

PROPOSTA DE REVISÃO DO LOTE ECONÔMICO DE PRODUÇÃO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO PARA AS LINHAS DE EMBALAGENS EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO FARMACÊUTICO

Leticia Maria Gonçalves Matias

Orientador: José Benedito Silva Santos Júnior
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes - LALT

RESUMO

Esse trabalho será desenvolvido em uma indústria multinacional farmacêutica que tem grande parte do volume de produção focado em embalagem de medicamentos. O objetivo é desenvolver um piloto para uma linha de embalagem e aplicar o conceito de lote econômico de produção, pois os centros de trabalho se encontram com a capacidade máxima atingida e a demanda está crescendo a cada ano. Então, será aplicado o conceito de lote econômico para verificar se os tamanhos estão adequados e conseqüentemente, avaliar a possibilidade de aumento de eficiência da linha de produção através da diminuição da frequência com que os produtos são embalados anualmente. Os resultados esperados são a diminuição da frequência de embalagem anual, diminuição de tempo de *setup* e *cleanup* anual e conseqüentemente, aumento da eficiência da linha de produção.

ABSTRACT

This work will be developed in a multinational pharmaceutical industry that has much of its focus on drug packaging. The goal is to develop a pilot for a packaging line to apply the concept of economical batch production, as the work centers are at maximum capacity and demand is growing every year. Then, the concept of economical batch will be applied to check if the sizes are adequate and, consequently, to evaluate the possibility of production line efficiency increasing by decreasing the frequency with which the products are packed annually. The expected results are the decrease of annual packing frequency, the decrease of annual setup and cleanup time and consequently increased production line efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho será desenvolvido em uma indústria multinacional farmacêutica norte americana que atua no segmento há 126 anos, com o foco na pesquisa e inovação de medicamentos para salvar vidas. A indústria está presente em mais de 140 países e busca constantemente a liderança de mercado.

O estudo será desenvolvido em uma das plantas que está localizada no Brasil. Nessa planta, a maioria dos produtos semiacabados são importados da Europa e EUA, pois no Brasil, o foco é a embalagem final dos produtos acabados.

Nesta planta existem seis linhas de embalagens que são divididas em dois processos: a embalagem primária e secundária. A embalagem primária é a parte do processo em que os comprimidos são colocados em cartelas, também chamado de *blister*. Em seguida, em processo contínuo, é feita a embalagem secundária, onde as cartelas são colocadas dentro dos cartuchos, junto com a bula.

Os produtos acabados são distribuídos para a América Latina e com isso, existem diversas apresentações de cada produto, o que torna o processo de planejamento e programação da produção complexo e leva a uma busca constante do aumento da eficiência das linhas de embalagens.

1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver e implementar uma proposta de um piloto de revisão dos lotes econômicos de produção para uma linha de embalagem de medicamentos, tendo como foco o aumento da eficiência produtiva dos centros de trabalho e redução dos tempos de *setup* e *cleanup*.

A consequência do aumento da eficiência, será a redução de custos atrelados a cada lote, visto que com o aumento do tamanho de lote haverá menos desperdício de materiais de embalagem no setup, o que atualmente é um dos principais desperdícios da produção.

Para o objetivo ser atingido, a proposta avaliará a frequência anual com que os produtos são embalados, levando em consideração a vida-útil do produto, custos e volume.

1.2. Problema da pesquisa

O problema da empresa atualmente é não atender a demanda do mercado, pois não há capacidade disponível em linha para embalar a quantidade solicitada. O desalinhamento entre o processo de gestão de demanda e o processo de planejamento e programação da produção acarreta a não utilização da máxima eficiência dos centros de trabalho relacionados às linhas de embalagens, sendo a maioria dos produtos embalados mensalmente e, na maioria das vezes, sem necessidade, aumentando o tempo de *setup* e *cleanup* nos centros de trabalho anualmente e diminuindo a eficiência das linhas de embalagem.

Além disso, é necessário levar em consideração o *shelf-life* dos produtos, que variam de 18 à 36 meses, avaliando o equilíbrio com a frequência de produção e consumo por embalagem, pois o risco de obsolescência é grande devido ao curto *shelf-life*, com um alto impacto no inventário (itens de alto valor agregado). Outro fator importante é a alteração das artes de embalagem por aspectos regulatórios que acontecem frequentemente, então quanto menos produções a fábrica fizer no ano, menos riscos de desperdícios por obsolescência de materiais de embalagem.

Atualmente, os comprimidos são importados da Europa ou EUA até a fábrica do Brasil, através do modal aéreo. Quando chegam são analisados pela qualidade e aguardam até a ordem de embalagem ser liberada. O tempo total deste processo leva em torno de dois meses.

