

BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO

Renan Augusto Dembogurski (UFJF)

ad.renan@gmail.com

Márcio de Oliveira (UFJF)

marcioli@engenharia.ufjf.br

Clóvis Neumann (UFJF)

clovis.neumann@ufjf.edu.br



O objetivo deste trabalho foi otimizar a capacidade dos recursos produtivos num Centro de Distribuição de Medicamentos através aplicação da técnica de balanceamento de linha de produção, tendo como foco a alocação dos funcionários nos setores produtivos. A metodologia consistiu em identificar o problema, analisar as tarefas envolvidas, pesquisar referenciais teóricos sobre o tema, fazer o levantamento dos desempenhos operacionais iniciais, apresentar uma nova distribuição das capacidades, implementar as mudanças e analisar os resultados. Esta pesquisa representou ganhos diretos para a empresa como aumento na produtividade de todos os setores envolvidos e intensa redução do serviço extraordinário realizado diariamente.

Palavras-chaves: Centro de Distribuição; Linha de Produção; Balanceamento.

1. Introdução

Para se manterem competitivas no mercado atualmente as empresas necessitam atender as crescentes expectativas dos clientes. Neste cenário operam em um nível cada vez maior de qualidade, procuram reduzir custos desnecessários e manter seus processos internos com a menor variabilidade possível. Dentro deste contexto encontram-se operações de manufatura e de prestação de serviços, entre estes os Centros de Distribuição (CD), que representam um importante papel na logística empresarial contribuindo não só para aumentar o nível de serviço pela localização próxima ao cliente, como também para uma política de estoque centralizado. Os Centros de Distribuição de medicamentos não são exceção, necessitando oferecer um serviço de qualidade e ao mesmo tempo flexível com alta relação entre volume e variedade, característica de serviços em massa. O elevado volume e variedade de itens exigem um sistema de planejamento e controle rigoroso dos processos, que demandam procedimentos operacionais bem definidos, com a utilização de técnicas e ferramentas que dão suporte a toda operação.

No contexto da Gestão da Produção, uma das técnicas aplicadas para esse fim é o balanceamento de linha de produção que busca otimizar e sincronizar os recursos necessários para o processamento de um produto ou serviço, de forma a atender a demanda nas quantidades e datas previstas. No caso de Centros de Distribuição de Medicamentos o balanceamento pode ser utilizado tanto para o nívelamento do número de funcionários operando ou para o controle periódico de endereços dos produtos contidos na linha de produção.

O estudo aqui apresentado enquadra-se como uma pesquisa básica na qual busca-se observar as características dos processos envolvidos, implementar uma nova distribuição de capacidade dos recursos através do balanceamento da linha de produção e analisar seus resultados. O período utilizado nos estudos envolveu três meses, desde a primeira semana de outubro até a última de dezembro de 2007, constituindo sete semanas antes e depois da implantação das medidas de balanceamento.

2. Revisão Bibliográfica

Dentre as 10 grandes áreas da Engenharia de Produção segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), a Gestão da Produção é uma das áreas cujo envolvimento direto com os níveis operacionais representa o meio pelo qual as empresas possam atingir suas metas a curto, médio e longo prazo. Segundo Slack (2008, 29) é a maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços.

Neste contexto as empresas que se destacam possuem uma gestão integrada e objetiva, processos bem definidos e muito bem planejados. No caso de empresas prestadoras de serviços, é possível destacar o projeto destes como uma forma vital de planejamento e, segundo Gaither (2005) possui três dimensões: o grau de padronização de um serviço, o grau de contato com o cliente e a combinação de bens físicos e serviços intangíveis.

Outro aspecto fundamental relacionado à gestão de empresas prestadoras de serviços é a qualidade dos processos de produção e há uma relação direta entre estes e o desempenho da empresa haja visto que, para que funcionem de forma eficaz, as organizações têm que identificar e gerenciar processos inter-relacionados e interativos (ABNT, 2000a; 2000b; 2000c).

Desta forma, as empresas precisam buscar diferenciais utilizando a melhoria contínua de processos e gestão como principal motivador no cenário atual. Uma das técnicas aplicadas visando melhorar o desempenho de processos e simplificar a gestão é o balanceamento de linha de produção.

Várias técnicas de balanceamento foram desenvolvidas e aprimoradas ao longo do tempo, segundo Slack, seguindo as peculiaridades de cada linha de produção. Para Rocha (2005), balancear uma linha de produção é ajustá-la às necessidades da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, buscando unificar o tempo unitário de execução do produto em suas sucessivas operações.

Davis (2001) define as etapas do balanceamento de linha de produção da seguinte forma:

1. Especificar a relação seqüencial entre as tarefas, utilizando um diagrama de precedência;
2. Determinar o tempo de ciclo necessário;
3. Determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho;
4. Selecionar uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
5. Delegar tarefas, uma de cada vez, à primeira estação, até que a soma dos tempos seja igual ao tempo de ciclo. Repetir o processo nas estações seguintes;
6. Avaliar a eficiência da linha.

Vale ressaltar que esta abordagem não apresenta um caráter otimizador, sendo assim de fácil aplicação, porém proporcionando apenas uma das várias distribuições de tarefas possíveis. Outros métodos mais detalhados e difundidos de balanceamento, muito utilizados por empresas, envolvem técnicas heurísticas discutidas por Tonge (1961 e 1965), Moodie e Young (1965), Nevins (1972) e Talbot et alii (1986). O nível de detalhamento na aplicação da técnica pode exigir um profundo conhecimento dos envolvidos, mas se bem aplicada proporciona informações de alto valor agregado.

