



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

ANÁLISE DE PROGRAMAÇÕES E SEQUENCIAMENTOS DA PRODUÇÃO A PARTIR DE SIMULAÇÕES NO SOFTWARE *PREACTOR AS EXPRESS 2016*[®] EM UMA EMPRESA DE EMBALAGENS

*ANALYSIS OF PROGRAMS AND SEQUENCES OF THE PRODUCTION OF PART OF SIMULATIONS IN THE SOFTWARE *PREACTOR AS EXPRESS 2016*[®] IN A PACKAGING COMPANY*

Érica Werneck Resende^{1*}, & Paulo Henrique Lopes²

^{1,2}Bacharelado em Engenharia de Produção das Faculdades Integradas de Cataguases (FIC – Grupo UNIS), Rua Romualdo Menezes, 701, Bairro Menezes, CEP 36773-084, Cataguases - Minas Gerais.

¹*ericawr2@gmail.com ²phlopes@fiemg.com.br

ARTIGO INFO.

Recebido em: 30/05/2019

Aprovado em: 13/06/2019

Disponibilizado em: 05/07/2019

PALAVRAS-CHAVE:

Sequenciamentos; Preactor; programação da produção.

KEYWORDS:

Sequencing; Preactor; production scheduling.

*Autor Correspondente: Resende, E.W.

RESUMO

A programação e sequenciamento da produção são atividades essenciais para a competitividade das empresas. Nesta perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi utilizar o *software Preactor AS Express 2016*[®] para realizar simulações de sequenciamentos da programação da produção a fim de encontrar um método mais eficiente e ágil. Além disso, identificar possíveis causas dos atrasos de entregas. Dessa forma, a metodologia utilizada foi um estudo de caso, no qual os dados foram obtidos através de coleta e análise documental no período de 01/01/2019 a 28/02/2019. Logo, observou-se que o sequenciamento para trás, especificamente: por ordem do arquivo, apresentou o melhor resultado tanto nas situações reais da empresa como nas

propostas de melhorias, pois reduziu o atraso das ordens de produção. E, a partir das análises, ocorreu uma redução significativa no erro de programação da produção. Por fim, diante dos resultados das simulações, recomenda-se para a empresa a utilização do sequenciamento para trás por ordem do arquivo.

ABSTRACT

Production scheduling and sequencing are essential activities for the competitiveness of companies. In this perspective, the objective of the present work was to use *Preactor AS Express 2016*[®] software to perform sequencing simulations of production in order to find a more efficient, agile method. In addition, identify possible causes of delivery delays. Thus, the methodology used was a case study, in which the data were obtained through collection and documentary analysis in the period from 01/01/2019 to 02/28/2019. Therefore, it was observed that the sequencing backwards, specifically: in order of the file, presented the best result both in the real situations of the company and in the proposals of improvements, because it reduced the delay of the orders of production. And, from the analyzes, a significant reduction occurred in the production programming error. Finally, in view of the results of the simulations, it is recommended for the company to use sequencing backwards in order of the file.



1. INTRODUÇÃO

A gestão da produção tem uma função cada vez mais estratégica na determinação do grau de competitividade das empresas. Devido a esse fato, os sistemas produtivos devem se adequar rapidamente às mudanças da demanda. Dessa forma, conforme Farchi, et al., (2014) as empresas buscam sua eficiência e permanência no mercado a partir da introdução de novos princípios de gestão da produção, e por meio do planejamento e controle da produção tem o foco no aumento da produtividade. No entanto, para sobreviver em ambientes mais instáveis e dinâmicos de acordo com Jeske, et al., (2012), as organizações precisam comprometer-se com menores prazos de entrega e desenvolver melhorias no gerenciamento e sequenciamento da produção.

Neste contexto, o setor de embalagem segundo a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE, 2019), movimenta mais de US\$ 500 bilhões no mundo, o que representa, dentre 1% e 2,5% do Produto Interno Bruto de cada país. No Brasil, movimenta atualmente, R\$ 47 bilhões e gera mais de 200 mil postos de empregos diretos e formais. Ainda no contexto nacional segundo a última pesquisa da ABRE (2019), sobre o retrospecto de 2018 e perspectivas para os próximos anos, evidencia que os plásticos representam a maior participação no valor da produção, correspondente a 40% do total. Sendo que é a indústria que mais emprega, totalizando, em dezembro de 2018, 116.908 empregos formais, correspondendo a 53,37% do total de postos de trabalho do setor.

Torna-se necessário destacar, que no ano de 2018 as exportações diretas do setor de embalagem tiveram um faturamento de US\$ 583 milhões, valor que representa um crescimento de 7,1% em relação ao ano de 2017. Especificamente, as embalagens plásticas representaram um total de 34% exportado. A produção da indústria desse segmento apresentou um crescimento de 2,5% em 2018, sendo que todas as classes de materiais apresentaram crescimento. No âmbito das importações tiveram um crescimento de 16,4% no ano de 2018 em comparação com o ano anterior, movimentando um total US\$ 614 milhões. Especificamente, o setor de plásticos corresponde a 62% do total importado. Ainda segundo a ABRE (2019), o estudo exclusivo macroeconômico da indústria brasileira de embalagem, realizado atualmente pela *Euromonitor International* demonstra que o valor bruto da produção física de embalagens atingiu o montante de R\$ 78,5 bilhões, um aumento de 10,4% em relação aos R\$ 71 bilhões alcançados em 2017.



Neste contexto, a pesquisa justifica-se na medida em que a mesma é voltada à análise do sequenciamento e programação da produção de uma empresa de embalagens localizada no estado de Minas Gerais. Devido à expectativa de crescimento do setor no Brasil, para as empresas serem competitivas e permanecerem no mercado precisam desenvolver melhorias de gestão da produção, e o desenvolvimento de um método de programação e sequenciamento de produção eficiente torna-se necessário para a obtenção de resultados positivos para as empresas. Assim, afirmam Meneghello & Martins (2015) que para as organizações serem competitivas elas carecem de dados precisos referentes à programação da produção. Além disso, se apresenta relevante devido à proposta de facilitar as programações de produção e as reprogramações das mesmas, e como consequência melhorar o aproveitamento dos recursos e melhoria da eficiência da empresa, sendo que, as decisões que direcionam a ordem em que os produtos devem ser fabricados, respeitando prioridades e restrições impostas pelo processo, impactam consideravelmente nos prazos de entrega dos produtos para os clientes.

O estudo tem como objetivo desenvolver sequenciamentos utilizando o *software Preactor AS Express 2016®* para melhorar e otimizar o sequenciamento da programação da produção. Dessa maneira, identificar um sequenciamento mais eficiente e ágil, e a partir das análises de como são elaboradas as programações, verificar as possíveis causas de atrasos de entregas. Além disso, evidenciar uma alternativa computacional para a empresa utilizar. Nesta perspectiva, o artigo intervém, especificamente para simular, comparar, identificar, analisar e propor um sequenciamento mais adequado para a empresa, evidenciar as possíveis falhas na programação da produção, identificar ferramentas para aprimorar e aumentar a confiabilidade das programações de produção.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração do presente trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos, livros, e sites acadêmicos. A pesquisa pode ser classificada quanto à sua natureza, com uma abordagem quantitativa, na qual o autor objetiva gerar conhecimentos para aplicação na prática, ou seja, simulações de programações da produção, e para isso, utiliza-se de quantificação tanto na coleta de dados quanto em todo o tratamento e análise documental das informações. Especificamente, foi realizada uma coleta de dados documental, entre 01/01/2019 a 28/02/2019, contabilizando 59 dias. Foram coletados todos os pedidos e seus respectivos produtos e datas previstas de entrega, cargas em atraso, ordens de produção, tempos gastos com paradas, como: *setups*, manutenções e trocas de molde. Além disso, foi



realizado um mapeamento do processo, dos produtos, taxa de produção por hora, entre outras variáveis. Para obter conhecimentos mais específicos do processo, foi realizada uma conversa com o supervisor de produção responsável pelo processo, além disso, foi feita uma participação diária nas programações de produção com o engenheiro de produção responsável por essa atividade, para identificar como as programações e os sequenciamentos de produção são planejados. Torna-se necessário destacar que foi fundamental conhecer todos os processos para inserir os dados no *software Preactor AS Express 2016[®]*.