1.3. Justificativa

Atualmente o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) do centro de trabalho referente ao processo de embalagem (X1) é o mais baixo quando comparado às outras linhas, em torno de 36%, enquanto o OEE das outras linhas gira em torno de 52%. Dos 36% do OEE da linha X1, 42% das paradas são por motivos de regulagem nos materiais de embalagem quando a linha está iniciando o lote. Um dos motivos para o OEE da linha X1 ser baixo é a frequência com que os produtos são embalados, pois 30% dos produtos são embalados mensalmente, com volume baixo (1000 unidades por lote).

Além do OEE, a capacidade da linha atualmente supera 100% de ocupação no plano anual de produção, o que dificulta o atendimento da demanda.

Então, ajustando a frequência com que os produtos são embalados, as quantidades de *setups* e *cleanup* irão diminuir e com isso a eficiência da linha aumentará. Consequentemente, a empresa conseguirá atender a demanda solicitada.

O objetivo do trabalho é aumentar o OEE para 50% e calcular o lote econômico de cada produto, com o foco em diminuir a frequência de embalagem anual.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Processo de planejamento e programação da produção

Segundo Slack (2015), planejamento e controle são atividades que conciliam as demandas do mercado e a habilidade dos recursos de produção de entregá-las. Nessas atividades são fornecidos sistemas, procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos do suprimento e da demanda. Além disso, o planejamento e controle de produção concilia a oferta e a demanda em termos de volumes, tempo e quantidade.

Slack (2015) separa o planejamento e controle da produção em carregamento, sequenciamento, programação e monitoramento e controle:

2.1.1 Carregamento

Essa é a parte que a carga é alocada em um centro de trabalho, isso é o tempo real em que a máquina estará disponível para operar.

Slack (2015) afirma que um sistema de planejamento e controle deve ser hábil para indicar as implicações para o carregamento em qualquer parte da operação.

2.1.2 Sequenciamento

Essa operação é a parte em que devem ser tomadas decisões sobre a ordem em que as tarefas serão executadas. Segundo Slack (2015), as prioridades de uma operação são frequentemente estabelecidas por um conjunto de regras predefinidos.

Algumas prioridades são: restrições físicas, prioridade do cliente, *First In First Out* (FIFO) e *Last In First Out* (LIFO). Entretanto, os objetivos de confiabilidade, velocidade e custo são particularmente importantes, então os seguintes objetivos de desempenho são geralmente usados: atender ao cliente na data prometida (confiabilidade), minimizar o tempo que o trabalho despense no processo (velocidade), minimizar o estoque de trabalho em processo (elemento de custo) e minimizar o tempo ocioso dos centros de trabalho (elemento de custo também).

2.1.3 Programação

O próximo passo após o sequenciamento é a programação, isto é, nesse momento será determinado um cronograma mais detalhado dos trabalhos, que mostra a hora em que os lotes devem começar e terminar. Além disso na programação é definido o volume que será feito.

2.1.4 Monitoramento e controle da operação

O último passo é o monitoramento e controle da produção. Cada etapa anterior deve ser monitorada para assegurar que as atividades planejadas estejam ocorrendo de fato.

2.2. Lote econômico de produção

Segundo Castro e Pizzolato (2005) o lote econômico de produção tem por objetivo calcular o tamanho de lote que minimiza o custo total por unidade, levando em consideração que a fábrica deseja diminuir tanto os custos de setup quanto os de manutenção de inventário. Wolfgang (1962) também afirmou que a determinação das quantidades de produção tem por finalidade obter o menor custo final para cada item, por exemplo, a troca de ferramenta e os custos de movimentação de materiais.

Segundo Rodrigues (2017), se ao longo do ano não são observadas variações significativas de demanda, uma das fórmulas mais comuns para obter o lote econômico é:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{CI}} \quad (1)$$

Em que:

Q: quantidade ou lote econômico de produção;

D: demanda anual do produto;
S: custo de preparação e ajuste das máquinas;
I: custo de armazenagem; e
C: custo de fabricação do produto.

Graeml e Peinado (2007) afirmam que quanto maior for o lote, maior será o custo com o estoque. Entretanto, lotes maiores implicam em menor número de entregas ou de *setups* nos centros de trabalho e isso reduz o custo do pedido. Porém, lotes de compras menores resultam em custos de estoques reduzidos, mas exige um maior número de lotes de produção ou de entregas, o que eleva o custo dos pedidos.

2.2.1 A influência da sequência de produção no tempo de setup

A sequência das trocas de um produto para outro pode influenciar significativamente o tempo gasto em setups na produção. No caso de indústria farmacêutica, as menores concentrações de medicamentos da mesma família devem entrar primeiro nos centros de trabalho, assim os *setups* são menores.

2.3. Indicador de desempenho

2.3.1 OEE – Overall Equipment Effectiveness – Eficiência Global do Equipamento

Segundo Maideen et al (2017) a eficiência global do equipamento (OEE) é uma métrica comum utilizada para medir o desempenho de um equipamento com base em três frentes: disponibilidade, eficiência e qualidade. Esse método permite identificar fatores que limitam ou dificultam a melhor forma de operar os equipamentos.

