

Como devo conduzir o estudo de balanceamento nas etapas do meu processo produtivo?

Gilberto Strafacci Neto e Thiago Luciano Leite

Com a grande difusão das ferramentas de produtividade nas indústrias em toda a sua cadeia de produção, muitas vezes são encontradas propostas de definições de problemas trazidas a partir do mapeamento do fluxo de valor atual e quais são as oportunidades de melhoria a partir da aplicação de ferramentas específicas para geração de um fluxo enxuto, definindo assim o fluxo ideal e o futuro para os materiais e para a informação dentro da empresa.

Para a definição do estado futuro é importante o recolhimento de dados e indicadores do processo tais como o número de operadores e a alocação dos mesmos na produção, o tempo disponível, a demanda de produtos (calculando-se assim o Takt Time), o fluxo de produção, o OEE de cada etapa, os tempos-padrão de cada atividade e os tempos de setup. São métricas básicas que minimamente irão compor a condição de velocidade e balanceamento do processo.

Nesse momento não é raro acontecer a seguinte pergunta: “De onde virão tais informações?” ou “Eu tenho esses dados?” e ainda, “Mas os dados que eu tenho são de 20 anos atrás, tudo bem?”. Questionamentos relativos à existência e/ou confiabilidade de tais informações que nos trazem a uma etapa anterior ao fluxo de valor: o levantamento dos indicadores e o estudo da capacidade do processo e o seu balanceamento entre cada etapa até a entrega do produto ao cliente.

É interessante pensar em uma indústria que entende ter problemas de produção em função de atrasos nas entregas ou da qualidade e quantidade dos produtos fabricados, e pensa em soluções tais como um projetos de Seis Sigma ou aplicar Lean em uma área piloto. Mas não é raro muitas vezes essa empresa não saber nem a sua capacidade de produção! A informação se resume somente aos apontamentos da quantidade produzida e o atendimento ou não atendimento à demanda estabelecida.

Agora deve surgir o questionamento: O apontamento da produção diária de determinada área não representa a capacidade de produção de todo o processo? O apontamento diário nos traz a informação da capacidade de produção do gargalo do processo. Somente isso. Não passa de um indicador de resultado sem desdobrar todas as ineficiências ocorridas antes ou depois do processo limitador da produção.

Não é pequeno número de empresas que tem diagnosticadas deficiências ou a inexistência de seus dados mais básicos do processo: os tempos de ciclo, os tempos de atividades manuais, os tempos de máquina, os tempos de movimentação e o mapeamento dessas atividades.

Deve ficar claro que a confiabilidade com relação às tais informações é vital para qualquer empresa ter o mínimo de entendimento com relação à sua situação atual e assim ter informações validadas para assumir o que deseja e o que pretende para o seu futuro.

Tudo isso, pois o trabalho de levantamento dos tempos e mapeamento das atividades na linha de produção deve ser entendido e realizado na organização e a importância de sua implementação deve ser focada, pois suas informações são as bases para análises relativas à necessidade de investimentos, previsões de produções futuras, além de entradas para boa parte das ferramentas de melhoria utilizadas atualmente.

Pois bem, como identificar todas as métricas relativas a todas as etapas da produção? Iremos descrever a sistemática para mapeamento dos processos que descrevem as famílias de produtos e o modelo para levantamento dos tempos de ciclo de cada uma dessas atividades. Não só isso – descrever também o ganho de produção através de uma ação de balanceamento.



O trabalho se inicia com a definição dos processos a serem mapeados. Esta atividade realizada em conjunto com os engenheiros responsáveis dos processos tem como saída a divisão dos produtos em famílias. Para que essa divisão seja realizada satisfatoriamente, uma matriz Máquinas x Produto deve ser criada, facilitando a identificação de produtos com similaridades em seu processo. Esse trabalho é realizado com o objetivo de reduzir a quantidade de dados coletados sem efeito significativo no resultado do estudo.