2.1 EMPRESA OBJETO DE ESTUDO

A empresa objeto de estudo produz embalagens rígidas e flexíveis, sopradas em polietileno, politereftalato de etila e injetadas para o segmento de bebidas, como: laticínios, sucos, entre outros. Atua em todo o território nacional com clientes de portes variados desde 1995 com logística própria, e está localizada no estado de Minas Gerais e contempla aproximadamente mais 250 funcionários.

2.1.1 PROCESSO PRODUTIVO ESTUDADO

Atualmente para realizar as programações das produções a empresa não utiliza nenhum recurso computacional, e os pedidos são atendidos de acordo com a formação de cargas e data de entrega solicitada pelo cliente. Além de ser um sistema produtivo em lotes. O setor responsável para a realização das programações da produção é o planejamento e controle da produção (PCP). As reuniões de programação são diárias, juntamente com as análises dos pedidos e das cargas. Após a definição da sequência das ordens de produção, as mesmas são lançadas em um sistema, onde são realizados apenas acompanhamentos de produção, porém em determinadas situações são necessárias alterações, ou seja, reprogramações por motivos, como: paradas para manutenção, trocas de moldes ou prioridade de entrega.

Os recursos de produção estudados constituem-se em três máquinas de politereftalato de etila (PET). O processo dessas máquinas, inicia-se com a caixa de preformas colocada no tombador. Em seguida, as preformas são despejadas automaticamente para passarem pelo silo. Por meio da esteira do silo as mesmas vão para a tampa da rampa, para seguirem para o alimentador. Do alimentador para a correia do forno, acontece um pré-forno e depois o forno. Nos fornos, têm lâmpadas, e por meio delas é possível ter uma quantidade de parâmetros para a distribuição de massa. Depois, as preformas passam pelo combotador onde ocorre o posicionamento das mesmas para serem levadas pela régua de estrada do molde. No molde ela leva o pré-sopro, estiramento e sopro. Após isso, a garrafa já está formada. Dessa forma, a



régua de saída tira do molde a embalagem pronta e leva para esteira, onde passa pela rotuladora para aplicação dos rótulos. Posteriormente, o frasco passa pelo forno de encolhimento para fechar os rótulos na garrafa. Na saída do forno de encolhimento, a garrafa passa por outra esteira com destino à enfardadeira, local onde faz a contagem das garrafas e ocorre o fechamento dos fardos. Assim, depois que os fardos estão prontos, os mesmos são direcionados para o estoque de produto acabado/ expedição, e posteriormente são expedidos de acordo com as especificações solicitadas pelos clientes.

2.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS

2.2.1 SOFTWARE PREACTOR AS EXPRESS 2016[®]

Para a realização das simulações de sequenciamentos e das análises do presente trabalho foi utilizado o *software Preactor AS Express 2016[®]* (uma oferta gratuita dos produtos ofertados pelo *SIMATIC IT Preactor APS*). O mesmo segundo Siemens (2016), propicia uma visão mais clara e uma maior compreensão dos processos de produção, possibilitando um maior controle dos processos, um melhor aproveitamento dos recursos, cumprimento de prazos, estudo de impacto de cenários hipotéticos e detecção de gargalos. O *Preactor* conforme Tecmaran (2019) é líder mundial nas soluções *Advanced Planning Schedule (APS)*, o mesmo permite ajustar a programação de centenas de ordens em questão de segundos, identificar e corrigir potenciais problemas com antecedência.

2.2.2 CLASSIFICAÇÃO ABC

A classificação ABC foi utilizada no trabalho para identificar a partir da eficiência dos produtos nas máquinas, qual tarefa teria prioridade no momento de realizar os sequenciamentos. Neste contexto, a classificação ABC segundo Eleodoro, et al., (2013) é um método usado para classificar as informações e separar os itens de maior importância, ou impacto. Essa metodologia para Viana (2009, apud Santos & Lubiana, 2017) é um fundamento que pode ser aplicado em qualquer situação que seja possível estabelecer prioridades, como, por exemplo, ter uma tarefa a cumprir que seja mais importante das demais atividades e uma obrigação com mais significância que outra, de forma que a soma de algumas partes dessas tarefas ou obrigações de importância elevada represente, provavelmente, uma grande parcela das obrigações totais.



3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O Planejamento e Controle da Produção (PCP), conforme Chiavenato (2014), tem como finalidade planejar e programar a produção de acordo com a demanda e o objetivo da empresa, buscando os melhores resultados em todo processo produtivo. Para o autor, o planejamento determina as prioridades: o que fazer, quando fazer, quem deve fazer e de qual forma fazer. Já o controle especifica a maneira de gerir os processos produtivos, com a finalidade de medir e corrigir o desempenho para assegurar que a execução ocorra de acordo com o que foi planejado e organizado. O sistema de planejamento de produção segundo Ribeiro, et al., (2018) é complexo devido às inúmeras variáveis, como por exemplo, o sequenciamento da produção. Dessa forma, o PCP, de acordo com Araújo, et al., (2018), possui uma grande importância dentro das organizações, e as regras de sequenciamento são umas das formas utilizadas por esse setor para alcançar os resultados positivos para a empresa.

3.1.1 PROGRAMAÇÃO E SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

A programação da produção segundo Pinedo (2016), é um processo de tomada de decisão que trabalha com a alocação de recursos para que as atividades sejam realizadas em determinado período de tempo, de forma a otimizar o alcance dos propósitos da organização.

O sequenciamento de produção, conforme Telo et al., (2017), é caracterizado como a ordem cronológica na qual as tarefas serão realizadas. Para Fuchigami (2016), as regras de sequenciamento, na esfera computacional, possuem vantagens na sua aplicação, pois têm simples compreensão e fácil implementação. E, as abordagens modernas, segundo Telo, et al., (2017), sugerem combinações de sistemas, com a finalidade de buscar qual a regra mais eficaz para obter uma maior eficiência do processo produtivo. A determinação da sequência conforme Ribeiro, et al., (2018), tende a incrementar os recursos e a maximizar o prazo de entrega aos clientes. Para Santos, et al., (2017), o sequenciamento consiste em decidir quais atividades produtivas detalhadas devem ser realizadas, quando e com quais recursos as atividades devem ser programadas para atender a demanda informada. As regras de sequenciamento segundo Moreira, et al., (2017) estabelecem um meio lógico para saber qual lote terá prioridade na fila de processamento e, também, verificar quais são as regras respeitadas com a intenção de atingir objetivos, como, por exemplo, o cumprimento de prazo dos clientes, redução de custos de produção e entre outros.



Nesta perspectiva, para Mota, et al., (2017) falhas podem ocorrer, como, por exemplo: atrasos na entrega de produtos. Porém, no momento em que ocorrem essas falhas, é necessário tomar algumas atitudes, tais como: corrigir o erro com rapidez, localizar a causa fundamental do problema e, dessa maneira, eliminá-los, de forma que ocorra a redução da probabilidade de nova ocorrência, ou seja, algo essencial para diferenciar a empresa das demais e gerar credibilidade para o cliente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE E REPRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA

Para o mês de janeiro de 2019 os tempos e dias disponíveis para a produção nas máquinas PET 01, PET 02 e PET 03 eram de aproximadamente 29 dias para cada máquina, um total de 704 horas para cada recurso, totalizando 2112 horas. No entanto, o tempo e dias necessários para realizar todas as ordens de produção era de 1883 horas para as três máquinas, esse valor equivale a 78 dias no total, sendo 26 dias para cada máquina. Assim, nesse mês, 3 dias, possivelmente, equivalem a paradas das máquinas, ajustes de processos e trocas de moldes, o que representa um total de 72 horas, e um erro de programação de 11%.

Neste contexto, para o mês de fevereiro de 2019, os tempos e dias disponíveis para a produção nos recursos: PET 01, PET 02 e PET 03 eram de 28 dias, sendo 672 horas disponíveis para cada máquina, totalizando 2016 horas para as três máquinas, enquanto o tempo aproximado que seria necessário para a operação dos recursos era de 1521 horas para as três máquinas, esse valor equivale a 63 dias no total, sendo 21 dias para cada máquina. Logo, para fevereiro, 7 dias, possivelmente, equivalem a paradas nas máquinas, ajustes de processos, *setups*, trocas de moldes, o que representa 168 horas, e um erro de programação de 25%.

