modificando. A competição tende a ficar cada vez mais acirrada, e isso vem provocando profundas transformações nos sistemas produtivos das empresas, os quais necessitam de informações dificilmente fornecidas por sistemas de custos tradicionais. Para enfrentar esta situação que se apresenta, é necessário que os sistemas de gestão (planejamento) e de informações gerenciais (controle e avaliação) adaptem-se ao novo ambiente, desenvolvendo-se novos princípios e métodos apropriados ao novo contexto. Os sistemas de gestão desenvolveram-se acentuadamente já há algum tempo, com novos princípios (JIT, TQC, etc) e métodos (Kanban, MRP, ...), e estão praticamente consolidados na maior parte das empresas. Porém, apesar da grande magnitude destas mudanças, não houve resposta à altura por parte dos sistemas de informações gerenciais, particularmente sistemas de custos, no sentido de se adaptarem à nova realidade.

Entre as informações necessárias para o efetivo auxílio ao controle e avaliação da empresa moderna, sem dúvida a mensuração das perdas e das atividades que não agregam valor aos produtos é das mais importantes, não sendo discutida em sua plenitude pelos usuários dos "novos" sistemas de custos. Com tal informação, é possível visualizar-se o montante despendido no sistema produtivo que não colabora para a fabricação dos produtos, tendo-se condições de priorizar e dirigir esforços de melhoria aos locais onde existe maior potencial de retorno.

Todas as empresas (inclusive de serviços) estão sendo obrigadas a se adaptarem à nova realidade do mercado e a se aperfeiçoarem de forma contínua e eficiente. Uma das

principais tarefas da gerência da empresa moderna é, então, a detecção e eliminação das perdas ocorridas durante suas atividades, já que a presente concorrência exige especialização e competência nas atividades da empresa, se esta quiser manter-se no mercado. Neste sentido, um sistema que permita a sistemática identificação e quantificação das perdas de uma empresa, como o proposto neste artigo, é, sem dúvida, útil para auxiliar o processo de análise e melhoria da eficiência interna dos processos produtivos, tornando-se poderosa ferramenta de apoio gerencial.

TRABALHO E PERDAS

No Sistema Toyota de Produção, os esforços da empresa são separados em trabalho e perdas. O trabalho divide-se em trabalho que agrega valor e trabalho que não agrega valor (Antunes Jr., 1994).

O trabalho que agrega valor, ou trabalho efetivo, compreende as atividades que realmente aumentam o valor, dentro da ótica do consumidor, dos itens que as sofrem, isto é, o produto após a atividade vale mais do que antes. Normalmente, são atividades de transformação, que modificam fisicamente o produto.

O trabalho que não agrega valor, ou trabalho adicional, compreende as atividades que não aumentam o valor do produto, porém provêm suporte para o trabalho efetivo. Nesta classe, encontram-se atividades como preparação de máquinas, manutenção, etc.

As perdas propriamente ditas não só não adicionam valor aos produtos como também não são necessárias ao trabalho efetivo, sendo que, às vezes, até diminuem o valor destes produtos. Nesta categoria situam-se a produção de itens defeituosos, a movimentação desnecessária, a inspeção de qualidade, capacidade ociosa, etc.

Obviamente, a empresa deve concentrar-se em eliminar as perdas e minimizar o trabalho adicional, maximizando o trabalho efetivo, que precisa ser efetuado com a maior eficiência possível. O termo "atividade que não agrega valor" é comumente empregado para designar o conjunto do trabalho adicional e das perdas e será usado com este sentido no decorrer do estudo.

Tipos de Perdas

Shingo classifica as perdas em 7 tipos: *superprodução, transporte, processamento, fabricação de produtos defeituosos, movimento, espera e estoque*. (Shingo, 1981).

a) As *perdas por superprodução* referem-se à produção de itens acima do necessário ou antecipadamente. São consideradas como sendo as mais importantes por Taichi Ohno, porque mascaram as outras perdas (Antunes Jr., 1994). De fato, a superprodução aumenta os estoques, o que esconde eventuais (e naturais) imperfeições do processo. Então, este tipo de perda deve ser eliminado completamente, necessitando-se para tanto do aprimoramento do processo, procurando-se obter um fluxo contínuo de materiais, e da redução dos tempos de preparação de equipamentos, conseguindo-se diminuir o tamanho dos lotes processados.