Segundo Chiaradia (2004), o OEE mostra como os equipamentos se comportam na realidade, pois é possível verificar as perdas envolvidas no equipamento. A identificação das perdas é uma parte essencial do cálculo do OEE, visto que podem ser identificados potenciais melhorias associadas às perdas existentes no equipamento.

2.3.2 Cálculo do OEE

Segundo Busso (2012) o cálculo do OEE é realizado pela medição de três classes principais de perdas, as quais são desdobradas em seis tipos básicos de perdas, conforme a seguir:

- a. Perdas de disponibilidade
 - Paradas provocadas por falhas de equipamento.
 - Paradas para *setups* ou ajustes.
- b. Perdas de desempenho
 - Pequenas paradas ou interrupções devido ao mau funcionamento do equipamento.
 - Redução da velocidade do equipamento devido alguma anomalia.
- c. Perdas de qualidade
 - Produção defeituosa ou retrabalho.
 - Perdas ocasionadas no início da produção devido aos ajustes para estabilização do equipamento.

O OEE deve ser calculado da seguinte forma:

$$OEE = D \times E \times Q \quad (4)$$

Em que,

D: disponibilidade do equipamento (%)

E: eficiência do equipamento (%)

Q: qualidade dos produtos (%)

2.4. Custos associados ao planejamento

Os custos associados à produção são diversos. Segundo Martins (2018) esses podem se dividir entre fixo e variável.

Martins (2018) afirma que os custos e despesas que se dizem fixos, não são eternamente fixos; esses são fixos dentro de certos limites de oscilação da atividade.

Para os custos e despesas variáveis, Martins (2018) afirma que os únicos custos variáveis são as matérias-primas e embalagens. Ele mostra que certas indústrias têm perdas no processamento de matérias-primas e quando o volume produzido é baixo, os custos variáveis acabam aumentando.

2.4.1 Custos de estoque

Segundo Faria e Costa (2015), os estoques são ativos tangíveis que são adquiridos ou produzidos por uma empresa, visando a sua comercialização ou utilização própria em suas operações. As autoras afirmam também que o nível de inventário que deve ser mantido depende do nível de serviço e da política que a empresa adota.

Faria e Costa (2015) mostra que o custo total para manter o estoque é a somatória dos seguintes custos: custos de capital sobre investimentos em estoque, custos de serviços de inventário (impostos e seguros), custos de espaço de armazenagem, custos de riscos de estoques e transporte. O custo de risco inclui as obsolescências, avarias, perdas e custo de alocação. Já os custos de espaço de armazenagem só devem ser somados a conta se o custo de armazenagem variar em função do volume de estoque.

Com relação aos custos de transporte, Faria e Costa (2015) afirmam que os custos são reduzidos em função do aumento do nível de consolidação, pois maior é a ocupação do caminhão ou por outro lado, menor é o custo unitário de transporte. Porém, com o aumento da consolidação de carga, os lotes de transporte aumentam e, com isso, o custo de manutenção dos inventários também aumentam, necessitando de maior espaço de armazenagem, recursos financeiros para manter os ativos e maior controle. Em situação inversa, para reduzir os custos de manutenção dos inventários, é necessário reduzir os lotes; isso poderá impossibilitar a consolidação de carga, aumentando-se os custos de transportes.

2.4.2 Custos decorrentes de lotes

Segundo Faria e Costa (2015), o conceito de lote, no processo produtivo, está associado à atividade *setup*, que consiste no trabalho requerido para preparar um centro de trabalho entre o término da fabricação de um item e o início da produção do próximo item da programação. O tempo gasto na preparação da máquina é uma das principais perdas (desperdícios) que devem ser evitadas no processo de produção e a redução desse tempo permite desenvolver lotes de produção com custos menores, ter flexibilidade na resposta às necessidades dos clientes, minimizar estoques e produtos em processo, aumentar qualidade (menos sobras - falhas) e reduzir o lead time da manufatura.

Faria e Costa (2015) cita que os custos associados ao tamanho de lote de produção, compra e venda altera à medida que se muda o sistema de distribuição, o que inclui:

- Custos de preparação de produção (tempo de setup de máquina, inspeção, refugo de setup e ineficiência do início da operação);
- Capacidade perdida devido à troca de ferramentas ou mudança de máquinas; e
- Planejamento, manuseio e movimentação de materiais.

Os custos de preparação de produção e de perdas na capacidade são provenientes das entradas no planejamento, programação e controle de produção.

As autoras afirmam ainda que para o fornecedor quanto maior for o lote, melhor, pois otimiza seu processo produtivo e pode diluir os seus custos fixos; por outro lado, para o cliente, quanto menor o lote de compra, menos inventário estará sendo mantido, então menor será o custo de manutenção de inventário. Por isso, o sistema logístico tem que ser administrado juntamente com a produção para que cada área saiba a necessidade da outra, formando assim uma integração de atividades.