Analisando a situação atual da empresa, foi realizado um levantamento para verificar a ocorrência ou não dos atrasos de cargas da empresa, ou seja, atraso de entrega de pedidos para os clientes, nos dois meses em que se realizou a análise. O Quadro 1 mostra em porcentagem os atrasos nas entregas das cargas nos meses de janeiro e fevereiro de 2019. Evidencia, também, a porcentagem de pedidos em atraso de entrega, pois na empresa são realizadas entregas com cargas fechadas. Assim, em uma carga, são carregados dois pedidos ou três, dependendo da quantidade. Torna-se necessário destacar que as regras de sequenciamento para o autor supracitado Moreira, et al., (2017) são utilizadas com a intenção de atingir objetivos, como: cumprimento de prazo dos clientes.



Quadro 1: Cargas e pedidos em atraso de entrega

Cargas e pedidos em atraso de entrega		
Mês	Cargas	Pedidos
Janeiro/ 2019	28,02%	28,04%
Fevereiro/ 2019	28,00%	28,22%

Fonte: Elaborado pelo autor.

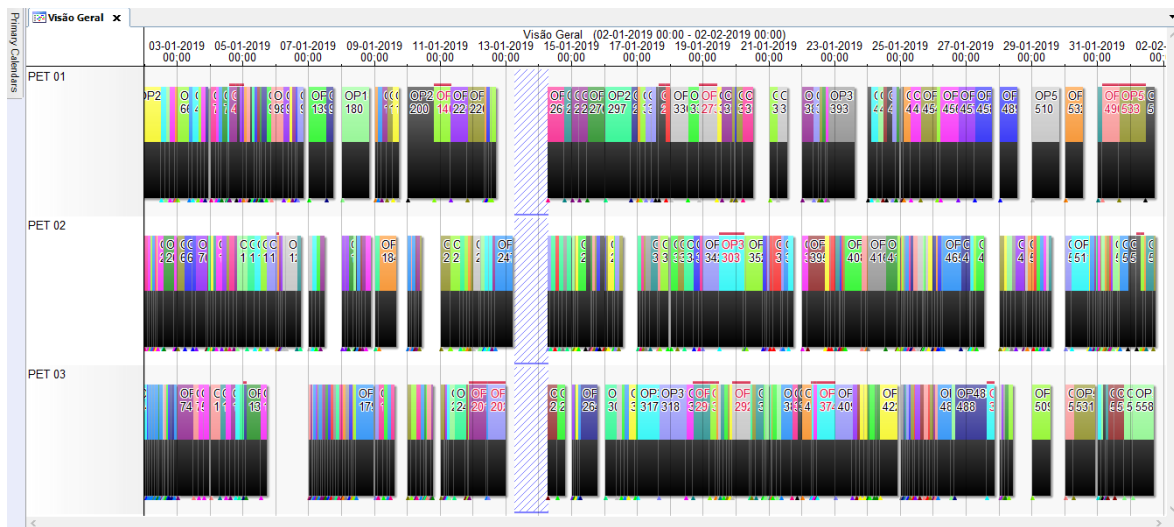
Por meio do Quadro 1, é possível identificar que 28,02% das cargas foram entregues em atraso para os clientes no mês de janeiro de 2019 e 28,00% em fevereiro de 2019. Observa-se também que 28,04% dos pedidos foram entregues com atraso em janeiro de 2019. Enquanto o mês fevereiro de 2019 atingiu um valor de 28,22%. Assim, encontra-se uma média de 28,01% de atraso nas entregas das cargas, e de 28,13% de atraso nas entregas dos pedidos. Conforme mencionado por Mota, et al., (2017), os atrasos nas entregas de produtos podem ocorrer, porém no momento em que as entregas não ocorrerem conforme planejado é necessário tomar atitudes, como: corrigir o erro com rapidez. Ainda, se faz necessário destacar que a situação se repete no mês de fevereiro de 2019, igual ocorreu no mês de janeiro de 2019.

Após as análises e levantamentos de dados da situação atual da empresa, os dados foram inseridos no sequenciador *Preactor AS Express 2016*® por meio de tabelas de importação proporcionadas pelo próprio *software*. Assim, a partir dos dados inseridos, foi realizada a simulação do método atual de sequenciamento utilizado pela empresa, representado no *software* como: para frente por prioridade. Segundo Tecmaran (2019) o sequenciamento para frente no *Preactor* ocupa toda a capacidade dos recursos, de modo que traga as operações para mais próximo da data atual e antecipa ao máximo a fila de ordens. E, por prioridade, refere-se a simples prioridade numérica (definida através do campo prioridade importado no arquivo de ordens), de forma que seja priorizado os valores menores.

A Figura 1 evidencia a programação atual por meio do gráfico de Gantt, com um total de 564 ordens de produção programadas, entre os dias 01 de janeiro de 2019 e 31 de janeiro de 2019. Realizou-se essa simulação utilizando os métodos e a forma que são elaborados os sequenciamentos atualmente pelos responsáveis na empresa.



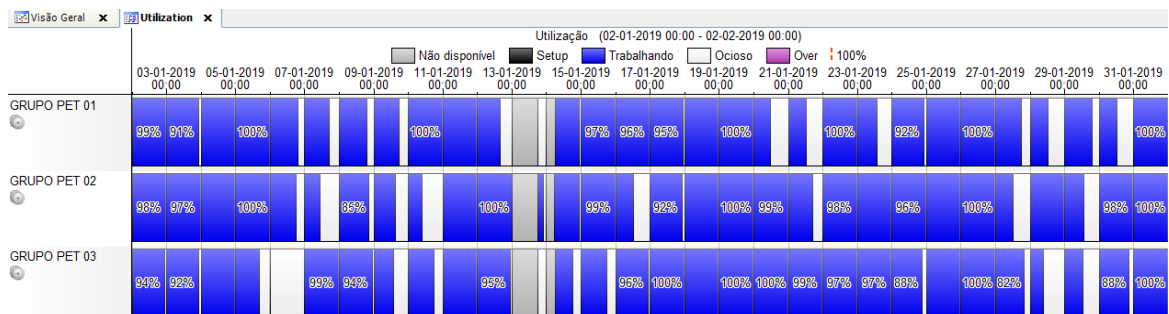
Figura 1: Gráfico de Gantt do modelo atual de sequenciamento da produção - Janeiro de 2019



Fonte: Adaptado pelo autor.

Além disso, verificou-se as utilizações dos recursos. Note a Figura 2 que apresenta tais resultados. A cor azul representa a porcentagem em que o grupo de recurso estava trabalhando, ou seja, operando, evidencia também, com a cor cinza, os tempos em que as máquinas não estavam disponíveis e em branco os seus respectivos tempos ociosos.

Figura 2: Gráfico de utilização dos recursos - Janeiro de 2019

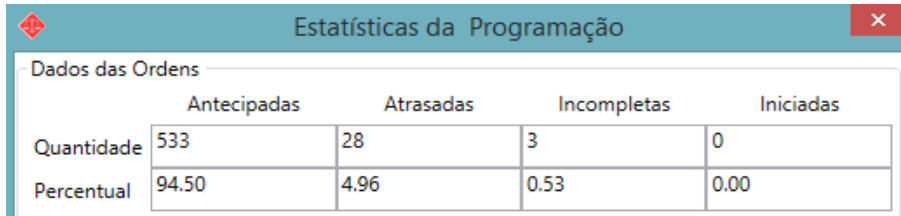


Fonte: Adaptado pelo autor.

Em seguida, a Figura 3 representa a estatística da programação no *software* da situação atual da empresa. Observou-se que 533 ordens seriam entregues no prazo, 28 atrasadas e 3 estariam incompletas. Assim, obteve-se um resultado de 4,96% das ordens em atraso, sendo que 0,53% das ordens a empresa não teria capacidade para produzir, e 94,50% das ordens seriam antecipadas, ou seja, entregues.