Como definir uma família de produtos? Não existe uma regra geral para tal definição, mas podemos estabelecer isso em função da similaridade dos produtos em seu caminho através das máquinas no processo. Não só isso, mas também através de uma avaliação das diferenças entre os produtos na mesma máquina, ou seja, devemos avaliar o quanto aquela família é representativa da capacidade de produção de todos os produtos que compõe aquele grupo.

Para o caso simplificado, a partir do fluxo do processo, iremos montar uma matriz conforme abaixo e selecionar as famílias de produtos.

MATRIZ MÁQUINA PRODUTO						
P X M	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4	Máquina 5	Máquina 6
Produto 1	X	X		X	X	X
Produto 2	X	X	X	X	X	
Produto 3	X			X	X	
Produto 4	X			X	X	X

A partir da matriz descrita como exemplo podemos identificar claramente duas famílias com fluxos similares: Família 1 (produtos 1 e 2) e Família 2 (produtos 2 e 3). Nesse caso a divisão nessas duas famílias fica evidente, pois o fluxo seguido em cada uma delas é bastante similar dentro da família e bastante diferente entre famílias. Deve ficar claro que precisamos fazer a validação de que dentro de cada família as etapas similares ocorrem de maneira semelhante para produtos diferentes (sem impacto significativo no tempo do processo, movimentação etc.) – validamos assim duas famílias a serem mapeadas.

A tecnologia de grupos desdobra soluções com o auxílio de algoritmos aplicados à matriz máquina x produto e pode auxiliar no entendimento e definição das famílias através de agrupamentos sucessivos e pode ser uma ferramenta poderosa em casos mais complexos. Não é o caso do exemplo acima.

O impacto desse trabalho é que ao invés de coletarmos informações de 24 etapas distintas (e ainda carga, processamento e descarga num total de 720 coletas) iremos mapear 6 etapas para a Família 1 e 4 etapas para a Família 2 (total de 300 coletas).

O segundo passo tem como foco a garantia da qualidade dos dados a serem obtidos através da cronoanálise. Não entraremos no detalhe, mas um estudo de R&R (Repetibilidade e Reprodutibilidade) deve ser realizado para identificar possíveis discrepâncias entre os equipamentos de medição (cronômetros) e os tomadores de tempo, discrepâncias essas, consideradas insignificantes.

Com as famílias de produtos definidas e a validação do R&R realizada, um método para a tomada de tempo deve ser definido garantindo a seguintes condições sugeridas:

- **Devem ser coletadas informações dos tempos de carga, processamento e descarga da etapa do processo configurando cada uma delas como atividade manual ou automática.**
- **As informações coletadas devem contemplar coletas em todos os turnos de operação**
- **O número de operadores de cada etapa do processo deve ser levantado.**
- **Serão coletadas 10 amostras de cada etapa.**

Antes do início da tomada de tempo, uma breve entrevista era realizada com o operador da operação em estudo, com o objetivo de transparecer a importância da simulação real da rotina de trabalho, para então refletir o tempo de ciclo real da operação. Um operador com medo pode executar suas atividades de maneira mais rápida ou mais lenta em função de pressa ou preciosismo. Isso deve ser avaliado.

A partir de tais informações coletadas, o resumo da etapa do processo deve ser documentado e validado. Esse resumo apresenta a capacidade de produção individual daquela etapa do processo assumindo a variação dos tempos medidos nas amostras com 95% de confiança. Dessa maneira entendemos como a variação nos tempos coletados impacta na média de capacidade de produção da população.

No exemplo abaixo podemos verificar o desdobramento dos tempos coletados no resumo do processo para uma etapa.