b) *Perdas por transporte* referem-se basicamente às atividades de movimentação de materiais, as quais usualmente não adicionam valor ao produto.¹ A meta para este tipo de perda deve ser a completa eliminação, e não apenas a melhoria de processos, através de mecanização ou automatização, por exemplo. Sua redução depende diretamente da reorganização física da fábrica, a qual deve ser conduzida de forma a reduzir ao mínimo possível as necessidades de movimentação de materiais.

c) As *perdas no processamento* propriamente dito correspondem às atividades de transformação desnecessárias para que o produto adquira suas características básicas de qualidade, ou seja, consistem em se trabalhar fazendo peças, detalhes ou transformações desnecessárias ao produto. Evidentemente, uma transformação desnecessária no produto ou a confecção de partes dispensáveis para se conseguirem as funções básicas do artigo constitui-se em perda, por mais eficiente que seja o processo. A eliminação destas deficiências de processo (ou projeto) deve ser completa, e pode ser atingida através de técnicas de análise do valor de produto e de processo.

d) *Perdas por fabricação de produtos defeituosos*, como o nome indica, originam-se na confecção de itens fora das especificações de qualidade. Este tipo de perda é talvez o mais facilmente identificável e mensurável, mas não o menos importante. Na verdade, uma das maiores necessidades da empresa moderna é a busca incessante pela excelência na fabricação e, sem qualidade, não se torna competitivo no mercado moderno. Assim, pode-se dizer que o combate à perda por fabricação de produtos defeituosos é básico para o controle de outras perdas. O ataque a esta perda deve se embasar na confiabilidade do processo e na rápida detecção e solução de problemas. A denominação escolhida para esta perda neste estudo é perda por produção defeituosa.

e) *Perdas no movimento* relacionam-se à movimentação inútil na consecução das atividades, ou seja, à ineficiência da operação propriamente dita. O nome deriva dos estudos do movimento de Gilbreth, para quem a ineficiência resulta de movimentações desnecessárias no trabalho de transformação. A mensuração desta perda está ligada à obtenção de padrões de desempenho para as operações, e sua eliminação é conseguida com o atingimento dos padrões. O termo ineficiência também designará esta perda neste estudo.

f) *Perdas por espera* são formadas pela capacidade ociosa, quer dizer, por trabalhadores e instalações parados, o que gera custos. Os principais fatores que aumentam esta perda são: elevados tempos de preparação, falta de sincronização da produção e falhas não previstas no sistema produtivo (Antunes Jr., 1994). Portanto, para se evitar esta perda, deve-se principalmente reduzir os tempos de preparação de máquinas, balancear a produção e aumentar a confiabilidade do sistema. Esta perda será denominada perda por ociosidade.

g) A existência de estoques gera as *perdas por estoque*, as quais são os custos financeiros para a manutenção dos estoques, custos devidos à obsolescência dos itens estocados e, principalmente, custos de oportunidade pela perda de mercado futuro para a concorrência com menor "lead time". Empresas devem perseguir a máxima redução possível de seus estoques, os quais causam inúmeros problemas, como já foi comentado anteriormente.

¹ Em alguns casos, como o de mercadorias entregues a domicílio, o transporte até a residência do cliente faz parte do produto e não pode ser classificado como perda.

A identificação e quantificação do trabalho efetivo, trabalho adicional e perdas é bastante relevante para a empresa, pois o combate às perdas é subsidiado, obtendo-se melhor aproveitamento dos esforços da empresa. A seguir, é proposta uma sistemática para a mensuração destas perdas através do método da unidade de esforço de produção (UEP), bem como a criação de indicadores para o controle das mesmas.

A METODOLOGIA PROPOSTA

Introdução

Para se ter uma idéia das perdas através do método da UEP, são necessárias algumas modificações na etapa de implantação. Novas informações são exigidas, entre as quais destacam-se a separação entre custos fixos e variáveis para o cálculo dos foto-índices, a diferenciação entre preparação e operação dos postos operativos e a criação de postos de transporte.

