

## Balanceamento de linha em processos manuais na indústria gráfica

Rogério Tondato (UTFPR/ UFSC) [rogeriotondato@utfpr.edu.br](mailto:rogeriotondato@utfpr.edu.br)  
Mirian Buss Gonçalves (UFSC) [mirianbuss@deps.ufsc.br](mailto:mirianbuss@deps.ufsc.br)

### Resumo:

A indústria gráfica possui muitas atividades manuais e sequenciadas em seu processo de acabamento de livros, revistas e ou periódicos. Estas atividades demandam muita mão de obra e conseqüente trabalho sequenciado para atender as demandas e necessidades particulares de cada cliente. Neste trabalho será apresentado um estudo do balanceamento de uma das linhas de produção de acabamento no ramo industrial gráfico, utilizando técnicas heurísticas de balanceamento de linha.

**Palavras chave:** Balanceamento de linha, indústria gráfica, processos manuais

### *Line balancing in manual processes in the printing industry*

#### **Abstract**

*The printing industry has many manual activities and sequenced in the process of finishing books, magazines, or newspapers. These activities require a lot of manpower and consequent job sequenced to meet the demands and needs of each client. In this paper a study is made of the balancing of the finishing production lines in the graphic industry, using heuristics techniques of line balancing.*

**Key-words:** *Line balancing, printing industry, manual processes*

### **1. Introdução**

À medida que as organizações ocupam posições de liderança, elas se tornam mais enxutas e ágeis, e esperam muito que suas operações modernizadas sejam confiáveis e eficientes. Nesse ambiente dinâmico, a administração da produção torna-se mais importante do que nunca. As operações são a peça de integração crítica que permite o funcionamento conjunto de todas as áreas funcionais de uma organização. A organização integrada de maneira bem sucedida enfrentará a competição global com produtos de qualidade, notável serviço ao cliente e controle de custos eficiente.

Para obter sucesso, as empresas devem construir uma infraestrutura que lhes permite: desenvolver e projetar rapidamente novos produtos inovadores, de superior qualidade e comprometer-se com uma política de melhorar continuamente os projetos de produtos existentes; construir sistemas flexíveis de produção capazes de produzir rapidamente produtos de ótima qualidade e baixo custo, que possam ser modificados para se acomodar às necessidades do cliente.

A obtenção dessas metas exige mudanças fundamentais na maneira de as empresas projetarem e desenvolverem produtos e processos de produção. Muitas empresas estão atualmente na dianteira em termos de instalações dos chamados sistemas de produção enxutos, menores e

mais compactos. Os funcionários são organizados em equipes de trabalho, e peças e ferramentas são posicionadas próximo de onde são necessárias. As linhas de montagem usam robôs e outras máquinas automatizadas, baseadas em computador. A produção e os pedidos de materiais são tão estreitamente coordenados com a demanda, tornando o estoque suficiente para atender a produção. Os resultados podem ser surpreendentes, os pedidos são rapidamente atendidos, com produtos de superior qualidade, com número adequado de funcionários e custos muito mais baixos.

Este trabalho propõe-se uma avaliação do balanceamento de linha em uma empresa gráfica. O objetivo principal é utilizar técnicas de balanceamento de linha com intuito de verificar sua operacionalização satisfatória, viabilizando tomada de decisões gerenciais mais ágeis e precisas, o que resulta em maior velocidade de resposta, menores perdas e consequentemente maior competitividade no mercado.

## **2. Balanceamento de linha**

O balanceamento de linha é a análise de linhas de produção que divide igualmente o trabalho a ser feito entre as estações de trabalho, a fim de que o número de trabalho necessário na linha de produção seja minimizado (Davis *et al.*, 2001). As linhas de produção têm estações de trabalho e centros de trabalho organizados em sequencia ao longo de uma linha reta ou curva. Uma estação de trabalho é uma área física onde um trabalhador com ferramentas, ou um trabalho com uma ou mais máquinas, ou uma máquina não assistida, como um robô, executa um dado conjunto de tarefas. Um centro de trabalho é um pequeno agrupamento de estações de trabalho idênticas, com cada estação de trabalho executando o mesmo conjunto de tarefas.

O objetivo do balanceamento de linha é dar sequencia ou cadenciar a taxa de saída dos produtos de uma linha de produção segundo o planejamento de produção. (Krajewski & Ritzman, 1999).