Atividades	Media N°										Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Carga (Manual)	12,01	12,03	13,4	14,5	16,1	13,22	13,71	12,53	12,51	13,21	13,32
Processamento (Automático)	18,02	19,13	17,96	18,12	22	19,05	18,75	17,92	19,01	19,79	18,98
Descarga (Manual)	3,01	3,03	3,14	4,07	5,01	3,14	3,75	4,01	5,13	5,02	3,93

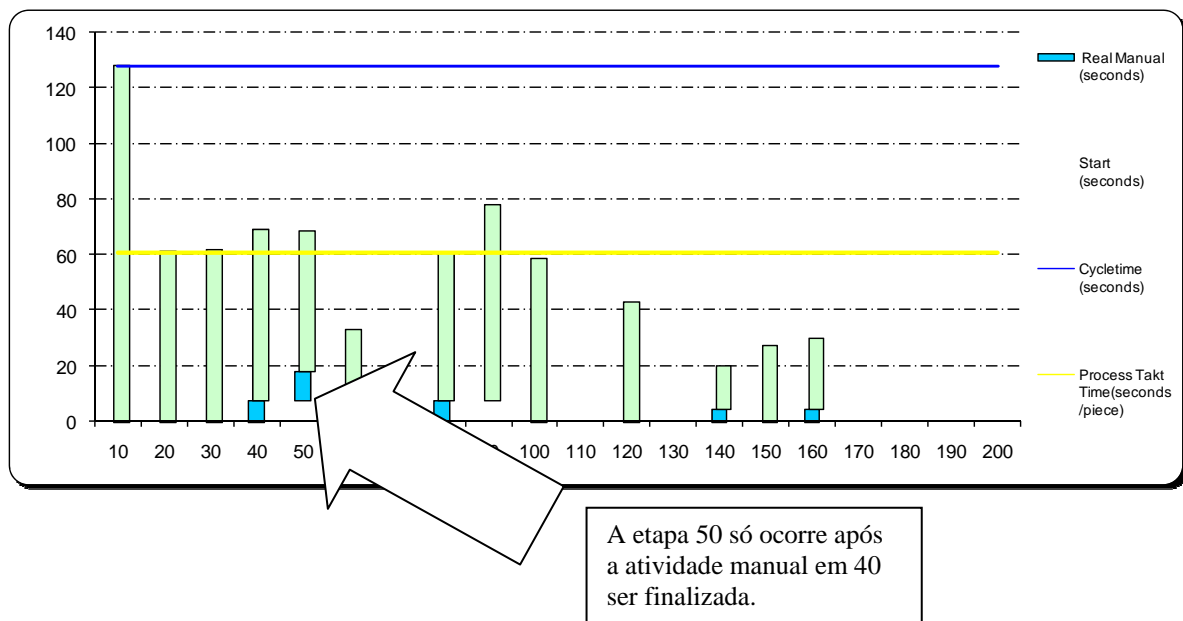
Resumo do Processo (T/C)			
Atividades Manuais		Atividades Máquina	
Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
17,25	1,52	18,98	1,23
Tempo Ciclo Total (s/peça)		Erro Esperado (s/peça)	
36,23		1,16	
Prod/h Min	Produção/hora	Prod/h Max	Diferença
96,30	99,37	102,64	3,27

Após a compilação dessas informações para todas as famílias de produtos iremos passar para a definição da condição de balanceamento quando iremos definir os gargalos do processo, o ritmo de produção e a capacidade de cada linha.

O gráfico de barras é uma ferramenta visual que auxilia no estudo da condição de balanceamento uma vez que tomando com base o ritmo de produção em função da demanda desejada podemos avaliar se o processo atende à capacidade e identificamos claramente o processo mais lento naquele fluxo.

Nesse momento cabe entendermos por que separamos os tempos coletados entre atividades manuais ou automáticas e ainda o número de operadores em cada etapa do processo. As atividades automáticas (robôs, esteiras, braços mecânicos ou qualquer atividade que possibilite o operador ficar livre para executar outra ação) são plotadas de tal maneira que quando ocorrem não interferem nas demais atividades, ou seja, a atividade posterior pode iniciar enquanto o processo automático ocorre. Fato que não se verifica para as atividades manuais.

Através do gráfico abaixo é possível identificar a influência das atividades manuais e automáticas para um mesmo operador.