Faria e Costa (2015) mostram que um benefício dos lotes deve ocorrer, também, na logística de abastecimento, onde a matéria-prima pode ser comprada em lotes menores, minimizando custos de manutenção de inventário e de armazenagem e movimentação de materiais. A decisão de utilizar lotes para abastecer, produzir ou distribuir produtos tem como objetivo uma redução de custos:

- Desenvolvendo lotes otimizados;
- Permitindo flexibilidade na resposta às necessidades dos clientes;
- Minimizando estoques em processo;
- Aumentando a qualidade;
- Reduzindo o *lead time* logístico.

3. MÉTODO

3.1. Abordagem metodológica

Esse trabalho utilizou a pesquisa exploratória como abordagem pois, proporciona familiaridade com o problema e tem como objetivo de torná-lo mais explícito ou constituir hipóteses, aprimorando ideias ou a descoberta de intuições (Gil, 1999).

O planejamento da pesquisa exploratória é bastante flexível, de modo que possibilita a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

3.2. Fluxograma de atividades

A metodologia do trabalho será dividida nas etapas mostradas na figura 1.

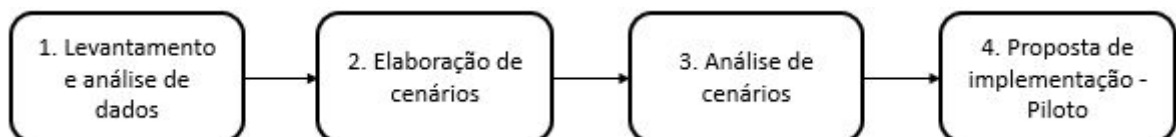


Figura 1: Metodologia do trabalho

Fonte: a autora

3.1.1 Levantamento e análise de dados

O levantamento e análise dos dados serão realizados através da extração de informações do sistema utilizado na empresa estudada. As informações que serão levantadas serão de demanda anual, tempo de *setup* e *cleanup*, a frequência de embalagem atual, giro de estoque e o custo de produção de cada produto.

3.1.2 Elaboração de cenários

Será elaborado o cenário para o estudo de aumento de eficiência de linha. Neste será calculado o lote econômico de produção de cada produto e posteriormente, serão selecionados os SKUs que não o atingem esse valor para que o conceito seja aplicado.

3.1.3 Análise de cenários

O cenário proposto é uma das opções para aumentar a eficiência da linha de embalagem, pois calculando o lote econômico, irá diminuir a frequência com que os produtos são embalados, consequentemente o tempo de setup e *cleanup* anual irá diminuir, pois atualmente os lotes não atingem o lote econômico e são embalados diversas vezes ao ano. O cenário será analisado através dos resultados encontrados de lote econômico.

Como 42% das paradas de linhas são para ajustes dos materiais de embalagem na máquina quando se inicia o lote, com a diminuição da frequência de embalagem irá, também, aumentar a eficiência da linha, pois terá menos paradas nos centros de trabalho.

3.1.4 Proposta de implementação do piloto

A proposta escolhida será implementada, como piloto, na linha X1, pois é o centro de trabalho que mais está sendo impactado com o baixo OEE.

Os resultados serão avaliados num período de 6 meses para verificar o sucesso do cenário proposto.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1. Característica do caso

Esse trabalho será realizado em uma das linhas de embalagem da indústria multinacional farmacêutica, que contém 79 SKUs (*Stock Keeping Unit*) ativos que são embalados para a América Latina.

A linha de embalagem escolhida foi a X1, pois tem um OEE baixo (36%) quando comparado com os outros centros de trabalho e necessita de uma maior eficiência na linha para que todos os produtos sejam embalados e não haja problema de suprimento de mercado.

4.2. Aplicação

4.2.1 Levantamento e análise de dados

A empresa possui seis linhas de embalagem no site em estudo para embalar em torno de 500 SKUs anualmente. Para a escolha da linha que será aplicado o piloto foi levado em consideração a demanda anual, a importância dos produtos para a empresa e a ocupação do centro de trabalho.

Através dos critérios apresentados acima, a linha escolhida foi a X1, pois é a que possui a menor eficiência de linha (OEE), tem um plano anual que supera a capacidade do centro de trabalho e, tem importantes produtos que são embalados nessa linha. Além disso, é esperada uma tendência de crescimento do volume nesse centro de trabalho, conforme apresentado na figura 2, o que ressalta que a linha não terá capacidade de atender a demanda nos próximos anos.



Figura 2: Tendência Demanda (2017-2020)

Fonte: a autora

No levantamento de dados foi verificado que mais de 30% dos produtos são embalados mensalmente e quase 20% dos produtos cadastrados na linha estudada, estão sem demanda no sistema.