Outro fator importante a ser lembrado é que o tipo de linha de produção também interfere na aplicação da técnica de balanceamento. As diferenças entre linhas uni-modelo e multi-modelos são discutidas em Zante-de Fokket e de Kok (1997), em que a grande diferença entre os dois tipos de linhas está nos diagramas de precedência. Linhas de produção uni-modelo necessitam apenas de um diagrama de precedências gerado, sendo assim mais simples de se obter o balanceamento. No caso de linhas multi-modelos, todos os modelos possuem diagramas de precedência próprios.

A mudança no ambiente de trabalho também deve ser levada em consideração como consequência direta da técnica de balanceamento, considerando que a distribuição de funcionários promove a melhoria do trabalho em equipe. Segundo Ohno (1997) o trabalho em equipe combinado com outros fatores pode permitir que um time menor vença, ou seja, devem haver equipes de trabalho ao longo do dia para que o objetivo seja alcançado em conjunto e ocorram menos situações onde funcionários isolados são responsáveis por um alto índice de produtividade.

3. Estudo de caso

O estudo foi realizado num Centro de Distribuição de Medicamentos (CDM) que atua na zona da mata mineira. O seu mercado conta com clientes de diversos tipos e portes, desde empresas do varejo (farmácias e drogarias) até hospitais e instituições de saúde. Sua função essencial é a prestação de serviços em logística, representando a ligação entre laboratórios (fabricantes de

medicamentos) e clientes. A diversidade destes, aliada à demanda incerta e a alta concorrência do mercado, representam um desafio constante à prestação de serviços de qualidade.

O CDM objeto deste estudo é parte de uma organização composta por uma matriz, que centraliza as operações visando à minimização de custos, e doze centros de distribuição (CDs) responsáveis por atender as demandas regionais. Todas as mercadorias obtidas dos fornecedores são enviadas para a matriz e depois redistribuídas para os respectivos CDs, seguindo um histórico de vendas e o atual estado do estoque, evitando transferências desnecessárias. Pode ser realizada também a movimentação de mercadorias entre os CDs.

Dispondo de quarenta e sete funcionários, distribuídos entre vários setores, numa hierarquia bem definida desde auxiliar de estoque até gerente de logística, a linha de produção está dividida basicamente em quatro setores sequenciais e interdependentes: Recebimento, Separação, Conferência e Embalagem.

Para melhor compreensão do funcionamento interno da empresa apresenta-se na Figura 1 o diagrama de processos das principais etapas de produção.

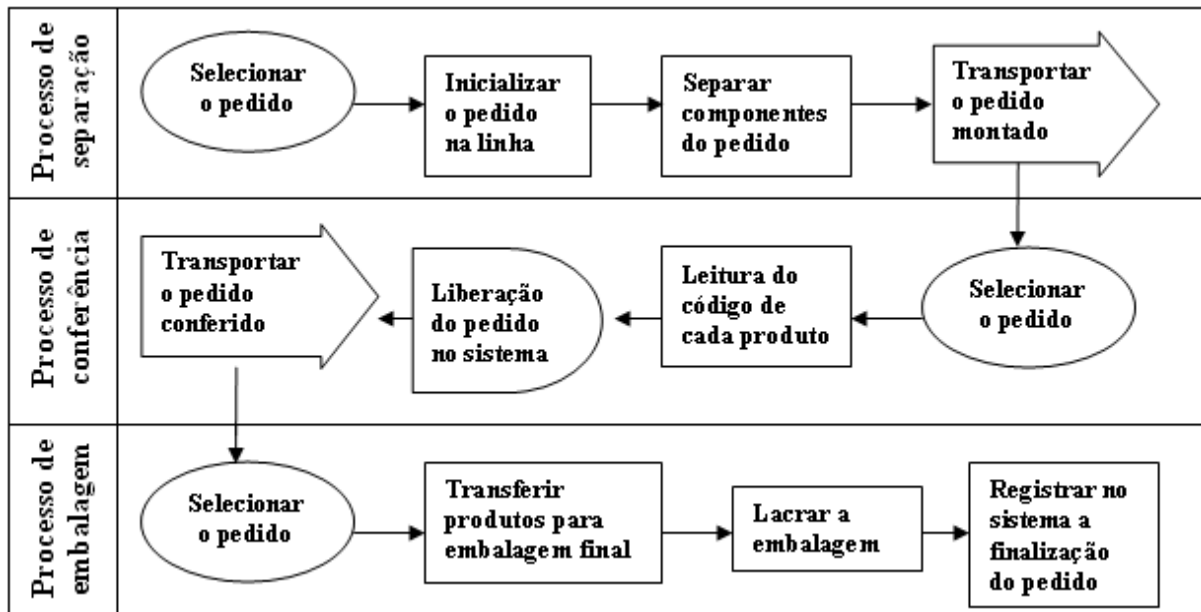


Figura 1 – Diagrama de processos de produção

A partir do momento em que os produtos se encontram no estoque e cadastrados em um sistema informatizado, já estão aptos a venda através de pedidos eletrônicos ou telemarketing. Os pedidos realizados são registrados no sistema (hora da realização do pedido e de impressão), processados, e automaticamente impressos em uma folha de papel que servirá como picklist para montagem dos pedidos no início do setor de separação.