A meta da análise de linhas de produção é determinar quantas estações de trabalho ter e quais tarefas atribuir a cada uma a fim de que o número mínimo de trabalhadores e a quantidade mínima de máquinas sejam usados para fornecer a quantidade necessária de capacidade (Corrêa *et al.*, 2001). Para um melhor entendimento, a tabela 1. resume alguns dos termos frequentemente usados no balanceamento de linha.

### **2.1 Etapas para o Balanceamento de Linha**

O problema do balanceamento da linha de produção é o delegar todas as tarefas a uma série de estações de trabalho, de forma que espaço o tempo necessário para realizar o trabalho em cada estação não exceda o tempo de ciclo e, ao mesmo tempo, o tempo não alocado (isto é, ocioso) em todas as estações de trabalho é minimizado (Black, 1998). Uma consideração importante consiste em delegar as tarefas tão igualitárias quanto possíveis nas estações. A sequencia de etapas necessárias para balancear uma linha de produção é objetiva:

- Determinar quais as tarefas devem ser executadas para concluir uma unidade de um produto em particular.
- Determinar a ordem ou sequencia na qual as tarefas devem ser executadas.
- Traçar um diagrama de precedência. Este é um fluxograma em que círculos representam tarefas e setas interligadas representam a precedência.
- Estimar as durações de trabalho.

- Calcular o tempo de ciclo.
- Calcular o número mínimo de estações de trabalho
- Usar uma regra heurística para atribuir tarefas a estações de trabalho de forma que a linha de produção seja balanceada.

<p><b>Tarefas</b> – Elementos de trabalho.</p> <p><b>Precedência da tarefa</b> – A seqüência ou ordem em que as tarefas devem ser executadas. A precedência de cada tarefa é conhecida a partir de uma lista das tarefas que devem precede-la imediatamente.</p> <p><b>Duração da tarefa</b> – A quantidade de tempo necessária para que um trabalhador bem treinado ou máquina não assistida executem uma tarefa. As durações de tarefas são expressas em minutos.</p> <p><b>Tempo de ciclo</b> – O tempo em minutos entre cada produto que sai na final de uma linha de produção.</p> <p><b>Tempo produtivo por hora</b> – O número de minutos que uma estação de trabalho opera em média a cada hora. Uma estação pode não estar em operação devido a quebras, troca de ferramental, paralisações e outros.</p> <p><b>Estações de Trabalho</b> – Localização física onde um conjunto particular de tarefas é executado. As estações são de dois tipos: tripulada, que contém um trabalhador que opera máquinas e/ou ferramentas, e uma estação não tripulada, que contém máquinas não assistidas, como robôs.</p> <p><b>Centro de trabalho</b> – Uma localização física onde duas ou mais estações de trabalho idênticas estão localizadas. Se for exigido que mais de uma estação de trabalho ofereça capacidade de produção suficiente, elas serão combinadas para formar um centro de trabalho.</p> <p><b>Número de estações de trabalho</b> – A quantidade de trabalho a ser feita no centro de trabalho, expressa em números de estações de trabalho.</p> <p><b>Número mínimo de estações de trabalho</b> – O menor número de estações de trabalho que podem oferecer a produção exigida, calculada por:</p> $\text{Soma de todos os tempos de tarefas} = \frac{\text{Soma de todos os tempos de tarefas} \times \text{Demanda}}{\text{Tempo de ciclo} \times \text{Tempo produtivo por hora}}$ <p><b>Número real de estações de trabalho</b> – O número total de estações de trabalho necessárias na linha de produção inteira, calculadas como o próximo valor inteiro mais alto do número de estações de trabalho em funcionamento.</p> <p><b>Utilização</b> – A porcentagem de tempo que uma linha de produção trabalha, calculada por:</p> $\frac{\text{Número de estações de trabalho} \times \text{Tempo de ciclo}}{\text{Número real de estações de trabalho} \times \text{Tempo produtivo por hora}} \times 100$ <p>(Fonte: Gaither <i>et al.</i>, 2001)</p>
---

Tabela 1 – Terminologias na análise de linhas de produção

## 2.2 Regras Heurísticas do Balanceamento de Linha

Os pesquisadores têm usado a programação linear, a programação dinâmica e outros modelos matemáticos para estudar problemas de balanceamento de linha. Mas esses métodos estão além do escopo deste trabalho e normalmente não são úteis para resolver grandes problemas. Métodos heurísticos, ou baseados em regras simples, têm sido usados para desenvolver boas soluções para esses problemas – não soluções ótimas, mas soluções muitas boas. Entre esses métodos estão a regras heurísticas de utilização incremental (IU) e regra heurística da tarefa de mais longa duração (LTI). A regra heurística de utilização incremental simplesmente acrescenta tarefas a uma estação de trabalho em ordem de precedência de tarefas, uma de cada

vez, até que a utilização seja de 100% ou se observe que tal utilização caia. Então, esse procedimento é repetido na estação de trabalho seguinte para as tarefas restantes (Gaither *et.al.*, 2001).