O cenário atual é composto por lotes variáveis, pois a política de planejamento é MTS, *make to stock*. Como 30% dos produtos são embalados mensalmente, torna o tempo de setup e *cleanup* alto para a linha estudada, pois são feitos 12 *setups* e *cleanup* anualmente para cada produto embalado mensalmente.

Atualmente essa linha de embalagem possui 1920 horas disponíveis para embalagem de produtos anualmente. Dessas 1920 horas, 962 horas (50%) são utilizadas para fazer o *setup* e *cleanup*, segundo a frequência de embalagem determinada no sistema.

No cenário atual, com relação à armazenagem no centro de distribuição, a ocupação é de 57% da capacidade total.

4.2.2 Elaboração de cenários

O cenário proposto é rever as frequências de embalagens, com o objetivo de diminuir a frequência com que os produtos são embalados anualmente. Com isso, seria possível diminuir o tempo de setup e *cleanup* anual realizado nos centros de trabalhos e conseqüentemente, aumentar a eficiência da linha.

Então, no cenário proposto será calculado o lote econômico da linha X1. Para esse cálculo foi utilizado a fórmula descrita na revisão bibliográfica. Na tabela 1 são apresentados os parâmetros relevantes para o processo de planejamento da produção, considerando, além do lote econômico, as informações sobre *shelf life*, que é um parâmetro importante para decisão de frequência de embalagem, levando em consideração que os produtos têm um alto valor agregado. Outra informação relevante para a tomada de decisão que será apresentado na tabela 1, é o nível e giro de estoque de cada SKU do último ano.

Tabela 1: Cálculo do lote econômico e lote atual

Fonte: a autora

SKU	Shelf Life (Meses)	Lote econômico	Tamanho de lote atual (Un)	Nível de estoque	Giro estoque
-----	--------------------	----------------	----------------------------	------------------	--------------

		calculado (Un)			
A1	24	9.494	5.833	3.537	35.231
A2	24	2.378	1.931	3.149	4.072
A3	24	5.049	10.348	6.917	6.917
A4	24	4.018	8.267	25.036	25.036
A5	24	3.183	2.771	2.389	3.877
A6	24	3.362	2.525	2.891	5.561
A7	24	2.687	2.333	25.920	44.631
A8	36	1.811	2.515	1.849	2.009
A9	36	2.492	2.758	3.805	3.805
A10	36	3.243	13.509	3.268	4.355
A11	24	4.165	956	2.950	5.247
A12	24	3.891	5.020	1.688	2.771
A13	24	4.859	15.080	8.700	11.815
A14	24	-	-	11.847	11.847
A15	36	3.010	12.085	3.004	3.004
A16	36	4.026	12.920	4.485	8.039
A17	36	10.344	42.329	7.842	22.539
A18	24	2.311	4.846	10.698	4.693
A19	24	4.777	5.588	28.918	32.103
A20	36	5.278	40.374	19.949	20.525
A21	36	-	-	8.650	15.023
A22	36	5.556	53.000	69.703	25.813
A23	36	10.514	110.738	112.127	86.196
A24	24	-	-	638	1.067
A25	24	1.439	148	319	292
A26	24	2.443	583	2.907	3.040
A27	24	-	-	-	-
A28	24	-	-	-	18.339
A29	24	-	-	-	2.178
A30	24	1.834	3.070	2.714	4.143
A31	24	2.509	2.150	3.414	1.524
A32	24	3.496	3.197	3.901	2.709
A33	24	1.717	2.582	5.482	3.198
A34	24	5.988	21.696	34.705	13.211
A35	24	2.548	4.025	15.056	15.056
A36	24	-	-	-	2.614
A37	36	5.350	26.480	14.754	17.222
A38	36	14.496	97.837	35.347	35.347
A39	24	1.906	5.505	8.600	11.504
A40	24	2.229	515	491	486
A41	24	7.398	12.733	8.213	21.562
A42	24	5.121	8.695	7.597	21.883
A43	24	4.310	5.417	4.655	9.452
A44	24	6.735	34.650	36.521	100.535
A45	24	9.348	21.458	12.599	20.127
A46	24	4.817	7.213	1.008	7.179
A47	24	2.203	2.081	3.357	7.199
A48	24	1.918	3.063	4.700	3.847
A49	24	4.522	6.928	3.652	17.650
A50	24	9.197	33.167	46.376	51.495
A51	30	8.158	33.814	20.196	19.471
A52	30	-	-	-	-
A53	30	2.016	2.059	505	15.291
A54	36	-	-	-	-
A55	36	-	-	-	-
A56	36	5.892	7.500	39.872	39.842