O início do processo de separação é dado pela inicialização do pedido, ou seja, a leitura do código de barras no pedido para confirmar informações padrão e posterior transporte dos produtos. Os medicamentos serão retirados das prateleiras ou do *flowrack* (ambos abastecidos por produtos do pulmão) ao longo de uma esteira que passa por dezessete seções numeradas, representando a linha de separação. Cada separador pode atender uma ou diversas seções de acordo com a necessidade do momento, sendo responsáveis pela transferência dos produtos e pela anotação de qualquer anormalidade referente ao pedido na própria *picklist*. Se o produto

não se encontra no endereço, por exemplo, o separador anota uma falta para aquele pedido. Ao final da linha de separação o pedido seguirá ou para o setor de conferência ou para uma célula de produção sequencial responsável pela separação de remédios controlados.

Após serem transferidos para o setor de conferência, os produtos separados são agrupados por pedidos e dispostos próximos a um *check-out* formado por vários postos de trabalho anexos a bancadas onde será feita a conferência. Apenas um pedido pode ser conferido por vez, sendo que este também não pode ser confrontado em duas máquinas distintas ao mesmo tempo. Os recipientes contendo os produtos são transferidos para a bancada um a um, onde será realizada a leitura unitária responsável por verificar se as informações do código de barras dos medicamentos são iguais às informações contidas no código da *picklist*. O sistema registra, antes e após a finalização da conferência, o horário em que o pedido começou e deixou de ser conferido. Cabe lembrar que qualquer falta de produto não solucionada na separação provocará um erro na conferência, gerando retrabalho.

Deixando o setor de conferência, os recipientes contendo os produtos são reagrupados pelos embaladores de acordo com os pedidos e transferidos para o setor de embalagem. Ocorre neste setor a transposição dos itens para uma embalagem final que será lacrada com fita adesiva e etiquetada. A embalagem pronta é encaminhada à expedição e o pedido deve ser lido novamente para registrar o nome do embalador, a hora de finalização e a quantidade de volumes contidos no pedido.

O final do processo é a expedição da mercadoria, paletizada ou não, através do carregamento em um veículo para distribuição seguindo um sistema de rotas, prazos e prioridade de entrega.

Algumas características pertinentes ao projeto de serviços oferecidos devem ser ressaltados afim de uma maior compreensão sobre o cenário no qual a empresa está inserida. Com relação a padronização, esta é quase inexistente, uma vez que cada pedido pode ter qualquer tamanho, e ainda pode ser composto por infinitas combinações de diversos produtos, dificultando ainda mais a previsibilidade.

Na dimensão contato com o cliente, a empresa trabalha extremamente sob o domínio deste, com elevado esforço para atendimento aos prazos estreitos, além de não existirem procedimentos para lidar com pedidos contendo muitas unidades e sendo facilitada a devolução de qualquer tipo de pedido, provocando retrabalho. A forte concorrência também é um fator importante e faz com que as distribuidoras busquem cada vez mais atender a todos os desejos dos clientes, sacrificando seu próprio planejamento e controle.

Na combinação de bens físicos e serviços intangíveis, os medicamentos representam o material, o produto vendido, e a confiabilidade no serviço logístico é intangível, porém indispensável, uma vez que as distribuidoras trabalham como um estoque em cadeia para seus clientes. Todos estes aspectos devem ser considerados na análise sistêmica do problema.

4. Metodologia

Para fins dessa pesquisa, foi utilizado um conjunto de etapas de acordo com o modelo de balanceamento sugerido na bibliografia. Desse modo as etapas foram estruturadas em:

1. Estudo de todas as restrições e variáveis a serem utilizadas;
2. Relação da produção com a distribuição inicial de funcionários por setor por hora;
3. Proposta de mudança na alocação de funcionários;

4. Cálculo da nova produção média de cada setor hora a hora e tempo de ciclo.

A primeira etapa da pesquisa proporcionou um exame das características e limitações dos processos envolvidos, e também determinou o que deveria ser mensurado para posterior análise. Feitas as devidas considerações, foram definidos, para medir o desempenho dos processos, os indicadores: produção de cada setor hora a hora, e tempo de ciclo.

- Produção média de cada setor hora a hora: representa a porcentagem de unidades produzidas em uma determinada hora relacionadas com a demanda total do dia. O cálculo é feito pela razão entre a produção em uma hora pela demanda total.
- Tempo de ciclo: representa o tempo necessário para que o pedido seja processado em um setor. É calculado como o horário de saída menos o horário de entrada do pedido no setor.

Vale ressaltar que as principais limitações do modelo consideradas no estudo foram: a incerteza de demanda, a carga horária por trabalhador, capacidade do setor e produção a ser cumprida.

Todos os dados necessários para o início do estudo foram obtidos no sistema de troca de informações da empresa, responsável por registrar toda parte operacional da produção. O processamento de dados e a elaboração de relatórios foram feitos utilizando-se o software EXCEL.

A próxima etapa da pesquisa consistiu em unir a análise das informações obtidas e a distribuição inicial de funcionários, de maneira a determinar gargalos ou oportunidades de melhorias. As informações agregadas, resultantes desta etapa, formaram a base da nova proposta de alocação de funcionários.