A figura 1 ilustra os passos seguidos na regra heurística de utilização incremental, mostrando sua apropriação quando uma ou mais durações de tarefas são iguais ou maiores do que a duração do ciclo. Uma importante vantagem dessa regra heurística é que ela é capaz de resolver problemas de balanceamento de linha independente da duração das tarefas em relação à duração do ciclo. Em certas circunstâncias, entretanto, essa regra cria a necessidade de ferramentas e equipamentos extras. Se o foco principal da análise for minimizar o número de estações de trabalho ou se as ferramentas e equipamentos usados na linha de produção forem abundantes ou baratos, essa regra será apropriada.

A regra heurística de tarefa mais longa duração adiciona tarefas a uma estação de trabalho, uma de cada vez, na ordem de precedência das tarefas. Se for necessária que a escolha seja entre duas ou mais tarefas, aquela que tem a mais longa duração será adicionada. Isso tem o efeito de designar o mais rápido possível às tarefas que são mais difíceis de encaixar numa estação de trabalho. Tarefas com durações menores são então reservadas para aprimorar a solução.

Essa regra heurística segue os seguintes passos para balancear uma linha de produção:

- Admitamos que  $i = 1$ , onde  $i$  é o número da estação de trabalho que está sendo formada;
- Fazer uma lista de todas as tarefas candidatas a serem designadas a essa estação de trabalho. Para que uma tarefa esteja nesta lista, ela deve satisfazer a todas estas condições:
  - Ela não pode ter sido designada anteriormente a essa ou a qualquer outra estação;
  - Suas predecessoras imediatas devem ter sido atribuídas a esta estação de trabalho ou a uma anterior;
  - A soma dessa duração de tarefa e de todas as outras durações de tarefa já designadas à estação de trabalho, deve ser inferior ou igual à duração do ciclo. Se nenhuma candidata puder ser encontrada, ir para o último passo.
- Designar a tarefa da lista que tem a mais longa duração à estação de trabalho;
- Encerrar a atribuição de tarefas à estação de trabalho  $i$ . Isso pode ocorrer de duas maneiras. Se não houver qualquer tarefa na lista das candidatas para a estação de trabalho, mas se ainda houver tarefas a serem designadas, definir  $i = i + 1$  e retornar ao segundo passo. Se não houver mais tarefas não designadas, o procedimento estará completo;
- Calcular o tempo de ciclo;
- Calcular o número mínimo de estações de trabalho;
- Usar uma regra heurística para atribuir tarefas a estações de trabalho de forma que a linha de produção seja balanceada.

As condições de uso da regra heurísticas da tarefa de mais longa duração são, ela somente poder ser usada quando cada uma e todas as durações de uma tarefa forem inferiores ou iguais à duração do ciclo; não podendo haver quaisquer estações de trabalho duplicadas. Uma vez que não há qualquer estação de trabalho duplicada, a quantidade de ferramentas e equipamentos necessária é baixa. Essa restrição também reduz a flexibilidade. Se cada uma e todas as durações de tarefa forem inferiores ou iguais à duração do ciclo, e se o foco principal

da análise de linhas de produção for minimizar o número de estações de trabalho e a quantidade necessária de ferramentas e equipamentos, então essa regra heurística seria a apropriada. Felizmente, há modificações dessa regra que permitem que as durações de tarefa sejam maiores do que a duração do ciclo.