O fato do método da UEP trabalhar com postos operativos (produtivos) facilita a mensuração de perdas por produção defeituosa e no movimento. Porém, torna difícil a separação do trabalho que não agrega valor e de perdas por ociosidade. Com mudanças na fase de implantação e novo procedimento na operacionalização, torna-se possível medir tais perdas.

As modificações propostas

Em primeiro lugar, na divisão da fábrica em postos operativos, devem-se criar postos relacionados às atividades de transporte, onde for possível e conveniente, além dos postos produtivos tradicionais.² O mesmo raciocínio pode ser usado para atividades de manutenção, como proposto por Selig (1993).

Na etapa de determinação dos custos horários (foto-índices), é necessário separar os custos devidos a trabalho que não agrega valor e perdas. Ao mesmo tempo, dividem-se os custos em fixos e variáveis e calculam-se os foto-índices para os modos de preparação e operação dos postos operativos produtivos. Desta forma, os postos operativos dividem-se em produtivos e de transporte, sendo os produtivos classificados em efetivos/perdas e fixos/variáveis.

Na fase de operacionalização do método, as informações exigidas são, para os postos operativos produtivos: o tempo trabalhado em preparação e o tempo trabalhado em operação, além do número de unidades boas, defeituosas e refugadas produzidas. Para os postos operativos de transporte, basta o tempo trabalhado.

O exemplo a seguir detalha os procedimentos para a mensuração das perdas por este método.

Exemplo ilustrativo

² Em alguns casos, a atividade de transporte não é relevante. Nesta situação, a criação destes novos postos não é aconselhada, pois seria muito trabalhosa para o benefício obtido.

A parte produtiva da empresa pode ser dividida, simplificada, em 2 postos operativos produtivos (PO1 e PO2) e um de transporte (PT). O transporte é realizado por um funcionário com uma empilhadeira que trabalha 200 horas no mês e movimenta a matéria-prima, produtos em processo e produtos acabados. Os postos operativos produtivos são compostos por 5 máquinas e operários semelhantes, o que proporciona capacidade mensal total de 1.000 horas. Na preparação, o operário é auxiliado por um especialista, o qual trabalha 200 h/mês nesta atividade.

Os itens de custos considerados neste exemplo são: mão-de-obra direta (custo fixo e efetivo), mão-de-obra indireta (fixo, adicional), depreciação (fixo, efetivo), manutenção (fixo, adicional), materiais de consumo (variável, efetivo) e energia elétrica (variável, efetivo). Ao nível máximo de atividade, os postos produtivos trabalham 200 horas em preparação e 800 horas em operação e o posto de transporte trabalha 200 horas por mês. Os montantes mensais dos itens de custos e suas distribuições aos postos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos custos (em \$) aos postos operativos.

ITEM DE CUSTO	MONTA	PO 1		PO 2		PT
		Prepar.	Oper.	Prepar.	Oper.	Transp.
MOD	20.000,00	1.000,00	4.000,00	3.000,00	12.000,00	-
MOI	14.000,00	2.000,00	4.000,00	2.000,00	4.000,00	2.000,00
Depreciação	24.000,00	1.000,00	4.000,00	3.000,00	12.000,00	4.000,00
Manutenção	11.000,00	1.000,00	4.000,00	1.000,00	4.000,00	1.000,00
Mat. Consumo	23.500,00	1.500,00	6.000,00	3.000,00	12.000,00	1.000,00
En. Elétrica	12.500,00	500,00	2.000,00	2.000,00	8.000,00	-
TOTAL	105.000,00	7.000,00	24.000,00	14.000,00	52.000,00	8.000,00

Os custos horários (foto-índices) decorrentes são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Foto-índices dos postos operativos (em \$/h).

ITEM DE CUSTO	PO 1		PO 2		PT
	Prepar.	Oper.	Prepar.	Oper.	Transp.
MOD	5,00	5,00	15,00	15,00	-
MOI	10,00	5,00	10,00	5,00	10,00
Depreciação	5,00	5,00	15,00	15,00	20,00
Manutenção	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mat. Consumo	7,50	7,50	15,00	15,00	5,00
En. Elétrica	2,50	2,50	10,00	10,00	-
TOTAL	35,00	30,00	70,00	65,00	40,00

O custo do produto-base na época da implantação (foto-custo base) sendo, por exemplo, \$5,00, os potenciais produtivos dos postos operativos 1 (preparação e operação), 2 (preparação e operação) e de transporte ficam 7, 6, 14, 13 e 8 UEP/h, respectivamente. A classificação em fixos e variáveis é mostrada na tabela 3.