As mudanças propostas após a aplicação da técnica de balanceamento e a extensa análise dos processos envolvidos foram descritas na terceira etapa da pesquisa, dotadas de justificativas.

A última etapa da pesquisa consistiu assim, em medir novamente o desempenho dos processos, através dos mesmos indicadores e, comparar os resultados antes e depois da aplicação da técnica de balanceamento. Foram feitas também considerações finais relatando o que foi alcançado com a pesquisa e possíveis melhorias a médio e longo prazo ainda a serem alcançadas.

5. Resultados

A Tabela 1 apresenta a média da produção de cada setor hora a hora, agrupada por intervalo de tempo, antes do balanceamento, e demonstra a realização de serviço extraordinário pelos setores. O intervalo de horas foi escolhido de acordo com o início e fim dos turnos, sendo que o primeiro turno inicia às 8:00h e termina às 17:47h, com 11 funcionários e o segundo turno com início às 14:00h e término às 23:47h com 36 funcionários. Ou seja, no período de 8:00h às 14:00h tem-se 11 funcionários, entre 14:00h e 17:47h tem-se os funcionários dos dois turnos trabalhando juntos, somando 47 colaboradores, e de 18:00h às 24:00h tem-se 36 funcionários.

Setor	Intervalo de horas do dia				Serviço extraordinário
	8:00-14:00	14:00-18:00	18:00-24:00	Acumulado	
Separação	9%	41%	47%	97%	3%
Conferência	3%	13%	53%	69%	31%

Embalagem	2%	8%	47%	57%	43%
------------------	----	----	-----	-----	-----

Tabela 1 – Produção percentual média por intervalo de horas antes do balanceamento

A Tabela 2 mostra os tempos de ciclo médios por semana antes do balanceamento e demonstra o tempo médio utilizado para o processamento de um pedido por setor.

	Semana							Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	
Separação	01:40:05	01:38:19	01:12:39	00:53:25	01:35:48	01:35:02	01:25:07	01:25:46
Conferência	02:05:47	02:53:50	01:47:20	01:20:52	02:39:57	01:39:25	02:02:10	02:04:12
Embalagem	00:59:11	01:08:21	00:53:10	00:38:24	00:57:26	01:06:31	01:03:10	00:58:02

Tabela 2 – Tempo de ciclo médio (hh:mm:ss) para processamento de um pedido por semana por setor

A carga horária limite de trabalho por dia sem hora extra é de oito horas por trabalhador. Então, considerando que antes do balanceamento a produção percentual acumulada dos setores, como foi demonstrado no Tabela 1, não era suficiente para atender a demanda acumulada neste prazo de horas, foi considerado redistribuir os funcionários de forma a haver mais de dois horários para entrada.

Com relação às capacidades dos setores, é importante mencionar que relacionam-se com o número de pessoal, espaço físico e equipamentos da seguinte forma: o setor de separação não pode conter um número superior a quinze funcionários devido à restrição de espaço físico; o setor de conferência não pode conter número de funcionários acima de nove devido à restrição de leitores e computadores; o setor de embalagem não possui restrição de funcionários devido ao trabalho desempenhado necessitar de pouco espaço para ser realizado.

A Figura 2 relaciona o número acumulado de funcionários empregados nas tarefas, utilizando a distribuição típica adotada inicialmente. Os funcionários que não se encontram nos setores de separação, conferência e embalagem, desempenham outras tarefas que não agregam valor, como organizar o estoque, abastecer a linha de produção, controlar lotes de medicamentos e outras. Vale ressaltar que o período compreendido entre 14:00h e 18:00h conta com os funcionários dos dois turnos na linha.