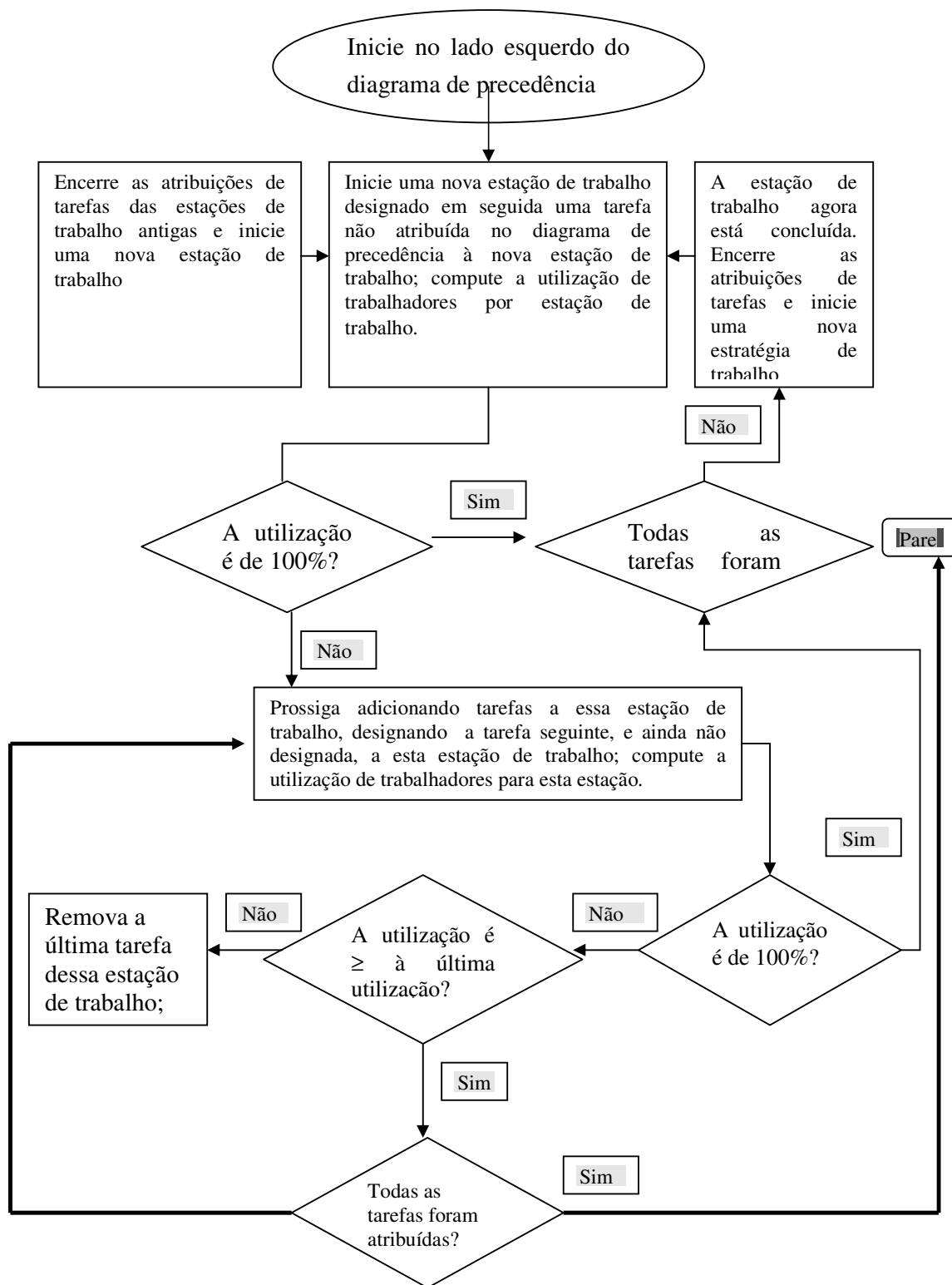


Figura 1 – Regra Heurística de Utilização Incremental

### 3. Questões sobre o Balanceamento de Linha

Os problemas de balanceamento de linha desta secção forneceram a demanda por mercado ou volume de produção como um dado. Se o volume de produção for conhecido, o tempo de ciclo pode ser calculado, e esse valor impulsiona as regras heurísticas de balanceamento de linha que determinam o número de estações de trabalho necessário. Esta nem sempre é a natureza dos problemas reais na indústria. Às vezes o número de estações de trabalho é dado, e a duração do ciclo é deduzida. Isso poderia ser feito experimentando-se diversos valores de duração do ciclo com uma das regras heurísticas de balanceamento de linha até que o número de estações de trabalho na solução coincidisse com o número de estações de trabalho desejado. Em outros momentos é usada uma faixa de valores para duração do ciclo para orientar o balanceamento de linha numa busca por uma solução que minimize o tempo ocioso (Martins *et al.*, 2001).