A57	36	3.046	1.502	4.960	8.472
A58	24	-	-	-	985
A59	24	-	-	-	-
A60	24	5.389	3.000	2.352	2.352
A61	24	6.152	4.499	18.481	17.924
A62	24	3.373	1.500	5.400	5.923
A63	24	4.041	3.333	3.452	9.523
A64	24	8.081	16.667	49.785	75.209
A65	24	4.694	7.387	1.440	1.956
A66	24	10.961	23.333	96	39.857
A67	24	7.715	14.886	15.950	29.264
A68	24	5.977	25.133	30.472	28.637
A69	24	2.950	2.072	11.417	12.769
A70	24	4.240	2.737	5.482	20.749
A71	24	4.474	2.190	855	877
A72	24	1.946	2.963	4.439	3.827
A73	24	-	-	-	-
A74	24	8.231	25.000	59.128	59.220
A75	24	2.161	3.375	22.746	4.469
A76	36	-	-	-	-
A77	36	2.029	125	600	500
A78	24	3.935	2.500	7.958	9.968
A79	24	2.977	1.000	2.496	6.909

Na tabela 1 é possível verificar dois casos, o primeiro é que o lote econômico é menor do que o tamanho de lote atual de embalagem e o segundo, quando o lote econômico é maior do que o lote atual. O trabalho irá focar no segundo caso, englobando os ajustes em 23 SKUs, para que o objetivo de diminuir a frequência de embalagem e aumentar a eficiência da linha seja atingido. Para o caso do lote atual ser maior que o lote econômico não será alterado nesse momento, pois atualmente, levando em consideração o *shelf life* e a demanda crescente e constante, a empresa não apresenta expiração de lotes nessa frequência de embalagem.

Na tabela 2 são apresentados os SKUs que terão mudanças de frequência de embalagem, considerando a abordagem proposta neste trabalho.

Tabela 2: Alteração do lote atual de produção

Fonte: a autora

SKU	Shelf Life (Meses)	Lote econômico calculado (Un)	Tamanho de lote atual (Un)	Diferença Proposto vs Atual
A1	24	9.494	5.833	39%
A2	24	2.378	1.931	19%
A5	24	3.183	2.771	13%
A6	24	3.362	2.525	25%
A7	24	2.687	2.333	13%
A11	24	4.165	956	77%
A25	24	1.439	148	90%
A26	24	2.443	583	76%
A31	24	2.509	2.150	14%
A32	24	3.496	3.197	9%
A40	24	2.229	515	77%
A47	24	2.203	2.081	6%
A57	36	3.046	1.502	51%
A60	24	5.389	3.000	44%
A61	24	6.152	4.499	27%
A62	24	3.373	1.500	56%

A63	24	4.041	3.333	18%
A69	24	2.950	2.072	30%
A70	24	4.240	2.737	35%
A71	24	4.474	2.190	51%
A77	36	2.029	125	94%
A78	24	3.935	2.500	36%
A79	24	2.977	1.000	66%

4.2.3 Análise de cenários

Analisando o cenário proposto do cálculo de lote econômico, a tabela 2 mostra os produtos que são embalados com lotes menores do que o proposto no lote econômico. Então a empresa deve rever a frequência de embalagem dos itens para aumentar o tamanho dos lotes e consequentemente, melhorar a eficiência da linha de produção e diminuir a quantidade de *setups e cleanup* anual.

Outro ponto para ser considerado na frequência de embalagem é o *shelf life*, pois como os produtos tem um alto valor agregado, o custo de descarte é elevado. Então se o lote econômico de produção for grande, os parâmetros devem ser avaliados cuidadosamente para verificar a possibilidade de ser embalado um lote menor para não haver descarte de produtos acabados.

Para os itens que não atingiram o tamanho do lote econômico, como mostrado na tabela 2, a proposta é alterar o tamanho do lote atual, com o objetivo de aumentar a eficiência da linha de produção.

Para questões de planejamento, a empresa estudada utiliza na parametrização do sistema de planejamento a frequência de embalagem anualmente e não o tamanho de lote, então, o tamanho de lote calculado na proposta será transformado em frequência de embalagem, dividindo a demanda anual pelo lote econômico.

Tabela 3: Nova frequência de embalagem

Fonte: a autora

SKU	Shelf Life (Meses)	Lote econômico calculado (Un)	Tamanho de lote atual (Un)	Frequência de embalagem proposta	Frequência de embalagem Atual	Nível de estoque (un)	Giro estoque
A1	24	9.494	5.833	7	12	3.537	35.231
A2	24	2.378	1.931	3	4	3.149	4.072
A5	24	3.183	2.771	5	6	2.389	3.877
A6	24	3.362	2.525	5	6	2.891	5.561
A7	24	2.687	2.333	10	12	25.920	44.631
A11	24	4.165	956	3	12	2.950	5.247
A25	24	1.439	148	0	4	319	292
A26	24	2.443	583	3	12	2.907	3.040
A31	24	2.509	2.150	3	4	3.414	1.524
A32	24	3.496	3.197	3	3	3.901	2.709
A40	24	2.229	515	1	4	491	486
A47	24	2.203	2.081	4	4	3.357	7.199
A57	36	3.046	1.502	6	12	4.960	8.472
A60	24	5.389	3.000	7	12	2.352	2.352
A61	24	6.152	4.499	9	12	18.481	17.924
A62	24	3.373	1.500	5	12	5.400	5.923
A63	24	4.041	3.333	10	12	3.452	9.523
A69	24	2.950	2.072	8	12	11.417	12.769
A70	24	4.240	2.737	8	12	5.482	20.749
A71	24	4.474	2.190	1	3	855	877
A77	36	2.029	125	1	12	600	500

A78	24	3.935	2.500	8	12	7.958	9.968
A79	24	2.977	1.000	4	12	2.496	6.909

Com a nova frequência de embalagem o lote econômico será atingido, pois atualmente a maioria desses produtos são embalados diversas vezes ao ano com um tamanho de lote pequeno.