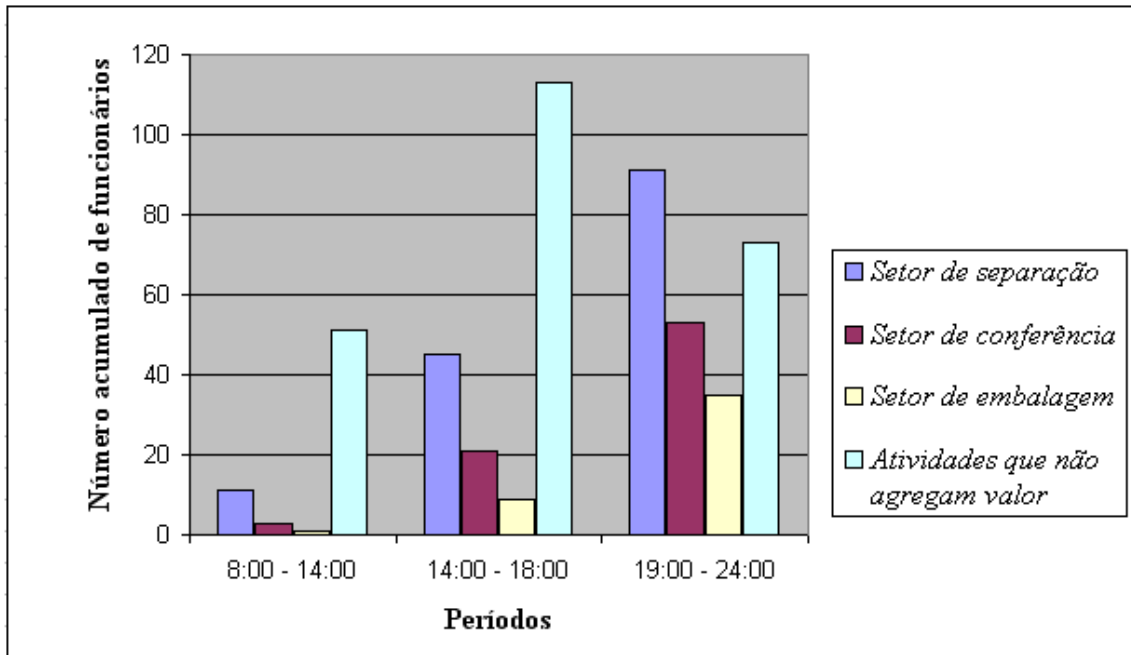


Figura 2 – Distribuição inicial de funcionários por setor por período

Presente na Figura 3 encontra-se a produção média por período obtida através da distribuição inicial de funcionários. Vale ressaltar que a soma das porcentagens de produção não atinge 100% ao final do expediente em nenhum dos setores, proporcionando um elevado e constante índice de serviço extraordinário.

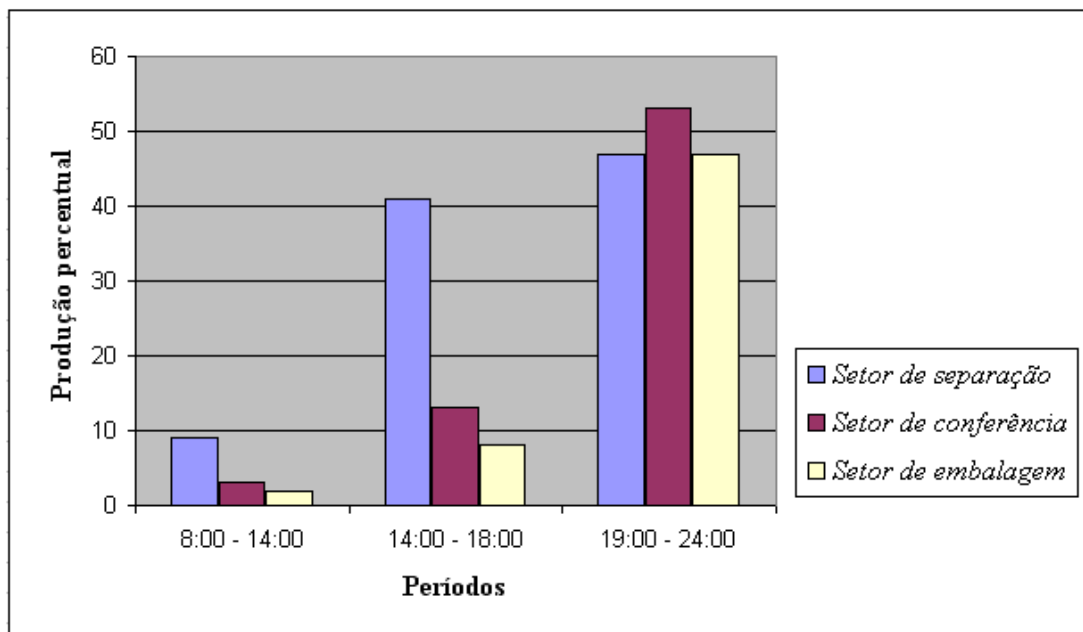


Figura 3 – Produção por setor por período antes do balanceamento

6. Proposta de balanceamento

A análise do problema tornou possível a sua compreensão e, por conseqüência, a apresentação

de uma proposta de solução, conforme abaixo.

- Objetivo: aumentar o número de pedidos processados até às 24:00 horas, reduzindo o serviço extraordinário e o desgaste de funcionários como meta principal;
- Objetivo intermediário: reduzir o tempo de ciclo através da realocação de funcionários e aumento da produção no período de 8:00 às 14:00 horas, diminuindo a demanda acumulada no início do turno da tarde.
- Proposta: estabelecer o balanceamento da linha por meio de uma distribuição adequada dos funcionários ao longo do dia, de acordo com a demanda, como solução para o problema.

Um fator importante a ser considerado é que quanto menor o número de pedidos na linha ao longo do dia, o tempo de ciclo será menor devido à redução no tempo de espera para que os mesmos sejam processados.

A meta de processamento de todos os pedidos será enfatizada para que toda a demanda seja atendida até às 24:00 horas, reduzindo custos com serviço extraordinário para empresa e minimizando o desgaste de funcionários, agindo como fator no estabelecimento de um bom “clima organizacional” para realização do trabalho.

A nova proposta de alocação de funcionários procurou modificar as rotinas e nível de produção ao longo do dia. O tempo de organização do estoque foi reduzido, o horário de almoço do turno da manhã que tinha início às 12:00 horas para todos os funcionários foi modificado e o turno dividido em duas equipes, uma almoçando às 11:00 e outra às 12:00 horas.

Para o setor de separação foram modificados os horários de entrada de funcionários e de almoço, para impedir a parada da linha, sendo que às 12:00h tem-se 12 colaboradores trabalhando nesta linha.

Em relação ao setor de conferência também foram modificados os horários de entrada de funcionários. Com a nova distribuição o setor dispõe de 3 funcionários iniciando às 11:00h com horário de almoço às 12:00h e 4 funcionários iniciando às 12:00h.