Variar a duração do ciclo pode ter importantes resultados no balanceamento. Uma duração de ciclo mais longa, a mesma coisa que um volume de produção mais baixo, pode resultar num número menor de estações de trabalho e menos usinagem e maquinaria, o que pode levar a custos mais baixos. Essa tática pode exigir a manutenção de um estoque maior de produtos acabados, que pode esgotar-se em períodos de pico de demanda. Uma duração de ciclo mais breve, a mesma coisa que um volume de produção mais elevado, poderia, supostamente levar a menos tempo ocioso e menor custo de produção. Desta forma, são aconselháveis uma experimentação com diferentes durações de ciclo a fim de que eles resultem em baixos custos de produção e menos investimento de capital em máquinas e ferramentas. Mudanças na demanda por produto, modificações de máquinas, variações no aprendizado e treinamento de empregados e outras mudanças podem levar a linhas de produção desbalanceadas ou capacidade insuficiente ou excessiva.

#### 3.1. Re-balancear uma linha de produção

É uma ocorrência comum, a maioria das linhas de produção é re-balanceada diversas vezes ao ano. Esse re-balanceamento significa certa dose de interrupção na produção, porque são afetados os *layouts* e emprego dos trabalhadores. Mas continuar operando uma linha de produção desatualizada e desbalanceada, com a capacidade incorreta, podem causar custos de produção elevados, maus serviços ao cliente e estoques excessivos.

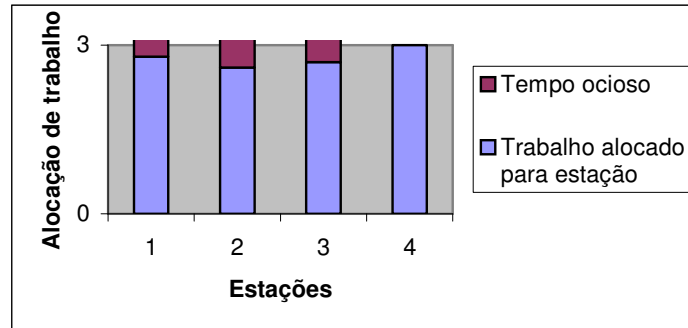
#### 3.2 Medindo as Perdas por Balanceamento

A eficácia da atividade de balanceamento de linha é medida por uma grandeza chamada perda por desbalanceamento. Ela significa o tempo desperdiçado pela desigual alocação de trabalho como percentagem do tempo total de investido no processamento do produto (Slack *et.al.*, 1997)

Na figura 2 é ilustrada a alocação de trabalho em uma linha para um exemplo de quatro estações de trabalho. O tempo de ciclo é de 3,0 minutos e as quatro estações têm alocação de trabalho igual a 2,8, 2,6, 2,7 e 3,0 minutos respectivamente. A quantidade total de tempo investido em produzir cada produto é quatro vezes o tempo de ciclo porque, para cada unidade produzida, quatro estágios terão trabalhado pelo tempo de ciclo. Neste caso, o tempo total investido é de  $4 \times 3,0 = 12$  minutos. Três dos quatro estágios têm alocação de trabalho menor que 3,0 minutos.

- Tempo ocioso a cada ciclo =  $(3,0 - 2,8) + (3,0 - 2,6) + (3,0 - 2,7) = 0,9$  minuto.
- Proporção de tempo ocioso por ciclo =  $0,9/4 \times 3,0 = 0,075 = 7,5\%$

Entre eles, estão desperdiçando 0,19 minuto de ociosidade. A perda por desbalanceamento é de 7,5%.



Fonte: (Slack *et al.*, 1997)

### 3.3 Eficiência da Linha

Existem situações em que não há o perfeito balanceamento da linha, onde a quantidade de *workstations* (posto de trabalho) indicada é número fracionário. Neste caso é arredondada para cima a quantidade de *workstation*, e com isso é possível medir a eficiência do balanceamento da linha (Elsayed & Boucher, 1994).

A eficiência da linha é a soma total dos tempos das tarefas, divididos pelo produto do número de *workstations* e o tempo de ciclo.

## 4. Balanceamento de Linha na Indústria Gráfica

Em diversas situações do cotidiano das empresas, existem os problemas de balanceamento das linhas de produção. Em princípio parece fácil observar e resolver os problemas de uma linha de produção. Frequentemente o estudo da administração e/ou controle da produção, não são usados na resolução dos problemas do dia a dia das organizações, podendo levar a uma perda excessiva nos processos de produtivos.