Tabela 3 - Potenciais produtivos, classificados em fixos e variáveis (em UEP/h).

CLASSIFICAÇÃO	PO 1		PO 2		PT
	Prepar.	Oper.	Prepar.	Oper.	Transp.
Fixos	5	4	9	8	7
Variáveis	2	2	5	5	1
TOTAL	7	6	14	13	8

A divisão dos potenciais produtivos dos postos operativos 1 e 2 (operação) em efetivos e adicionais é apresentada na tabela 4.

Tabela 4 - Potenciais produtivos dos postos operativos produtivos no modo operação, classificados em efetivos e adicionais (em UEP/h).

CLASSIFICAÇÃO	PO 1 (Oper.)	PO 2 (Oper.)
Efetivos	4	11
Adicionais	2	2
TOTAL	6	13

A empresa fabrica 2 produtos, A e B, em lotes unitários. Os tempos despendidos nos postos por estes produtos são os da tabela 5.

Tabela 5 - Tempos de passagem pelos postos operativos (em horas).

PRODUTO	PO1 (Prep.)	PO1 (Oper.)	PO2 (Prep.)	PO2 (Oper.)	Transp.
A	0,3	2,0	0,3	0,4	0,3
B	0,3	0,4	0,3	2,0	0,3

Assim, a equivalente do produto A é 25,9 UEP ($0,3 \times 7 + 2,0 \times 6 + 0,3 \times 14 + 0,4 \times 13 + 0,3 \times 8$) e a do produto B é 37,1 UEP ($0,3 \times 7 + 0,4 \times 6 + 0,3 \times 14 + 2 \times 13 + 0,3 \times 8$). Estes resultados estão resumidos na tabela 6.

Tabela 6 - Equivalentes dos produtos em UEP.

PRODUTO	PO1 (Prep.)	PO1 (Oper.)	PO2 (Prep.)	PO2 (Oper.)	Transp.	TOTAL
A	2,1	12,0	4,2	5,2	2,4	25,9
B	2,1	2,4	4,2	26,0	2,4	37,1

Num determinado período, o custo de transformação total foi \$102.150,00³ e tem-se as seguintes informações:

Tabela 7 - Informações sobre as atividades da empresa num dado período.

INFORMAÇÕES	PO 1		PO 2		PT
	Prepar.	Oper.	Prepar.	Oper.	Transp.
Tempo disponível (horas)	200	800	200	800	200
Tempo trabalhado (horas)	150	750	160	770	180
Potencial produtivo (UEP/h)	7	6	14	13	8
Produção possível (UEP)	1050	4500	2240	10010	1440
Produção realizada (UEP) ⁽¹⁾	-	4320	-	9360	-
Produção retrabalhada (UEP) ⁽²⁾	-	84	-	286	-
Produção refugada (UEP) ⁽³⁾	-	48	-	270,4	-

³ Supôs-se que o custo fixo fosse \$69.000,00 e os custos variáveis fossem \$10/h, \$25/h e \$5/h para os postos operativos 1 e 2 e para o de transporte, respectivamente.

- (1) 300 produtos A e 300 produtos B.
- (2) 5 produtos A e 10 produtos B.
- (3) 2 produtos A e 10 produtos B.

Neste mês, as perdas por produção defeituosa equivalem a 688,4 UEP (84 + 48 + 286 + 270,4).⁴ A ineficiência (perdas no movimento) equivale a 48 UEP (4500 - 4320 - 84 - 48) no posto operativo 1 e a 93,6 UEP (10010 - 9360 - 286 - 270,4) no posto operativo 2, perfazendo 141,6 UEP.⁵

Das 4320 UEP produzidas no posto operativo 1, 1440 UEP são trabalho adicional e 2880 UEP são trabalho efetivo. No posto 2, com 9360 UEP produzidas, 1440 UEP são trabalho adicional e 7920 UEP são trabalho efetivo.⁶ No total, foram produzidas 10800 UEP efetivas e 2880 UEP adicionais. A estas, deve-se somar a preparação de equipamentos (1050 + 2240) e as despesas de estrutura, não consideradas neste exemplo.