Figura 3: Estatística da programação para frente por prioridade – Janeiro 2019

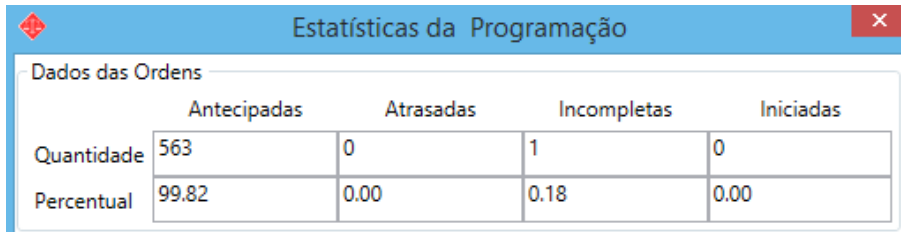


Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	533	28	3	0
Percentual	94.50	4.96	0.53	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.

Posteriormente, foram realizados outros sequenciamentos disponibilizados pelo *software*, com a finalidade de identificar qual teria o melhor desempenho. No entanto, foram evidenciados, abaixo, os sequenciamentos que apresentaram os melhores resultados da situação atual da empresa no mês de janeiro de 2019. A Figura 4 apresenta o sequenciamento para trás por prioridade reversa. Tal método faz com que um número maior de ordens importantes seja programado para antes da data presente, deixando o mesmo incompleto. O resultado foi igual a 563 ordens antecipadas, o que equivale a 99,82%, e 1 ordem incompleta, igual 0,18%.

Figura 4: Estatística da programação: para trás por prioridade reversa – Janeiro 2019

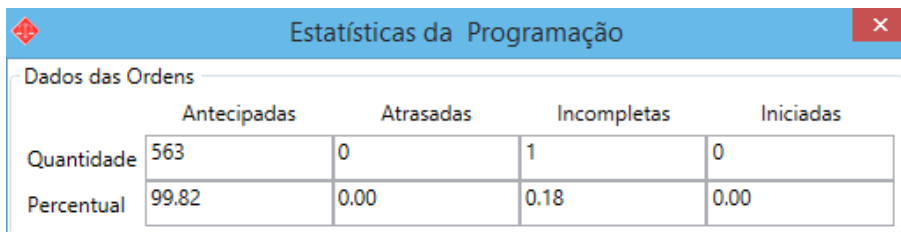


Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	563	0	1	0
Percentual	99.82	0.00	0.18	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.

Em seguida, o sequenciamento para trás por ordem do arquivo, o mesmo realiza a sequência de acordo com a forma exata em que as ordens estão registradas na tabela de ordens. A Figura 5 mostra o desempenho desse sequenciamento. Nota-se que 0,18% equivale a 1 ordem incompleta, e 99,82% estariam completas, isto é, 563 antecipadas.

Figura 5: Estatística da programação: para trás por ordem arquivo – Janeiro 2019



Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	563	0	1	0
Percentual	99.82	0.00	0.18	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.

A partir da análise e estudo dos sequenciamentos da situação atual da empresa, foi possível identificar que os sequenciamentos que obtiveram os melhores resultados no mês de janeiro foram: os sequenciamentos para trás por ordem do arquivo e para trás por prioridade reversa.

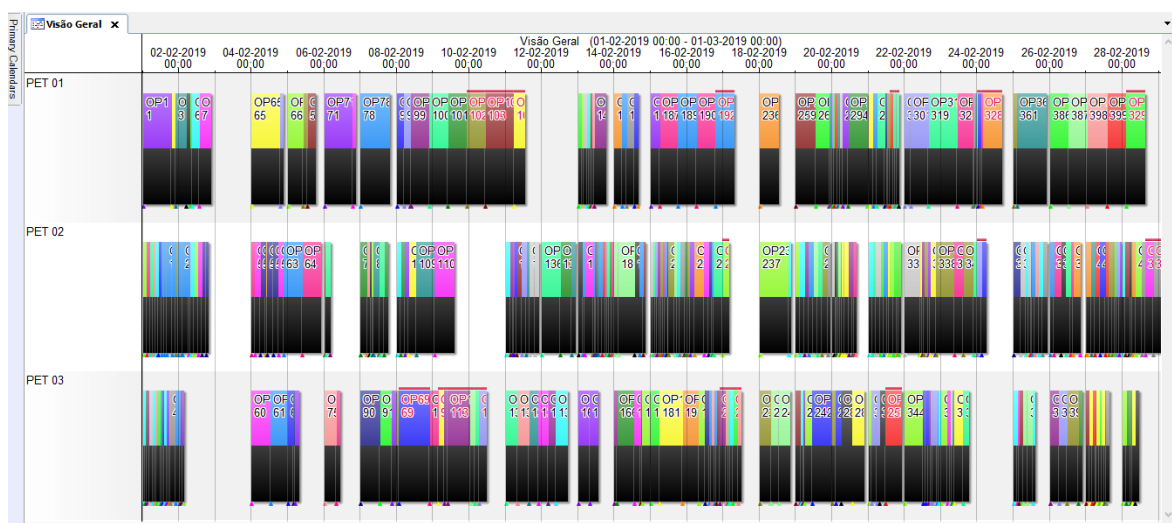


Citação (APA): Resende, E.W., & Lopes, P.H. (2019). Análise de programações e sequenciamentos da produção a partir de simulações no Preactor AS Express 2016® em uma empresa de embalagens. *Brazilian Journal of Production Engineering*.5(3), 82-103.

E, a partir das simulações realizadas, identificou-se que 94,50% das ordens de produção seriam entregues no prazo, porém nota-se um atraso no mês de janeiro de 28,02% na entrega de cargas, conforme citado anteriormente.

Neste contexto, foi necessário realizar as simulações com os dados do mês de fevereiro de 2019, para verificar se a situação tinha recorrência. Primeiramente, foi realizado o método utilizado pela empresa: sequenciamento para frente por prioridade. A Figura 6 evidencia por meio do gráfico de Gantt um total de 437 ordens de produção programadas, entre os dias 01 de fevereiro de 2019 a 28 de fevereiro de 2019.

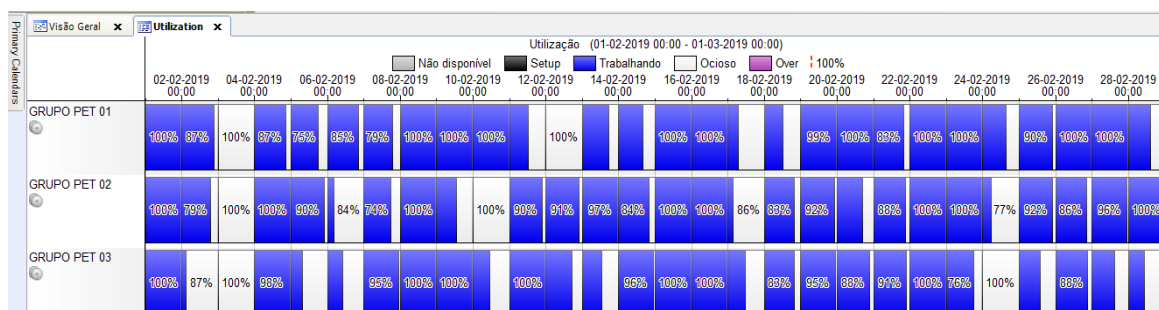
Figura 6: Gráfico de Gantt: modelo atual de sequenciamento da produção – Fevereiro de 2019



Fonte: Adaptado pelo autor.

Em seguida, a Figura 7 representa a utilização dos recursos, ou seja, das máquinas. Em azul apresenta a porcentagem em que o grupo de recurso estava operando, a cor cinza evidencia os tempos em que as máquinas não estavam disponíveis e a cor branca que representa os tempos de ociosidade das máquinas.

Figura 7: Gráfico de utilização dos recursos - Fevereiro de 2019

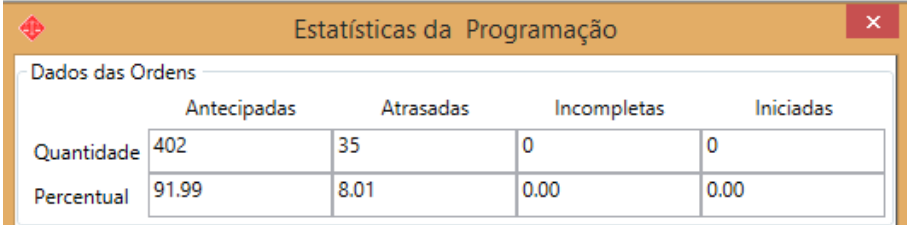


Fonte: Adaptado pelo autor.