Com relação ao *shelf life*, não será problema para esses itens, pois os produtos que a frequência de embalagem é baixa, por exemplo, uma vez ao ano, o *shelf life* é de no mínimo 24 meses. Outro ponto para ser analisado é a ocupação do armazém, que também não será uma restrição, pois para os produtos embalados com baixa frequência, a demanda é baixa, o que não causaria uma grande ocupação no CD.

Os itens que atingem o tamanho mínimo do lote econômico não serão alterados em relação à frequência de embalagem.

4.2.4 Proposta de implementação do piloto

A proposta de implementação do piloto será na linha X1 com o objetivo de aumentar a eficiência da linha de embalagem. Esse aumento é necessário para que a demanda seja atendida nos próximos anos, pois pela projeção da figura 2, a demanda nos próximos anos tende a aumentar e, como atualmente o centro de trabalho já utiliza a capacidade máxima, a solução seria aumentar a eficiência, pois a empresa não cogita a possibilidade de aumento de turno nas linhas de embalagem.

Com a atualização da frequência de embalagem dos itens que não atingem o lote econômico, os produtos serão embalados menos vezes ao ano, com isso será ganho 172 horas de produção à mais, que antes era utilizado para realizar os *setups* e *cleanups* de máquinas.

Na figura 3 é possível verificar o antes e depois das horas utilizadas para *setups* e *cleanups*.

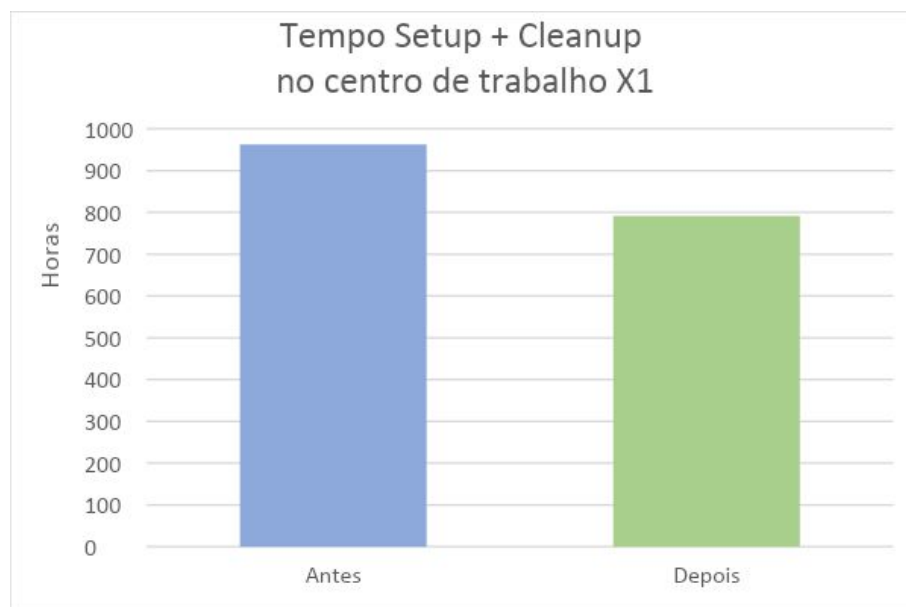


Figura 3: Tempo *Setup* e *Cleanup* no centro de trabalho X1

Fonte: a autora

Após a implementação do piloto na linha X1, o OEE será monitorado semanalmente pela área da produção por 6 meses para verificar se houve melhoria na eficiência da linha de

embalagem e posteriormente, a implementação será estendida para os outros centros de trabalho.

Como proposta de piloto do projeto, a sugestão é descontinuar os produtos que não possuem demanda nos próximos 12 meses. Na tabela 4 é apresentada a proposta dos itens que seriam inativados.