O setor de embalagem conta agora com a entrada de 6 funcionários adicionais às 14:00 totalizando 9, sendo esta modificação realizada na tentativa de impedir que haja demanda acumulada em excesso para este setor no final do dia.

Vale ressaltar que as modificações relacionadas acima foram obtidas pela realocação de funcionários apenas, ou seja, não houve contratações para adição no número de funcionários ao longo do período de estudo.

O horário proposto também é condizente com a demanda, pois até às 14:00 horas, em média, a demanda acumulada atinge 33% do total diário. Redistribuir funcionários, adicionando entradas às 10:00 e 12:00 horas previne uma alta demanda acumulada no turno da tarde e possibilita maior facilidade de processamento através de lotes menores.

As Figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9 abaixo demonstram a distribuição proposta por período.

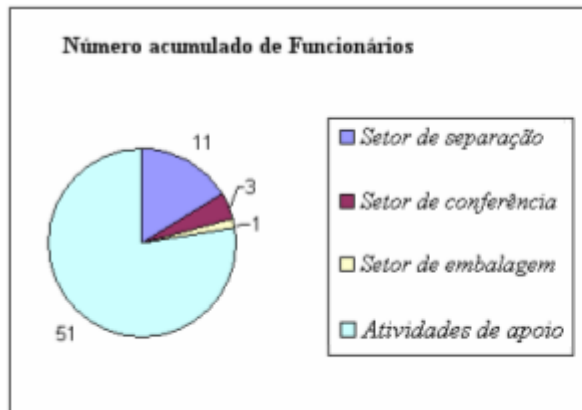


Figura 4 – Distribuição de funcionários antes do balanceamento no período de 8:00 – 14:00

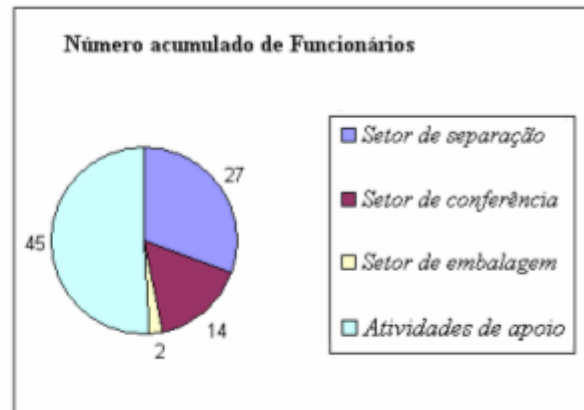


Figura 5 – Distribuição de funcionários depois do balanceamento no período de 8:00 – 14:00

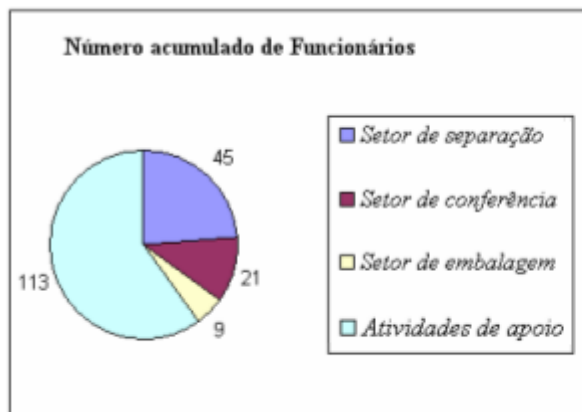


Figura 6 – Distribuição de funcionários antes do balanceamento no período de 14:00 – 18:00

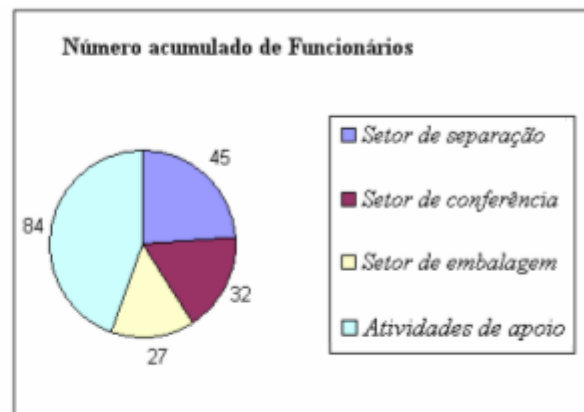


Figura 7 – Distribuição de funcionários depois do balanceamento no período de 14:00 – 18:00

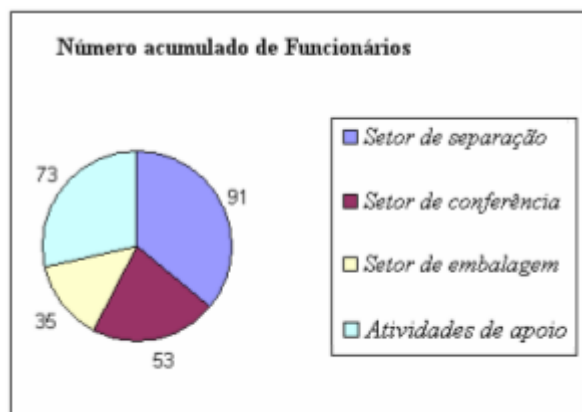


Figura 8 – Distribuição de funcionários antes do balanceamento no período de 18:00 – 24:00