Na indústria gráfica, além da impressão propriamente dita do material, o produto pode sofrer diversas formas de acabamento. Conforme o requisito do cliente por determinados tipos de acabamento, faz-se necessário montar linhas de produção sequenciadas para atender a demanda diária. Os tipos de acabamento existentes podem combinar em uma mesma linha de produção, diversos equipamentos e serviços manuais. Ora, existem acabamentos que somente usam equipamentos; ora, existem acabamentos que utilizam somente serviços manuais. O balanceamento de linha no setor de pós-impressão de uma indústria gráfica é uma ferramenta poderosíssima na eliminação de perdas por ineficiência e ou super-eficiência.

### 4.1 Definição do Problema

Atualmente a indústria gráfica “IMPRESSÃO”, conta com um problema de balanceamento de linha no acabamento de um produto requisitado por um cliente, na qual existe uma demanda diária fixa de 700 unidades. O produto consiste em um livro na qual sofre o processo de impressão e passa para o setor de pós-impressão para receber os acabamentos finais determinados pelo cliente, atualmente a linha é composta por um quadro de pessoal de sete funcionários. Este processo de acabamento é uma linha de produção na qual sofre os seguintes trabalhos:

- a) separação do caderno inicial;
- b) intercalação (junção) de três cadernos;
- c) aplicação da capa do livro (com cola);
- d) corte trilateral;

- e) inclusão de um encarte;
- f) blocagem do material;
- g) corte das extremidades;
- h) *shirink* do material.

Pretende-se utilizar o balanceamento de linha com o intuito de diminuir a quantidade de mão de obra na linha e proporcionar o sequenciamento da produção.

#### 4.2 Coleta dos dados

Inicialmente, o primeiro passo listam-se as tarefas envolvidas para a produção do produto, identificar as tarefas imediatamente precedentes e os tempos médios de cada tarefa, como segue na tabela 2.

Tarefa	Tempo médio (min)	Tarefas imediatamente precedentes
1. Separar o caderno inicial	0,20	nenhuma
2. Intercalação dos três cadernos	0,45	1
3. Blocagem do material	0,22	1
4. Inclusão de um encarte	0,19	2
5. Aplicação da capa	0,68	3,4
6. Corte trilateral	0,40	5
7. Corte das extremidades	0,12	5
8. Shirink do material	0,15	6,7
<b>Total</b>	<b>2,41</b>	

Tabela 2 – Tarefas envolvidas no acabamento de livros

Os tempos médios das tarefas apresentados na tabela 2 foram obtidos através de informações do departamento de produção da empresa em questão. Por intermédio desse conhecimento é possível elaborar o gráfico de precedência, apresentado na figura 3, que nada mais é do que o fluxograma do processo.

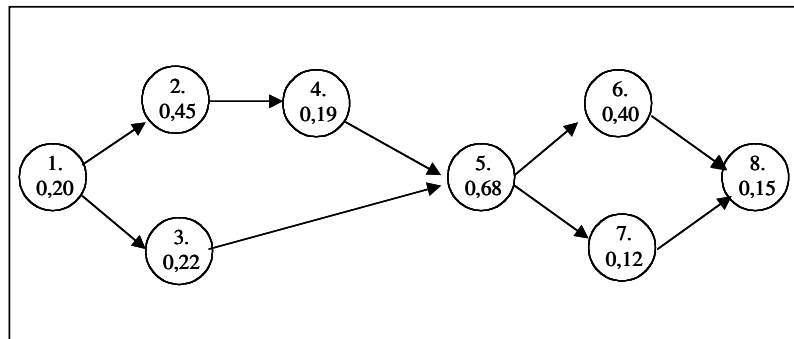


Figura 3 – Gráfico de Precedencia

#### 4.3 Análise do Problema

Através das informações obtidas na tabela 2 e na figura 3, pode-se calcular o tempo de ciclo da linha, uma vez que no setor de acabamento tem-se 8 horas de trabalho e uma demanda de 700 livros/dia.