As perdas por transporte equivalem a 1440 UEP (tabela 7). Finalmente, a ociosidade do período foi 50 h (200 - 150) na preparação e 50 h (800 - 750) na operação do posto operativo 1, 40 h (200 - 160) na preparação e 30 h (800 - 770) na operação do posto operativo 2 e 20 h (200 - 180) no posto de transporte. Em termos de custeio, isto significa que UEPs fixas deixaram de ser produzidas, pois as UEPs variáveis não produzidas não provocam custos. Portanto, deve-se adicionar as UEPs que deixaram de ser produzidas neste período, cujo cálculo encontra-se na tabela 8.

Tabela 8 - UEPs não produzidas por ociosidade.

	PO 1		PO 2		PT	TOTAL
	Prepar	Oper.	Prepar	Oper.	Transp	
Tempo ocioso (horas)	50	50	40	30	20	190
Potencial prod. fixo (UEP/h)	5	4	9	8	7	-
Produção não realizada (UEP)	250	200	360	240	140	1190

Então, 1190 UEP são relativas à perda por ociosidade. Para o cálculo do valor monetário da UEP, deve-se dividir os custos totais de transformação (\$102.150,00) pela produção total, incluindo a ociosidade e ineficiência, 20.430 UEP (1050 + 4500 + 2240 + 10010 + 1440 + 1190), o que resulta em \$5,00/UEP.⁷ A tabela 9 resume os resultados obtidos.

⁴ No caso dos refugos, devem-se considerar os materiais e processamentos anteriores. Isto não foi feito aqui para simplificar o exemplo.

⁵ Foi considerado que uma unidade retrabalhada sofre todo o processo de transformação novamente e que a unidade refugada sofreu todo o processamento antes de ser retirada da produção.

⁶ Ver tabela 4.

⁷ O valor monetário coincidiu com o foto-custo base porque os custos considerados foram os mesmos da implantação.

Tabela 9 - Trabalho efetivo e perdas do período.

	PO 1		PO 2		PT	TOTAL	
	Prepar	Oper.	Prepar	Oper.	Transp	UEP	\$
Trabalho efetivo	-	2880,0	-	7920,0	-	10,80	54,00
Trabalho adicional	1050,0	1440,0	2240,0	1440,0	-	6,17	30,85
Perdas por transporte	-	-	-	-	1440,0	1,44	7,20
Perdas por espera	250,0	200,0	360,0	240,0	140,0	1,19	5,95
Produção defeituosa	-	132,0	-	556,4	-	688,4	3,44
Perdas no movimento	-	48,0	-	93,6	-	141,6	708,00
TOTAL	1300,0	4700,0	2600,0	10250,0	1580,0	20,43	102,15

É preciso lembrar que o cálculo dos potenciais produtivos é feito apenas uma vez, na etapa de implantação do método. A relação entre os custos fixos e variáveis e entre o trabalho efetivo e as perdas podem se modificar com o passar do tempo, principalmente em um ambiente de constante redução das perdas. Assim, alguns valores serão meras suposições baseadas em dados históricos. Por este motivo, os valores devem ser revistos, pelo menos anualmente.