Posteriormente, a Figura 8 apresenta a estatística da programação no *software* referente a situação atual no mês de fevereiro. Assim, 402 ordens seriam entregues no prazo, equivalente 91,99% e 35 atrasadas igual a 8,01%, sendo que nenhuma estaria incompleta.

Figura 8: Estatística da programação: para frente por prioridade – Fevereiro 2019

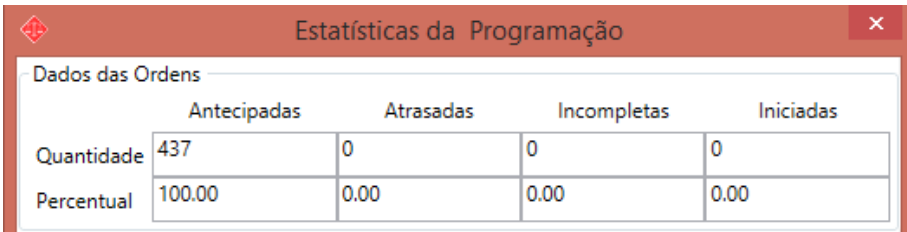


Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	402	35	0	0
Percentual	91.99	8.01	0.00	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.

Após a representação da situação atual de fevereiro: sequenciamento para frente por prioridade, foram realizados outros tipos de sequenciamentos disponibilizados pelo *software*. Abaixo, a Figura 9 evidencia o sequenciamento que obteve o melhor resultado dos sequenciamentos da situação atual de fevereiro: para trás por ordem do arquivo. Observa-se que 437 ordens de produção foram antecipadas, sendo assim, 100% das ordens de produção seriam entregues.

Figura 9: Estatística da programação: para trás por ordem arquivo – Fevereiro 2019



Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	437	0	0	0
Percentual	100.00	0.00	0.00	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.

Diante das análises e estudo dos sequenciamentos da situação atual da empresa referente a fevereiro de 2019, foi possível identificar que o sequenciamento que obteve o melhor resultado foi: o sequenciamento para trás por ordem do arquivo, igual em janeiro de 2019. O desempenho do sequenciamento utilizado atualmente pela empresa: sequenciamento para frente por prioridade, evidenciou que 91,99% das ordens de produção seriam entregues sem atraso, porém nota-se um atraso na entrega das cargas de 28,00% no mês de fevereiro.

4.2 ANÁLISES E MELHORIAS PROPOSTAS PARA A EMPRESA

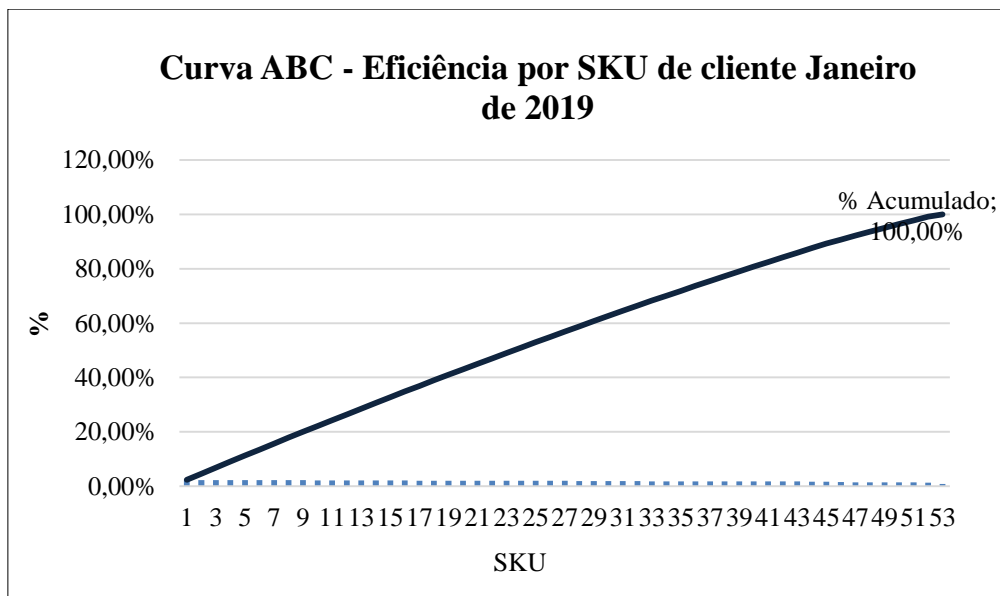
Para definir uma das prioridades de cada ordem de produção, utilizou-se o critério de classificação ABC por meio do *Stock Keeping Unit* (SKU) de eficiência do cliente, ou seja,



eficiência para cada família de produtos. SKU, em português, segundo Queiroz (2016) significa Unidade de Manutenção de Estoque, o mesmo está relacionado com a designação dos itens do estoque existentes no portfólio da empresa, conectados com códigos identificadores.

As famílias de produtos estão identificadas como família 1, 2, 3 e, assim, sucessivamente. Por meio do Gráfico 1, é possível identificar que as famílias de produtos classificadas como A acumulam 80% da eficiência nas três máquinas de PET'S, ou seja, são produtos que operam com baixos níveis de atrasos ou paradas, e, por tal fato, foi atribuída prioridade 3 na ordem de produção. Já os itens classificados como B, acumulam 15% da eficiência das três máquinas e exigem uma atenção média, assim, lhes foi atribuída uma prioridade 2, enquanto os itens classificados como C, exigem uma maior atenção, devido ao alto índice de paradas, e baixa eficiência, logo, lhes foi atribuída prioridade 1.

Gráfico 1: Curva ABC por SKU de cliente - Janeiro de 2019

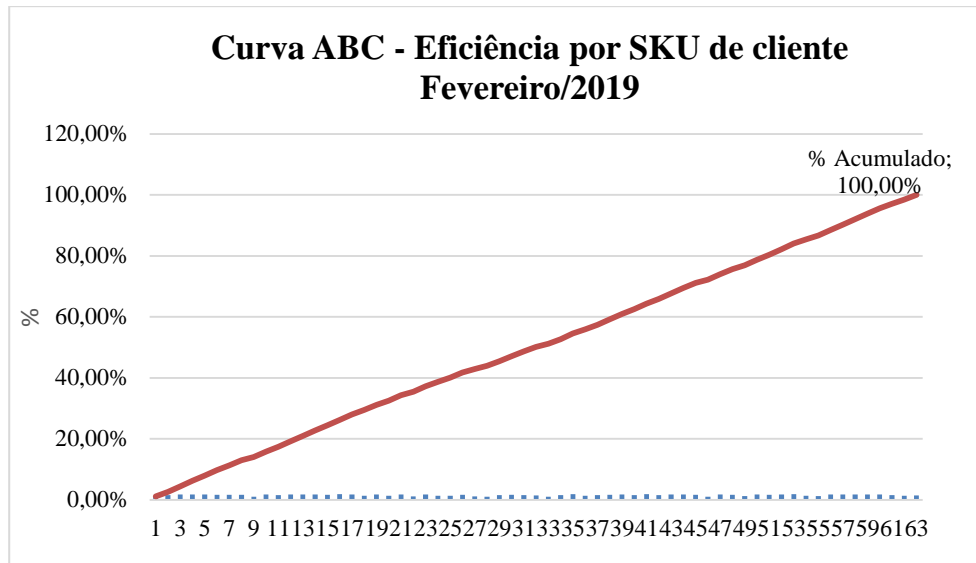


Fonte: Elaborado pelo autor.

A mesma condição foi aplicada para as ordens de produção do mês de fevereiro de 2019. Note que o Gráfico 2 apresenta os resultados obtidos com a curva ABC realizada a partir da eficiência das famílias de produtos nas três máquinas estudadas.



Gráfico 2: Curva ABC por SKU de cliente - Fevereiro de 2019



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.1 MELHORIAS NOS SEQUENCIAMENTOS E PROGRAMAÇÕES DA PRODUÇÃO

Foi identificado que os recursos não estavam disponíveis 24 horas por dia nos dois meses. Isso foi possível observar através dos dados históricos de *setups* e manutenções de máquina e, tal fato, interfere diretamente na disponibilidade real das máquinas. O Quadro 2 apresenta os dados de janeiro e fevereiro de 2019 referente as médias diárias gastas com *setups* e paradas de manutenção nos recursos.