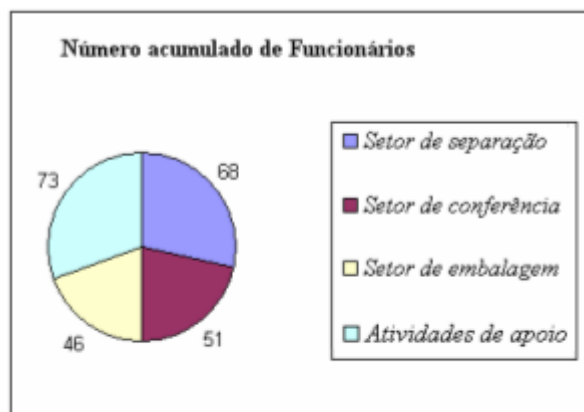


Figura 9 – Distribuição de funcionários depois do balanceamento no período de 18:00 – 24:00

Várias informações importantes podem ser obtidas através das figuras acima. No intervalo de 8:00 às 14:00 horas houve, com relação ao número de funcionários, um aumento em todos os

setores e uma diminuição na execução de atividades que não agregam valor. O intervalo das 14:00 às 18:00 horas apresentou mudanças semelhantes, sendo realçado a grande redução de funcionários em outras atividades que não as produtivas. No último intervalo das 18:00 às 24:00 horas percebe-se as mudanças mais importantes, haja visto que a diminuição de funcionários nos setores de separação e conferência representa a alocação destes em horários prévios, funcionando como prevenção na formação de demanda acumulada nos setores.

As mudança observadas nas figuras acima representam assim a implementação da solução proposta para o problema apresentado. Cabe lembrar que os resultados da nova alocação impactaram tanto na produtividade, quanto no tempo de ciclo médio.

Relacionados na Tabela 3 estão os tempos de ciclo, e percebe-se que houve melhora no tempo médio para que um pedido seja processado em cada setor. A diminuição no tempo de ciclo representa um passo importante para o nivelamento da produção.

Semana	8ª	9ª	10ª	11ª	12ª	13ª	14ª	MÉDIA
Separação	01:10:42	00:44:11	01:19:51	00:50:30	00:40:54	00:23:45	00:52:49	01:08:48
Conferência	02:03:30	01:35:04	02:17:57	01:29:39	01:34:35	01:07:02	01:30:17	01:51:5
Embalagem	01:00:04	00:47:03	00:51:17	00:51:24	00:56:01	00:42:47	01:01:08	00:55:26

Tabela 3 – Tempo médio para processamento de um pedido com a nova distribuição

7. Considerações finais

A evolução nos índices de produtividade pode ser observada ao comparar-se a Figura 3 com a Figura 10, representando, respectivamente, a produtividade por setor por período antes e depois da aplicação da técnica de balanceamento. Foram omitidos os valores das produtividades acumuladas, mas os mesmos apresentam também resultados expressivos.

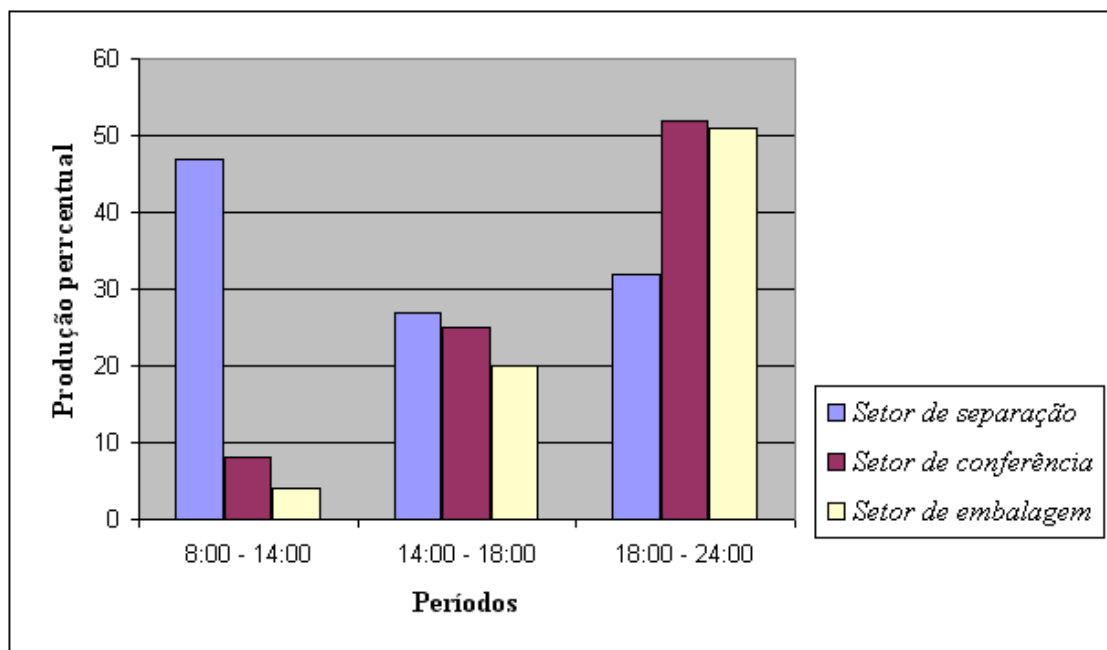


Figura 10 – Produtividade por setor por período depois do balanceamento

Como pode ser percebido houve uma melhora significativa de produtividade no horário de 8:00 às 14:00 horas, significando menos demanda acumulada para os outros dois intervalos de

horas. Também pode ser percebido um aumento significativo na produtividade total nos setores de conferência e embalagem com a mudança tanto de rotinas e horários como de número de funcionários ao longo do dia.