A mensuração das perdas

Empregando-se o procedimento apresentado, a quantificação de algumas perdas torna-se possível. Primeiramente, ressalta-se o trabalho efetivo, que agrega valor aos produtos, o qual é obtido através da soma dos trabalhos efetivos dos postos operativos produtivos. O trabalho adicional pode ser obtido pela adição dos valores alocados aos postos operativos e na preparação. A respeito das perdas propriamente ditas, as perdas por espera, geradas pela capacidade ociosa, são levantadas para cada posto, sendo que a soma dos valores fornece bom indicativo da ociosidade na empresa. As perdas por produção defeituosa também encontram-se determinadas nos postos operativos. Deve-se tomar o cuidado de, no caso de produtos refugados, isto é, que não podem mais ser processados, adicionar-se o valor dos materiais e processamentos anteriores perdidos, quando for o caso. Na hipótese de haver valor residual, este deve ser subtraído do valor perdido. Perdas por transporte são obtidas através dos postos de transporte e as perdas no movimento nada mais são do que a soma das ineficiências dos postos operativos. A mensuração das perdas no processamento depende basicamente de um padrão técnico e sua mensuração é trabalhosa e complicada, não sendo vantajosa, pois depende de muitas considerações e perde muito em objetividade. As perdas por superprodução e estoque também não são medidas pela sistemática apresentada. Para tais perdas, acredita-se que o melhor meio de medição seja através dos estoques na empresa: quanto menores os estoques, menores as perdas. É possível o levantamento do custo de manutenção de estoques e os encargos financeiros correspondentes. Porém, acredita-se que o principal custo seja o de oportunidade, o qual não pode ser medido com confiabilidade.

Desta forma, com os procedimentos propostos, tem-se periodicamente mensuradas as perdas por espera, perdas por transporte, perdas no movimento e perdas por produção defeituosa, além dos trabalhos efetivo e adicional. Neste capítulo, discutem-se possíveis abordagens para análise e ações a serem tomadas em cima destes resultados disponíveis. Mais especificamente, são criados

INDICADORES DE PERDAS

Com os resultados obtidos pela sistemática descrita anteriormente, há condições de se criar indicadores que fornecem um quadro das perdas da empresa, a fim de facilitar a análise, e discute-se a possibilidade do uso dos resultados para o planejamento e o processo de melhoria contínua da empresa. Para a confecção destes indicadores, deve-se ter em mente a saída típica do sistema para a mensuração das perdas, como a apresentada na tabela 9. Com base nestas informações, pode-se sistematizar as análises, relativizando-se os valores pelo total, com a criação dos seguintes indicadores de perdas:

Parcela Efetiva (PE)

A parcela efetiva corresponde à proporção do trabalho efetivo dentro do total despendido:

$$PE = \frac{\text{Trabalho Efetivo}}{\text{Total}}$$

Este índice pode variar de 0 a 1 (0 a 100%), embora não deva estar próximo de 0 em situações reais. Representa o percentual dos gastos do período devido ao trabalho que realmente agregou valor aos produtos. O ideal é que esta parcela seja a mais alta possível, próxima dos 100%. No exemplo, a parcela efetiva (total) é 0,529 (10800/20430), ou 52,9%.

Parcela Adicional (PA)

A parcela adicional representa a parte do total que corresponde ao trabalho adicional:

$$PA = \frac{\text{Trabalho Adicional}}{\text{Total}}$$

Este indicador teoricamente pode variar de 0 a 1. Porém, na prática não deve situar-se próximo a 1. Ele mostra a proporção do montante despendido composta pelo trabalho que suporta as atividades de transformação. Embora provavelmente não se consiga reduzir a zero esta parcela, deve-se procurar minimizá-la. No exemplo, a parcela adicional (total) é 0,302 (6170/20430), ou 30,2%.

Parcela de Perdas (PP)

A parcela de perdas é formada pelas perdas, relativizadas pelo total:

$$PP = \frac{\text{Perdas}}{\text{Total}}$$

Neste índice, é informado o percentual dos gastos do período despendidos em esforços que, além de não agregar valor aos produtos, também não são necessários para o suporte ao trabalho efetivo. O objetivo, quanto a esta parcela, é sua eliminação. No exemplo, a parcela de perdas (total) é 0,169 (3460/20430), ou 16,9%. Esta parcela pode ser dividida nas 4 a seguir.

Parcela das Perdas por Espera, ou Ociosidade (OC)

Formada pela divisão das perdas por espera (ociosidade) pelo total, representa a ociosidade do sistema produtivo, em termos percentuais.

$$OC = \frac{\text{Perdas por Espera}}{\text{Total}}$$

No exemplo, a parcela das perdas por ociosidade (total) equivale a 0,058 (1190/20430), ou 5,8%.

Parcela das Perdas no Movimento, ou Ineficiência (IN)

É calculada relativizando-se a ineficiência pelo total.

$$IN = \frac{\text{Perdas no Movimento}}{\text{Total}}$$

No exemplo, este índice equivale a 0,007 (141,6/20430), ou 0,7%.