Quadro 2: Média diária de *setups* e paradas de manutenção

Média diária: <i>setups</i> e paradas de manutenção				
	Setup		Parada Manutenção	
Máquina	Jan/19	Fev/19	Jan/19	Fev/19
PET 01	02:48	03:47	01:15	01:09
PET 02	02:18	02:23	01:03	01:09
PET 03	03:11	02:39	01:19	01:38

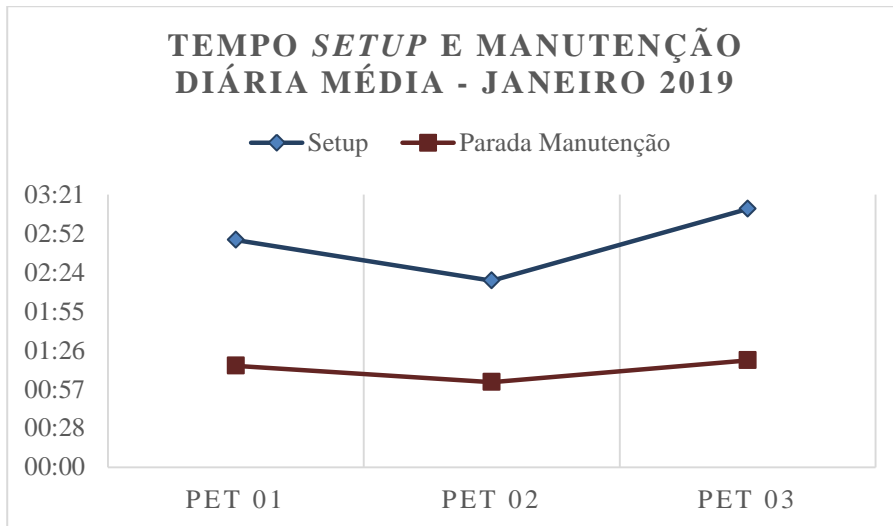
Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, no mês de janeiro de 2019, foram realizadas 137 trocas de molde nos três recursos, com uma média de 46 trocas. E, uma média mensal de tempo utilizado com manutenções preventivas e programadas nas três máquinas de 1 hora e 36 minutos. No entanto, para o mês de fevereiro de 2019 foram realizadas 109 trocas de molde, com uma média de 36 trocas e, também, uma média mensal de 02 horas e 53 minutos de tempo utilizado com manutenções preventivas e programadas nas três máquinas.



Em seguida, o Gráfico 3 apresenta a comparação dos tempos médios gastos com *setups* e manutenções diárias no mês de janeiro de 2019. Assim, observa-se que foi gasto mais tempo com *setup* de máquinas, ou seja, ajustes de processos, do que com paradas para manutenções.

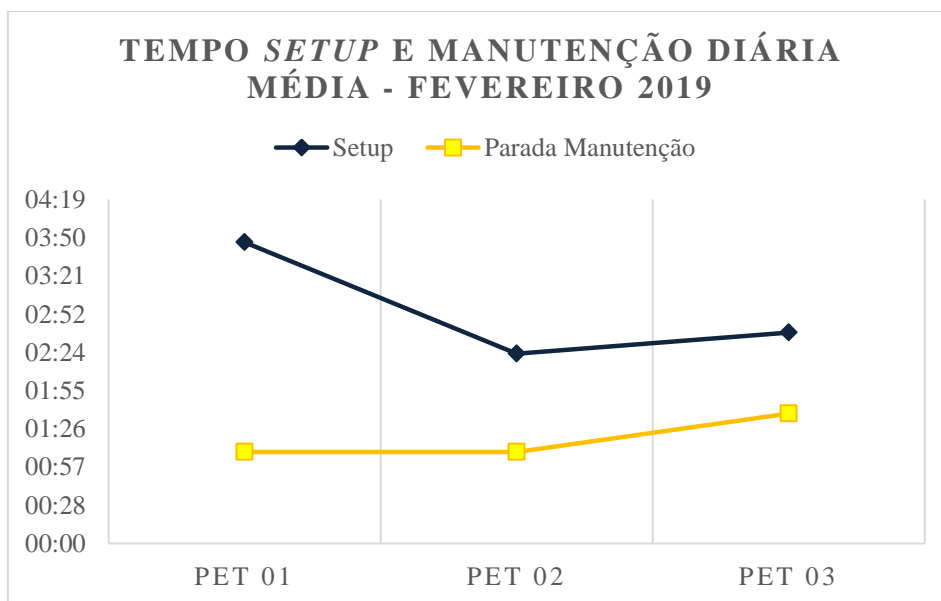
Gráfico 3: Tempo *setup* e manutenção diária média - Janeiro 2019



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 4 evidencia a comparação dos tempos médios de *setups* e manutenções diárias utilizadas no mês de fevereiro de 2019. No entanto, observa-se que foi gasto mais tempo com *setups* em máquinas, do que com paradas para manutenções, igual em janeiro de 2019. E, a máquina 03 foi o recurso que se aproximou nos dois valores.

Gráfico 4: Tempo *setup* e manutenção diária média Fevereiro 2019



Fonte: Elaborado pelo autor.

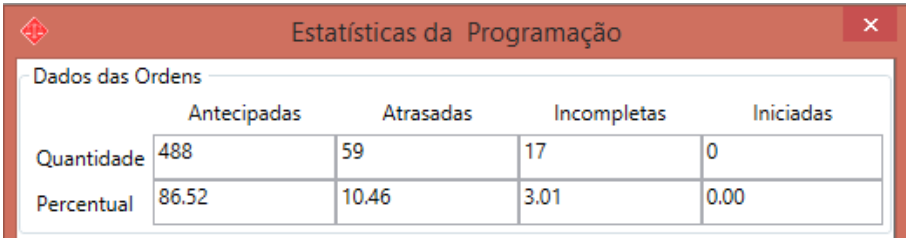


A partir da situação atual vivenciada pela empresa foram realizadas análises de como são elaboradas as programações e os seus sequenciamentos da produção. Assim, constatou-se a necessidade de identificar a média da taxa de produção por hora de cada família de produtos e utilizá-las no momento da programação. Além disso, considerar a prioridade utilizando a curva ABC supracitada. Dessa forma, a partir do refinamento dos dados e mapeamento das informações com base nos dados históricos apresentados acima, considerou-se também a disponibilidade real das máquinas, ou seja, descontando os tempos médios gastos com *setup*.

No entanto, os sequenciamentos foram realizados novamente, utilizando a taxa de produção por hora por produto, considerando a disponibilidade real dos recursos, e utilizando a prioridade a partir da eficiência da curva ABC. Assim, torna-se necessário destacar que a determinação da sequência conforme Ribeiro, et al., (2018) tende a incrementar os recursos e a maximizar o prazo de entrega aos clientes. Logo, através dos novos sequenciamentos, buscou-se identificar a possível melhoria nos mesmos, verificar o motivo do alto número de pedidos em atrasos e a partir disso constatar o sequenciamento que apresenta o melhor resultado para a empresa.

Nesta perspectiva, a Figura 10 evidencia o sequenciamento que a empresa utiliza: para frente por prioridade. Nota-se que o desempenho do mesmo foi inferior ao realizado primeiramente, sendo 488 ordens antecipadas equivalente a 86,52%, 59 atrasadas sendo 10,46% e 17 ordens incompletas que representa 3,01%. No entanto, quando a empresa elabora sem considerar a prioridade da curva ABC, taxa por hora por produto e disponibilidade real dos recursos, o sequenciamento fica distante da realidade devido aos 28,02% das cargas estarem em atraso em janeiro de 2019. Assim, observa-se que o sequenciamento para frente por prioridade da Figura 10 representa de forma aproximada a realidade vivenciada pela empresa.