Tabela 4: Produtos propostos para descontinuação

Fonte: a autora

SKU	Shelf Life (Meses)	Lote econômico calculado (un)	Tamanho de lote atual (un)
A14	24	0	0
A21	36	0	0
A24	24	0	0
A27	24	0	0
A28	24	0	0
A29	24	0	0
A36	24	0	0
A52	30	0	0
A54	36	0	0
A55	36	0	0
A58	24	0	0
A59	24	0	0
A73	24	0	0
A76	36	0	0

O potencial resultado esperado é o aumento da eficiência da linha X1, através da implementação do lote econômico. Como mostrado na tabela 3, a frequência com que os produtos serão embalados será menor, ou seja, serão feitos lotes maiores e menos vezes ao ano. Com isso, é esperado um aumento no OEE de 17%, pois atualmente 42% das paradas não programadas na ordem de produção são para ajustes de material de embalagem quando está se iniciando o lote.

Através da diminuição de lotes anuais, é esperado o aumento da eficiência da linha, uma vez que as paradas de início de lote são as que mais prejudicam o OEE. Em contrapartida, a tendência é que diminui o giro de estoque, uma vez que os lotes produzidos serão maiores e permanecerão mais tempo em estoque.

Com relação ao centro de distribuição não será uma restrição, uma vez que atualmente só é ocupado 57% da capacidade total e com a nova frequência de embalagem a nova ocupação será de no máximo 95%.

Na figura 4 é apresentado o cronograma de implementação do piloto e a extensão do projeto para as outras linhas de embalagem.

	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO												
	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dec-19	Jan-20	Feb-20	Mar-20	Apr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Aug-20	Sep-20
Levantamento de dados	■	■											
Análise de dados			■	■									
Alteração dos parâmetros no sistema					■								
Monitoramento dos dados						■	■	■	■	■	■		
Análise de dados das demais linhas de embalagem						■	■	■					
Implementação nas demais linhas de embalagem												■	■

Figura 4: Cronograma de implementação do projeto

Fonte: a autora

5. Conclusão

O objetivo inicial do trabalho é o aumento de eficiência da linha de embalagem X1 que tem uma tendência de aumento de demanda ao longo dos anos e não há capacidade disponível para atender o mercado. Então, foi proposto uma revisão de frequência de embalagem dos produtos desta linha utilizando o lote econômico, como piloto.

Para os SKUs que atualmente não atingiam o lote econômico, foi proposto uma diminuição da frequência de embalagem para que o valor seja atingido. Consequentemente, com a diminuição da frequência de embalagem o OEE seria impactado de forma positiva, pois há muitas paradas nos começos de lotes para ajustes de materiais de embalagem.

Os resultados esperados na implementação do piloto são um aumento de 17% do OEE e consequentemente, um aumento na eficiência da linha de produto. Outro ponto esperado é a diminuição do giro de estoque, pois os lotes de produção serão maiores para cobrir um período de demanda maior.

Para a implementação do piloto os parâmetros do sistema precisam ser alterados de forma a refletir a nova frequência de embalagem e, para isso, é necessário a aprovação da empresa. Após a implementação do piloto, serão monitoradas as ordens de produção por 6 meses para verificar se os resultados estão ocorrendo conforme esperado. Se os resultados alcançados se mostrarem promissores, o projeto será estendido para as demais linhas de embalagem do site.

O piloto ainda não foi implementado, uma vez que a empresa estudada está analisando os dados apresentados. A recomendação para implementação do projeto é analisar o impacto da mudança na cadeia de suprimento como um todo (*end to end*) para verificar a viabilidade do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, Javier Gutiérrez; Pizzolato, Nélio Domingues (2005) *A programação de lotes econômicos de produção (ELSP) com tempos e custos de setup dependentes da sequência: um estudo de caso*. Revista Gestão Industrial. V. 01, n. 03, p. 060-070.

CHIARADIA, A. J. P. (2004) *Utilização do Indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística*. Escola de engenharia, Rio Grande do Sul.

FARIA, Ana Cristina de; COSTA, Maria de Fatima Gameiro da (2015) *Gestão de custos logísticos*. 1 ed. Atlas. São Paulo.

GIL, A. C.(1999) *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5.ed. Atlas, São Paulo.

MAIDEEN, N. C.; BUDIN, S.; SAHUDIN, S.; SAMAT, H. A. (2017) *Synthesizing the Machine's Availability in Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Journal of Mechanical Engineering, v. 4, n. 3, p. 89-99.

MARTINS, Eliseu (2018) *Contabilidade de custos*. 11 ed. Atlas. São Paulo.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R (2007) *Administração da produção (Operações industriais e serviços)*. 1 ed. UnicenP. Curitiba.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio (2017) *Gestão Estratégica da Armazenagem*. 3 ed. Aduaneiras. São Paulo.

SCHOEPS, Wolfgang (1962) *Lote econômico de produção: conceito e prática*. Rev. adm. Empres. v. 2, n. 4, p. 61-77.
Available from
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901962000200004&lng=en&nrm=iso>.
access on 21 Feb. 2020.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert (2015) *Administração da produção*. 4 ed. Atlas. São Paulo.

BUSSO, Christianne Matias (2012) *Aplicação do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) e suas derivações como indicadores de desempenho global da utilização da capacidade de produção*. Escola politécnica, São Paulo.