Parcela das Perdas por Transporte (TR)

Obtida dividindo-se as perdas por transporte pelo total dos gastos.

$$TR = \frac{\text{Perdas por Transporte}}{\text{Total}}$$

A parcela das perdas por transporte (total) vale 0,070 (1440/20430), ou 7,0%, no exemplo apresentado.

4.7) Parcela das Perdas por Produção Defeituosa (PD)

Este índice é a produção defeituosa do período, em termos monetários, relativizada pelo total.

$$PD = \frac{\text{Perdas por Produção Defeituosa}}{\text{Total}}$$

Com os dados da tabela 9, chega-se a uma parcela das perdas por produção defeituosa (total) de 0,034 (688,4/20430), ou 3,4%.

Estes resultados são sintetizados na tabela 10.

Tabela 10 - Indicadores de perdas do período.

	PO 1	PO 2	PT	TOTAL
--	------	------	----	-------

	Prepar	Oper.	Prepar	Oper.	Transp.	
Trabalho efetivo	-	61,3%	-	77,3%	-	52,9%
Trabalho adicional	80,8%	30,6%	86,2%	14,0%	-	30,2%
Perdas por transporte	-	-	-	-	91,1%	7,0%
Perdas por espera	19,2%	4,3%	13,8%	2,3%	8,9%	5,8%
Produção defeituosa	-	2,8%	-	5,4%	-	3,4%
Perdas no movimento	-	1,0%	-	0,9%	-	0,7%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

ANÁLISE DOS INDICADORES

A primeira análise que pode ser feita é a constatação das participações relativas do trabalho efetivo, trabalho adicional e perdas nos gastos totais do período, verificando-se facilmente que a soma das parcelas efetiva, adicional e de perdas é igual a 100%.⁸ Quanto aos valores das parcelas, espera-se que a parcela efetiva seja a máxima possível e que as outras duas situem-se no mínimo possível. A configuração ideal é que a parcela efetiva equivalha a 1, com as parcelas adicional e de perdas sendo 0.

Uma parcela adicional alta indica que pode ser relevante o estudo do trabalho que suporta as atividades de transformação (*setup*, inspeções, manutenção, PCP, ...), no sentido de racionalizá-lo. Neste caso, a parcela adicional pode inclusive ser subdividida em seus componentes principais, à semelhança do que foi feito com a parcela de perdas. A redução desta parcela é feita pela análise e melhoria de cada atividade de apoio, tendo-se em mente que dificilmente se vai eliminar totalmente este tipo de trabalho. O ataque às perdas, ao contrário, deve visar sua completa eliminação, pois estes esforços, representados pela parcela de perdas não suportam atividades de transformação e muito menos agregam valor aos produtos.

Ressalta-se que a redução do trabalho adicional e eliminação das perdas provavelmente exijam alterações profundas no processo produtivo, sendo necessários estudos de engenharia e modificações a nível de chão-de-fábrica. Além disto, as ações para combate às perdas muitas vezes confundem-se com ações para a redução do trabalho adicional. Por exemplo, para se conseguir implementar uma diminuição das perdas por estoque, é necessária a redução das preparações de equipamentos, entre outras medidas.

A parcela de perdas foi subdividida em 4: perdas por espera (ociosidade), perdas no movimento (ineficiência), perdas por transporte e perdas por produção defeituosa. A soma destas parcelas corresponde à parcela de perdas.

Caso a parcela de perdas por espera seja alta, verifica-se que existe ociosidade na empresa. Possíveis causas desta perda são: desbalanceamento ou mau dimensionamento dos processos, falta de confiabilidade do sistema produtivo ou dos fornecedores, causando paradas na fábrica, ou diminuição ocasional da demanda. Uma parcela das perdas no movimento relevante indica que os padrões de eficiência não estão sendo atingidos, possivelmente por causa de falta de motivação ou de condições de trabalho. Então, a

⁸ No exemplo apresentado, foram desconsiderados os custos de materiais.

principal ação deveria ser no sentido de se melhorar o desempenho dos funcionários. A parcela das perdas por transporte relaciona-se com as atividades de transportes, as quais normalmente podem ser eliminadas, sendo necessária a reorganização física da fábrica, com a minimização das distâncias e a racionalização do fluxo produtivo. A parcela das perdas por produção defeituosa deve ser baixa, idealmente sendo zero. Caso seja significativa, tem-se indícios de que o processo não se encontra sob controle e/ou que não se está detectando e combatendo rapidamente eventuais problemas na fábrica.