Figura 10: Melhoria sequenciamento para frente por prioridade – Janeiro 2019



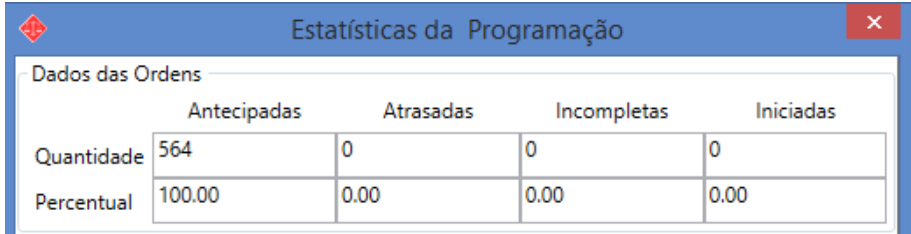
Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	488	59	17	0
Percentual	86.52	10.46	3.01	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.



A Figura 11 apresenta o sequenciamento que obteve o melhor desempenho da melhoria proposta de janeiro de 2019: para trás por ordem do arquivo. Sendo 564 ordens de produção antecipadas, o que representa 100% de entregas.

Figura 11: Melhoria do sequenciamento para trás por ordem de arquivo – Janeiro 2019



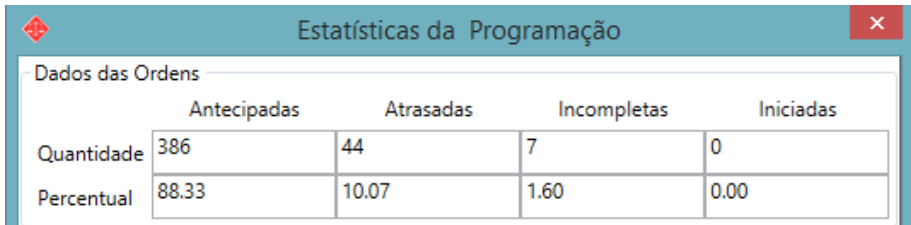
Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	564	0	0	0
Percentual	100.00	0.00	0.00	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.

Em seguida, foi necessário simular os sequenciamentos referente a fevereiro de 2019 da situação de proposta de melhoria, ou seja, utilizando a prioridade da curva ABC, produção por hora por produto e a disponibilidade real das máquinas.

A Figura 12 evidencia o sequenciamento utilizado pela empresa: para frente por prioridade. O mesmo apresentou um desempenho de 10,07% de atraso, o que representa 44 ordens de produção, 1,60% de ordens incompletas, o equivalente a 7 ordens e, também, 88,33% seriam entregues, o que representa 386 ordens. Dessa forma, aproximou-se da realidade da empresa, devido a média de atraso na entrega de cargas de 28,00% em fevereiro de 2019.

Figura 12: Melhoria do sequenciamento para frente por prioridade – Fevereiro 2019



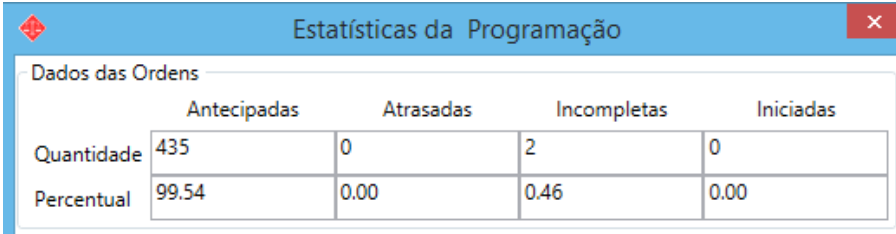
Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	386	44	7	0
Percentual	88.33	10.07	1.60	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.

Destaca-se que foram realizados outros tipos de sequenciamentos disponibilizados pelo *software* referente a fevereiro de 2019. Apresenta-se na Figura 13 o sequenciamento para trás por ordem do arquivo, pois o mesmo apresentou o melhor resultado em comparação com os outros sequenciamentos, com 99,54% das ordens antecipadas que equivale a 435 ordens entregues sem atraso e 0,46% incompletas que representa 2 ordens de produção incompletas.



Figura 13: Melhoria do sequenciamento para trás por ordem do arquivo – Fevereiro 2019



Estatísticas da Programação				
Dados das Ordens				
	Antecipadas	Atrasadas	Incompletas	Iniciadas
Quantidade	435	0	2	0
Percentual	99.54	0.00	0.46	0.00

Fonte: Adaptado pelo autor.

Assim, para o mês de janeiro de 2019, 1886 horas seriam a disponibilidade real das máquinas: PET 01, PET 02 e PET 03, nos 29 dias disponíveis para operação. No entanto, o tempo necessário para os recursos era um total 1883 horas. Neste contexto, considerando a disponibilidade real das máquinas, o erro de programação que era de 11%, passa a ser 0,15%. E, para o mês de fevereiro de 2019, a disponibilidade real das máquinas: PET 01, PET 02 e PET 03, era de 28 dias, totalizando 1769 horas, enquanto o tempo aproximado necessário para a operação dos recursos era de 1521 horas. Dessa maneira, levando em consideração a disponibilidade real dos recursos, o erro de programação que era de 25%, passou a ser 14%.

Logo, no mês de janeiro ocorreu uma redução de 10,85% no erro de programação e no mês de fevereiro um valor de 11% de redução. Além disso, a partir das simulações dos sequenciamentos tanto da situação atual da empresa, como da proposta pelo trabalho, foi possível identificar que o melhor método de sequenciamento indicado para a empresa utilizar é o para trás, sendo especificamente, o sequenciamento para trás por ordem do arquivo, pois o mesmo apresentou os melhores resultados na situação atual e na melhoria nos dois meses de estudo. Assim, observa-se que Telo, et al., (2017), sugere combinações de sistemas com a finalidade de buscar qual regra é mais eficaz para obter uma maior eficiência do processo produtivo.

Além do *software AS Preactor Express 2016®* para a realização dos sequenciamentos, outra alternativa para a empresa, seria considerar os tempos de disponibilidade das máquinas. Dessa maneira, indica-se a utilização do indicador: *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), em português, Eficiência Global do Equipamento. A Eficiência Global do Equipamento segundo Maideen, et al., (2017) é um método utilizado para medir o desempenho de um equipamento com base em três aspectos: disponibilidade, desempenho e qualidade. Para Zhu (2011), o OEE caracteriza-se por demonstrar a relação esperada entre os resultados dos equipamentos na prática e a previsão estimada para os mesmos.



Nesta perspectiva, o estudo de Santos (2018) apresenta a importância de empregar o OEE. Assim, segundo Santos (2018), o indicador permite sua aplicação em diversos ambientes, observando a disponibilidade, o desempenho e a qualidade, e com a utilização do mesmo, pode-se ajudar a melhorar a eficiência e eficácia da empresa, através da maior produtividade dos equipamentos, além de apontar as necessidades de intervenção do ponto de vista da eliminação de perdas presentes que limitam a capacidade de operação do maquinário.

Outro trabalho relacionado com o OEE de Souza & Cartaxo (2016) evidencia que a partir do indicador, pôde-se mensurar e analisar a produtividade real das máquinas durante os meses estudados. Com a ferramenta, foi possível identificar o foco principal do problema do equipamento e analisar o ponto de maior fragilidade. Também foi possível determinar ações com possíveis soluções, em busca do aumento da eficiência e produtividade.

Assim, torna-se necessário destacar a importância de desenvolver habilidades nas técnicas de planejamento e programação de manutenção, indicando os objetivos, organizando atividades, planejando e programando o uso das pessoas e dos equipamentos, aliado com a programação e controle da produção. Além disso, Fontanini (2018) reforça a ideia de que a gestão da manutenção se refere ao conjunto de atividades direcionadas que, ao menor custo possível, procura garantir a máxima disponibilidade, a máxima capacidade, a prevenção de ocorrência de falhas dos equipamentos e, também, identificando e sanando as causas raízes atuantes no desempenho deficiente das máquinas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma programação e sequenciamento da produção eficiente é fundamental para a competitividade das empresas, além de reduzir a ociosidade nos recursos ela proporciona confiabilidade nas datas de entrega. Desta forma, o trabalho teve como finalidade desenvolver sequenciamentos utilizando o *software Preactor AS Express 2016®* para melhorar e otimizar o sequenciamento da programação da produção. Além de identificar um sequenciamento mais eficiente e ágil, e a partir das análises de como são elaboradas as programações, verificar as possíveis causas de atrasos de entregas. E, evidenciar uma alternativa computacional para a empresa utilizar. No entanto, foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos, livros, e sites acadêmicos. Especificamente, foi feita uma coleta de dados documental, entre 01/01/2019 a 28/02/2019, equivalente a 59 dias. Foram coletados todos os pedidos e seus respectivos produtos e datas previstas de entrega, cargas em atraso, ordens de produção e tempos gastos com paradas, como: *setups*, manutenções e trocas de molde.