O tempo de ciclo da linha é calculado como:



$$\text{Tempo de Ciclo} = \frac{\text{Horas Disponíveis}}{\text{Demanda}} = \frac{(8h \times 60 \text{ min})}{700 \text{ livros/dia}} = 0,69 \text{ min} \quad (1)$$

O tempo de ciclo da linha é 0,69 min, ou seja, a cada 0,69 min sai um produto da linha de produção. Com este dado é possível calcular a quantidade de *workstations* (*W*) necessárias para essa linha de produção, que é calculada como:

$$W = \frac{\text{Tempo Total}}{\text{Tempo de Ciclo}} = \frac{2,41}{0,69} = 3,4927 = 4 \text{ workstations} \quad (2)$$

Esta linha de produção necessita de 4 *workstations* para poder operar. Pode-se calcular a eficiência da linha (*Ef*) que é dada por:

$$Ef = \frac{\text{Tempo Total}}{n^{\circ} \text{estações} \times \text{Tempo de Ciclo}} = \frac{2,41}{4 \times 0,69} = 87,32\% \quad (3)$$

Através da regra heurística demonstrada na figura 1, deve-se alocar as *workstations* as tarefas, realizando o balanceamento de linha. A tabela 3 representa a alocação das tarefas as *workstations*.

Workstation	Tarefas Agrupadas	Minutos	Tempo ocioso
1	1-2	0,65	0,04
2	3-4	0,41	0,28
3	5	0,68	0,01
4	6-7-8	0,67	0,02

Tabela 3 – Agrupamento das tarefas

Através da regra heurística as tarefas foram alocadas de forma que a soma de seus tempos juntas não fosse maior que o tempo de ciclo. Na figura 4 pode-se observar o fluxograma do processo com as *workstations* representadas. Não existe nenhuma restrição quanto à alocação das tarefas, portanto o resultado obtido é válido para fins práticos, obtendo a melhor eficiência do *layout* de produção.

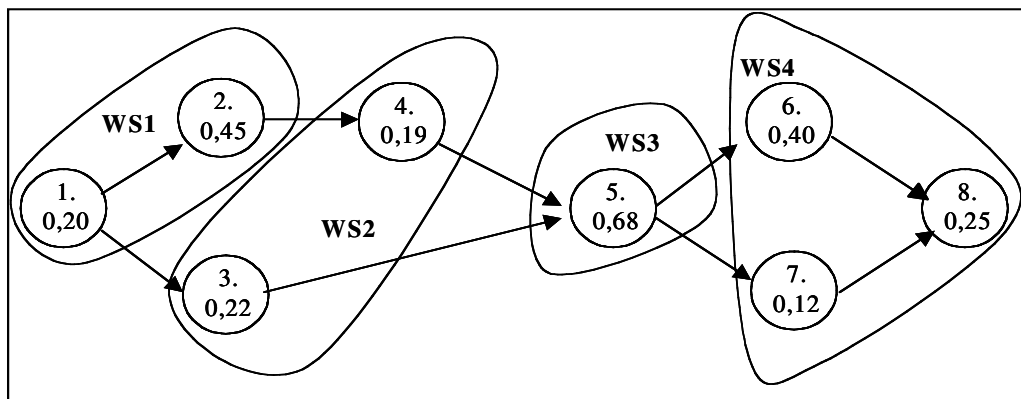


Figura 4 – Gráfico de precedência com suas respectivas *workstations*

### 4.3 Análise do Problema

Através das informações obtidas na tabela 2 e na figura 3, pode-se calcular o tempo de ciclo da linha, uma vez que no setor de acabamento tem-se 8 horas de trabalho e uma demanda de 700 livros/dia.

O tempo de ciclo da linha é calculado como:

$$\text{Tempo de Ciclo} = \frac{\text{Horas Disponíveis}}{\text{Demanda}} = \frac{(8h \times 60 \text{ min})}{700 \text{ livros / dia}} = 0,69 \text{ min} \quad (4)$$

O tempo de ciclo da linha é 0,69 min, ou seja, a cada 0,69 min sai um produto da linha de produção. Com este dado é possível calcular a quantidade de *workstations* necessárias para essa linha de produção, que é calculada como:

$$W = \frac{\text{Tempo Total}}{\text{Tempo de Ciclo}} = \frac{2,41}{0,69} = 3,4927 = 4 \text{ workstations} \quad (5)$$

Esta linha de produção necessita de 4 *workstations* para poder operar. Pode-se calcular a eficiência da linha que é dada por:

$$Ef = \frac{\text{Tempo Total}}{n^{\circ} \text{ estações} \times \text{Tempo de Ciclo}} = \frac{2,41}{4 \times 0,69} = 87,32\% \quad (6)$$

Através da regra heurística demonstrada na figura 1, deve-se alocar as *workstations* as tarefas, realizando o balanceamento de linha. A tabela 4 representa a alocação das tarefas as *workstations*.