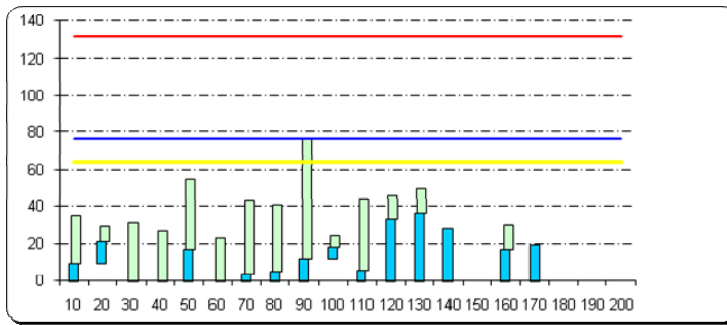


Além disso, através desse gráfico de balanceamento verificamos que a etapa 10 é o gargalo do processo ditando o ritmo de produção (linha azul). Diversas etapas apresentam tempo de ciclo superior ao tempo de ritmo necessário para atendimento da demanda (linha amarela).

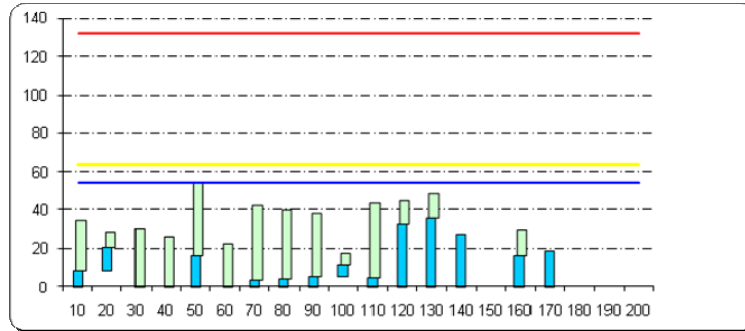
Através desta ferramenta deve ser realizado o estudo de balanceamento da linha de produção para todas as famílias de produtos, visando uma maior produtividade, nivelando a produção com um número ideal de operadores e com uma sequência ideal das operações, tendo como principal cuidado manter em paralelo as operações manuais com as operações automáticas e a definição de fluxos contínuos, sempre que possível.

No caso abaixo, descreve-se a situação de uma empresa que utiliza duas máquinas de testes funcionais na etapa 90. Duas máquinas foram compradas para trabalhar em paralelo, pois o tempo de ciclo das mesmas é considerado alto. Em função da falta de ajuste das máquinas e com objetivo de não parar a produção, os operadores verificaram que umas das máquinas era mais permissiva ao teste funcional dando resultados de aprovação enquanto a outra reprovava o produto. Dessa maneira, no momento do mapeamento, as máquinas estavam sendo utilizadas em série impactando na velocidade da linha, no atendimento à demanda e gerando grande quantidade de estoque intermediário.

Após o ajuste e a padronização da condição ideal das máquinas em paralelo houve um ganho de produção de 26% conforme se pode verificar. Além disso, o atendimento à demanda foi novamente alcançado.



**Ganho de 26%
na Capacidade
de Produção**



Neste caso, o mapeamento da condição de balanceamento serviu para identificar e resolver um problema de gestão e controle do processo. Muitas vezes essa análise visual servirá de apoio para o entendimento da necessidade de investimento em novas máquinas, realocação de operadores ou readequação da demanda.

O que deve ficar claro é que certamente o estudo da condição de balanceamento é um processo cíclico, sendo altamente recomendada a definição de uma rotina para a retroalimentação dos dados coletados. Apenas com essa rotina definida e respeitada os dados refletirão o atual estado da linha produção, possibilitando um estudo confiável e a tomada de decisão de forma assertiva e eficiente.

Através da coleta de tais informações e a definição da condição atual da linha de produção, muitos problemas já serão identificados e resolvidos e uma abordagem através de ferramentas mais amplas como o mapeamento do fluxo de valor será muito mais detalhada e assertiva para a otimização dos gargalos.

Gilberto Strafacci Neto e **Thiago Luciano Leite** são consultores do Setec Consulting Group nas áreas de Lean Seis Sigma, Qualidade e Produtividade. – gstrafacci@setecnet.com.br e tleite@setecnet.com.br.