Citação (APA): Resende, E.W., & Lopes, P.H. (2019). Análise de programações e sequenciamentos da produção a partir de simulações no Preactor AS Express 2016® em uma empresa de embalagens. *Brazilian Journal of Production Engineering*.5(3), 82-103.

Neste contexto, a opção recomendada para a empresa é o sequenciamento para trás por ordem do arquivo, pois o mesmo apresentou os melhores resultados tanto nas situações atuais quanto nas melhorias propostas. Na melhoria recomendada em janeiro de 2019, ele apresentou 100% de ordens antecipadas e em fevereiro de 2019, teve um desempenho de 99,54% das ordens entregues no prazo. Além disso, considerando as disponibilidades reais dos recursos, no mês de janeiro ocorreu uma redução de 10,85% no erro de programação e no mês de fevereiro um valor de 11% redução.

Portanto, este trabalho recomenda que a empresa analisada adote o sequenciamento para trás por ordem do arquivo e sugere que a mesma tome as ferramentas apresentadas neste trabalho como uma forma de auxiliá-la no planejamento e programação de sua produção e na elaboração de prazos de entrega. Por fim, propõe-se trabalhos futuros referentes ao planejamento e gerenciamento da manutenção das máquinas, com o objetivo de minimizar as quebras das máquinas, pois as mesmas podem prejudicar a produtividade da empresa, além disso analisar os tempos gastos com *setups* e, assim, aumentar a disponibilidade real dos recursos e, com isso, ampliar a segurança das entregas das ordens de produção e, conseqüentemente, aumentar a confiabilidade das programações de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, F., Lima, A.A., & Lima, M. de A.C. (2018). Otimização de rota e redução dos custos logísticos: estudo de caso em uma empresa de contabilidade. *Brazilian Journal of Development*. Retrieved from <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/109/78>

Associação Brasileira de Embalagem. (2019). *Dados do Setor*. Retrieved April 6, 2019, from <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado-2018/>

Chiavenato, I. (2014). *Gestão da produção: uma abordagem introdutória*. Barueri, São Paulo: Manole.

Santos, B.T., & Lubiana, C. (2017). O uso da curva ABC para a tomada de decisão na composição de estoque. *Inter-American Journal of Development and Research*, 1 (1), 62-78. doi: <https://doi.org/10.32916/iadrj.v1i1.22>

Eleodoro, L.S., Chaves, L.E. de C., Bortholin, R. de C., Cotian, L.F.P., & Cintra, S.F. (2013). Cálculo do Lote Econômico de Compra de Matérias-Primas Utilizadas no Processo de Tratamento de Água Considerando os Estoques de Segurança e o Lead Time dos



Citação (APA): Resende, E.W., & Lopes, P.H. (2019). Análise de programações e sequenciamentos da produção a partir de simulações no Preactor AS Express 2016® em uma empresa de embalagens. *Brazilian Journal of Production Engineering*.5(3), 82-103.

Fornecedores. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Retrieved April 2, 2019, from http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_008_23232.pdf

Farchi, D.R.P., Motta, G. A., Bianchini, V.K., & Alves, V.C. (2014). Aplicação da ferramenta de gestão a vista em uma metalúrgica: uma pesquisa-ação. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Associação Brasileira de Engenharia de Produção*. Retrieved from http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_195_101_26272.pdf

Fontanini, R.A.M. (2018). Implementação de planos de manutenção para uma linha de envasamento em uma cervejaria dos Campos Gerais (PR). *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*. Retrieved from http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10196/1/PG_DAENP_2018_1_16.pdf

Fuchigami, H.Y. (2016). *Introdução ao Sequenciamento da Produção*. Catalão, Goiás: UFG.

Jeske, E., Bruciapaglia, M.L.C., Ventura, M., & Nunes, R.S. (2012). Planejamento, programação e controle da produção: um estudo nas operações de um fabricante de calçados sob encomenda. *Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. Retrieved from http://www.inovarse.org/sites/default/files/T12_0505_2942.pdf

Maideen, N.C., Budin, S., Sahudin, S., & Samat, H.A. (2017). Synthesizing the Machine's Availability in Overall Equipment Effectiveness. *Journal of Mechanical Engineering*, 4 (3), 89-99. Retrieved from https://jmeche.uitm.edu.my/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/8_Vol_4_3_ID_151_80.pdf

Meneghello, G.C., & Martins, D.S. (2015). A utilização do sistema de capacidade finita como diferencial competitivo. *Revista Eletrônica de Graduação do Centro Universitário Eurípides de Marília*, 8 (1), 51-74. Retrieved from <https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/965>

Moreira, J.M.M.A.P., Simioni, F.J., & Santana, L.F. de. (2017). Impacto do Custo de Transporte no Risco da Rentabilidade Florestal na Região de Itapeva-SP. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 38 (132), 77-89. Retrieved from <http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/905>

Mota, M.J.B., França, R.S., Cirqueira, J.P.D., & Pereira, M.M. (2017). Análise dos níveis de satisfação aos usuários do SUS sistema único de saúde em palmas. *Humanidades & Inovação da Universidade Estadual do Tocantins*, 4 (5). Retrieved from <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/322>



Pinedo, M.L. (2016). *Scheduling: theory, algorithms and systems*. New York, United States: Springer.

Queiroz, I.A. (2016). Proposição de metodologia de cálculo de lote econômico de fabricação em uma indústria de refrigerantes. *Departamento de Engenharia de Fabricação da Universidade de Brasília*. Retrieved from http://bdm.unb.br/bitstream/10483/17777/1/2016_IgorAmaralQueiroz_tcc.pdf>. Acesso em: 4 de abril de 2019

Ribeiro, S.N., Silva, E.V. da S., Sousa, G.C de., Sousa, S.C. de., & Santos, T.S dos. (2018). Aplicação da ferramenta pert/cpm para análise do tempo de produção de sucos em um restaurante no município de marabá-PA. *Brazilian Journal of Production Engineering*. Retrieved from http://periodicos.ufes.br/BJPE/article/view/v4n2_6/pdf

Santos, P.V.S. (2018). Aplicação do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE): um estudo de caso numa retífica e oficina mecânica. *Brazilian Journal of Production Engineering*. Retrieved from http://periodicos.ufes.br/BJPE/article/view/v4n3_1/pdf

Santos, T.S dos., Ferreira, L.H. de M., Rocha, N. de S., & Costa, D.R.M. da. (2017). Os diferentes pontos de origem e destino podem influenciar no sequenciamento da produção: um estudo de caso em uma olaria no sudeste. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, 5 (8), 203-220. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/relainep.v5i8.56943>

Siemens. (2016). *Preactor: Advanced Planning & Scheduling*. Retrieved March 25, 2019, from https://w3.siemens.com/mcms/mes/de/mes_komponenten/preactor/Pages/Default.aspx

Souza, M.C.M., & Cartaxo, G.A.A. (2016). Aplicação do indicador Overall Equipment Effectiveness em uma indústria fornecedora de cabos umbilicais. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil*. Retrieved from http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_323_28802.pdf

Tecmaram. (2019). *Soluções avançadas para o PCP de sua empresa*. Retrieved March 20, 2019, from <http://www.tecmaram.com.br/solucoes/>

Telo, L.R.A., Silva, R.M. da., Silva, A.M. da., Zampini, E. de F., & Paula, W.F. de. (2017). Proposição de sequenciamento da produção com uso do tempo de preparação. *South American Development Society Journal*, 3 (08), 19-49. doi: <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v3i8p29-49>

Viana, J.J. (2009). *Administração de materiais: um enfoque prático*. São Paulo: Atlas.

Zhu, X. (2011). Analysis and Improvement of Enterprise's Equipment Effectiveness Based on OEE. *International Conference on Electronics, Communications and Control*. doi: 10.1109/ICECC.2011.6067706