	Setor	Antes do Balanceamento	Depois do Balanceamento	Diferença
Serviço Extraordinário	Separação	3%	0%	3%
	Conferência	31%	15%	16%
	Embalagem	43%	25%	18%
Tempo médio de ciclo	Separação	01:25:46	01:08:48	0:16:58
	Conferência	02:04:12	01:51:57	0:12:15
	Embalagem	00:58:02	00:55:26	0:02:36

Tabela 5 – Comparação dos resultados

A Tabela 5 apresenta os dados de forma comparativa, antes e depois do balanceamento realizado. Pode-se verificar a melhora nos indicadores após a implantação da solução proposta.

Vale ressaltar que a média de pedidos realizados no período do estudo foi aproximadamente igual tanto nas semanas anteriores quanto nas posteriores à implantação da nova distribuição de funcionários.

Analisando os resultados obtidos após a implementação da proposta de balanceamento por meio da redistribuição dos funcionários, percebe-se que o objetivo foi alcançado, com o aumento da produção até às 24:00 horas e redução do serviço extraordinário. A mudança no horário dos funcionários e nas rotinas de trabalho propiciaram um nivelamento da produção impactando não só no número de pedidos processados dentro do expediente normal mas também no desempenho dos funcionários, que mais motivados e menos desgastados, adquiriram maior disposição na realização de suas tarefas.

Quanto a futuras melhorias, percebe-se que o nivelamento ainda pode contar com aprimoramentos no sentido de aproximar o desempenho individual dos setores por hora e aumentar ainda mais a produtividade nas primeiras horas do dia. Apesar de reduzido, o serviço extraordinário ainda tem sido necessário para conclusão dos pedidos.

Um fator a ser ponderado para melhor desempenho da linha de produção é a restrição física dos setores, sendo que uma possível mudança de instalações por parte da filial ou realocação dos setores poderia melhorar a produtividade, muitas vezes penalizada pela própria capacidade física dos setores.

Outro fator importante a ser analisado é o número de funcionários, sendo que o aumento destes nos setores onde esteja havendo muita demanda acumulada pode impactar decisivamente na produtividade dentro do expediente normal. Vale lembrar que o absenteísmo e a resistência a mudança por parte dos funcionários foram características constantes presentes durante o estudo e contribuíram diretamente com parte da improdutividade que permanece no sistema.

Referências

ABNT. NBR ISO 9000:2000. *Sistemas de gestão da qualidade—fundamentos e vocabulário*. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000a.

ABNT. NBR ISO 9000:2000. *Sistemas de gestão da qualidade—requisitos*. Rio de Janeiro, Associação

Brasileira de Normas Técnicas, 2000b.

ABNT. NBR ISO 9000:2000. *Sistemas de gestão da qualidade—diretrizes para melhorias de desempenho.* Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000c.

DAVIS, Mark; AQUILANO, Nicholas & CHASE Richard. *Fundamentos da Administração da Produção.* Porto Alegre: Bookman, 2001.

GAITHER, Norman & FRAZIER, Greg. *Administração da produção e operações.* Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos. 8 ed. São Paulo: Pioneira Thomson, p. 598, 2005.

MARTINS, Petrônio Garcia & LAUGENI, Fernando Piero. *Administração da produção.* 1 ed. São Paulo: Saraiva, p. 445, 2002.

MOODIE, C. L. & YOUNG, H. H. (1965). *A Heuristic Method of Assembly Line Balancing for Assumptions of Constant or Variable Work Element Times.* Journal of Industrial Engineering 16, p. 23-29.

NEVINS, A. J. (1972). *Assembly Line Balancing Using Best Bud Search.* Management Science 18, 9, p. 530.

OHNO, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.* Tradução de Cristina Schumacher. 1 ed. Porto Alegre: Artes Médias, p. 149, 1997.

ROCHA, D.R. *Balanceamento de linha—Um enfoque simplificado:* material preparado por Duílio Reis da Rocha em 14/04/05. Disponível em <http://www.fa7.edu.br/rea7/artigos/volume2/artigos/read3.doc>. Acesso em 29/04/08.

SLACK, Nigel et al. *Administração da produção.* Tradução de Ailton Bomfim Brandão et al. 1 ed. São Paulo: Atlas, p. 726, 1997.

SLACK, Nigel et al. *Administração da produção.* Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira et al. 2 ed. São Paulo: Atlas, p. 29, 2008.

TALBOT, F. B.; PATTERSON, J. H. & GEHRLEIN, W. V. (1986). *A Comparison of Heuristic Line Balancing Techniques.* Management Science 32, p. 430-454.

TONGE, F. M. (1961). *A Heuristic Program of Assembly Line Balancing.* Management Science 7, p. 21-42.

TONGE, F. M. (1965). *Assembly Line Balancing Using Probabilistic Combinations of Heuristics.* Management Science 11, p. 727-735.

VAN ZANTE-DE FOKKERT, J. I. & DE KOK, T.G. (1997). *The mixed and multi model line balancing problem: a comparison.* European Journal of Operational Research, v. 100, p. 399-412.