Apesar de se ter considerado apenas estas 4 perdas, não se pode esquecer que há 3 perdas não medidas pelo sistema proposto (perdas por superprodução, perdas no processamento e por estoque), as quais também devem ser eliminadas, pois podem ser tão ou mais importantes que as outras. Perdas por superprodução e por estoque são muito nocivas à empresa porque, além de incorrerem em custos de manutenção, de obsolescência e encargos financeiros, os estoques aumentam o *lead time* dos produtos, o que causa desvantagem frente à concorrência mais ágil em atender os cliente, sendo particularmente pior em situações onde o ciclo de vida dos produtos é baixo. Para a redução destes tipos de perdas, deve-se primeiramente otimizar atividades auxiliares, como a preparação de equipamentos e manutenção, e produtivas, aumentando a confiabilidade do processo. Assim, criam-se condições propícias a um fluxo contínuo de materiais em pequenos lotes de fabricação.

As perdas no processamento são combatidas com o uso de técnicas como a análise do valor, podendo esta ser guiada por um custo alvo para o produto e/ou o processo. Tais perdas estão intimamente ligadas aos produtos e devem ser analisadas já na fase de projeto. O sistema proposto ocupa-se principalmente do processo na fase de fabricação dos produtos e as perdas no processamento já devem estar sob controle quando de sua operacionalização.

COMENTÁRIOS FINAIS

Os indicadores apresentados podem ser acompanhados no tempo com o intuito de se ter idéia da evolução do processo de redução das perdas, possibilitando retorno sobre resultados de ações para combate às perdas, bem como informando onde se fazem mais necessários esforços neste sentido.

Pode-se constatar que, às vezes, o ataque a uma perda provoca também a redução de outra perda. Por exemplo, a redução da movimentação de materiais, necessária à eliminação das perdas por transporte, pode também levar à diminuição das perdas por produção defeituosa, já que há menor probabilidade de avarias no transporte. Por outro lado, às vezes ocorre que a redução de uma perda leva a um aumento de outra. Por exemplo, a diminuição de inspeções de qualidade, visando reduzir o trabalho adicional, pode ocasionar o acréscimo das perdas por produção defeituosa.

O acompanhamento dos indicadores, além de auxiliar no controle, pode igualmente auxiliar no planejamento, com a fixação de metas de perdas para períodos futuros, subsidiando inclusive a determinação do custo-alvo para os produtos e/ou atividades e colaborando, assim, com o processo de melhoria contínua da empresa.

Finalmente, os indicadores foram criados considerando-se a saída dos procedimentos propostos e com o objetivo de facilitar a análise. Nada impede que a análise seja feita diretamente com base nas próprias mensurações das perdas ou que outros indicadores possam vir a ser implantados. Além disto, as análises e utilizações do sistema podem ser efetuadas para a empresa como um todo ou serem particularizadas para cada atividade ou setor relevante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES JÚNIOR, José A. V. *A lógica das perdas nos sistemas produtivos: uma revisão crítica*. [S.L.], 1994 (Versão preliminar).
- BORNIA, Antonio Cezar. *Análise dos princípios do método das unidades de esforço de produção*. Florianópolis: UFSC, 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGE/UFSC, 1988.
- BORNIA, Antonio Cezar. *Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno*. Florianópolis: UFSC, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPGE/UFSC, 1995.
- SELIG, Paulo M. *Gerência e avaliação do valor agregado empresarial*. Florianópolis: UFSC, 1993. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPGE/UFSC, 1993.
- SHINGO, Shigeo. *Study of TOYOTA production system from industrial engineering viewpoint*. Tokyo, Japan: Japan Management Association, 1981.
- XAVIER, Guilherme G. *Uma proposta de abordagem computacional para a metodologia das unidades de esforço de produção*. Florianópolis: UFSC, 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGE/UFSC, 1988.