Workstation	Tarefas Agrupadas	Minutos	Tempo ocioso
1	1-2	0,65	0,04
2	3-4	0,41	0,28
3	5	0,68	0,01
4	6-7-8	0,67	0,02

Tabela 4. Agrupamento das tarefas

Através da regra heurística as tarefas foram alocadas de forma que a soma de seus tempos juntas não fosse maior que o tempo de ciclo. Na figura 4. pode-se observar o fluxograma do processo com as *workstations* representadas. Não existe nenhuma restrição quanto à alocação das tarefas, portanto o resultado obtido é válido para fins práticos, obtendo a melhor eficiência do lay out de produção.

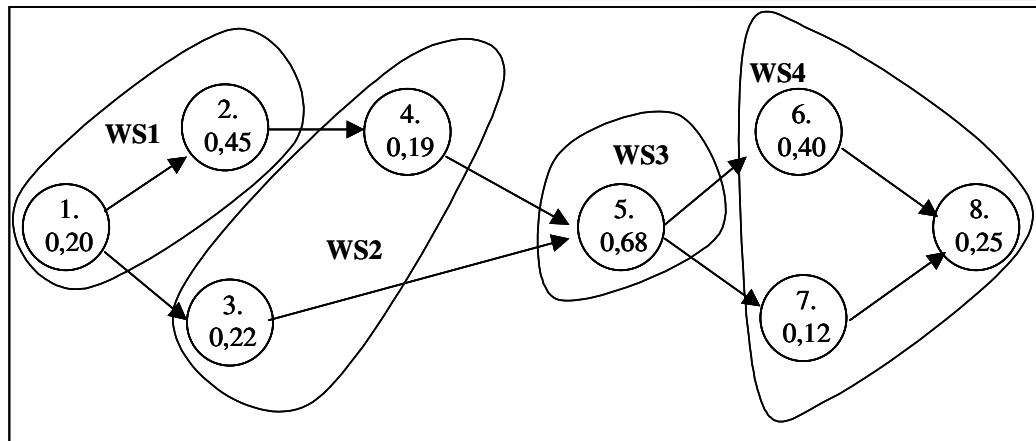


Figura 4. Gráfico de precedência com suas respectivas workstations

#### 4.4 Ineficiência do Balanceamento da Linha

A ineficiência do balanceamento pode ser calculada através das somas das ociosidades das estações de trabalho, divididas pelo produto do tempo de ciclo e o nº das estações de trabalho, conforme apresentado no subtítulo 3.2 medindo as perdas por balanceamento. Ou ainda de uma outra forma, pode ser calculada como sendo a diferença entre o 100% e a eficiência da linha. A equação 7 calcula esta ineficiência.

$$\text{Ineficiência} = 1 - \text{Eficiência} = 1 - 0,8732 = 12,68\% \quad (7)$$

#### 5. Conclusões

Pela aplicação do estudo do balanceamento de linha, pode-se observar que a linha do produto livro, estava com excesso de mão de obra, pois na condição inicial a linha de produção apresentava sete funcionários para excussão das atividades e após o balanceamento verificou-se a necessidade de apenas quatro estações de trabalho para a realização das mesmas atividades, obtendo uma redução de 43% da mão de obra da linha de produção.

Além da redução da mão de obra, outro benefício é a diminuição de estoques em processo, visto que a linha se encontra mais balanceada, com os estoques entre os processos diminuídos ao máximo.

Uma filosofia operacional focalizada na eliminação total dos desperdícios e agregação de valor a partir da ótica dos clientes, torna a empresa mais flexível para responder mais rapidamente às mudanças de demanda, aumentando a sua produtividade e competitividade.

#### Referências

BLACK, J.T. *O Projeto da Fábrica com Futuro*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

CORRÊA, L.H.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. São Paulo: Atlas, 2001.

DAVIS, M.M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B. *Fundamentos da Administração da Produção*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

ELSAIED, E.A. & BOUCHER, T.O. *Analysis and Control of Production Systems*, 2nd Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994.

**GAITHER, N.; FRASIER.G.** *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

**KRAJEWSK, L.J. & RITZMAN, L.P.** *Operations management: strategy and analysis* – 5th edition, Addison Wesley, Reading (MA), 1999

**MARTINS, P.G.; LAUGENI.F.P.** *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva, 2001.

**MOREIRA, D. A.** *Administração da Produção e Operações*. São Paulo:Pioneira, 1998.

**SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.;HARRISON, A., HOJNSTON, R.** *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1997.