



Exacta

ISSN: 1678-5428

ISSN: 1983-9308

geraldo.neto@uni9.pro.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Spohr, Pedro; Johnny Loos, Mauricio
Impactos do tamanho do lote de produção na capacidade
produtiva de um recurso crítico de uma empresa calçadista
Exacta, vol. 16, núm. 4, 2018, -, pp. 1-18
Universidade Nove de Julho
Brasil

DOI: <https://doi.org/10.5585/Exacta.v16n4.7763>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81058962001>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

UNEM redalyc.org

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

Impactos do tamanho do lote de produção na capacidade produtiva de um recurso crítico de uma empresa calçadista

Impacts of the size of the production lot in the productive capacity of a critical resource of a footprint company

Pedro Spohr¹Mauricio Johnny Loos²

Resumo

O mercado da moda exige constante inovação e variedade de produtos, que devem atender as diversas estações do ano e tendências. Para a manufatura industrial, tamanha variedade torna-se mais desafiadora quando acrescidos fatores como: diferentes numerações e cores. Cada fator tende a reduzir o tamanho das ordens de produção, resultando em aumento dos *setups* em diversos processos produtivos. Nesse contexto, esse artigo objetiva avaliar o impacto do tamanho dos lotes de produção na capacidade produtiva de um recurso crítico de uma empresa calçadista e sugerir mudanças no processo para aumentar a produtividade do equipamento. A abordagem metodológica utilizada nesse trabalho foi o estudo de caso. Os resultados mostraram que, por meio do estudo realizado foi possível aumentar 60% a eficiência do equipamento analisado, mudando o sequenciamento de carga para a produção de um mesmo modelo agrupando todas as ordens de produção nas matérias primas que não variavam de cor.

Palavras-chave: Capacidade produtiva. Teoria das restrições. Recurso crítico. Lotes produtivos. Empresa calçadista.

Abstract

The fashion market requires constant innovation and variety of products, which must meet the various seasons and trends. For industrial manufacturing, such a variety becomes more challenging when added factors such as different numbers and colors. Each factor tends to reduce the size of production orders, resulting in increased setups in various production processes. In this context, this article aims to evaluate the impact of size of production batches on the productive capacity of a critical resource of a footwear company and to suggest changes in the process to increase the productivity of the equipment. The methodological approach used in this work was the case study. The results showed that, through the study, it was possible to increase the efficiency of the analyzed equipment by 60%, changing the load sequencing to the production of the same model by grouping all orders of production into raw materials that did not vary in color.

Keywords: Productive capacity. Constraint theory. Critical resource. Productive lots. Footwear company.

1 Especialista em Engenharia de Produção.
Centro Universitário Farias Brito
pedrospohr@bol.com.br

2 Doutor em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Catarina
mauricioloos@hotmail.com

1 Introdução

Em função da grande competitividade do setor calçadista, os fabricantes preocupam-se em garantir o maior nível de serviço possível, portanto, não há tolerância a atrasos que possam ocasionar insatisfação e perda de mercado. O aumento da oferta e ociosidade na capacidade instalada pressiona as empresas por prazos de entrega mais curtos, desmotiva o investimento em novos equipamentos, obrigando as empresas a primarem pelos prazos acordados e investirem em soluções criativas na eliminação dos gargalos.

Identificar o recurso crítico de um sistema pode ser feito observando onde se acumulam os materiais em processo. Encontrar o “elo mais fraco da corrente” é a única maneira de compreender as limitações do fluxo do sistema e este elo apresenta a menor capacidade, sempre acumulando materiais a produzir antes dele. A produção de todo o sistema ficará restrito a produção do recurso crítico, ao identificá-lo, pode-se, a partir daí, elaborar estratégias que melhorem seu desempenho (Cox e Spencer, 2009). A Teoria das Restrições (TOC) oferece um novo paradigma em gestão de operações, o qual busca o alcance da meta a partir de uma perspectiva global, e não apenas buscar a eficiência para alcançar a meta da empresa (Gupta e Boyd, 2008).

A Indústria de Calçados Brasileira vem apresentando, desde 2014, quedas constantes do volume produzido e aumentando a ociosidade da capacidade instalada, reflexo do atual cenário econômico (Abicalçados, 2016), e a justificativa da realização desse trabalho dá-se por buscar formas de se otimizar as operações, vindo a entender quais etapas de processos devem ter os esforços centrados, para que a efetividade ocorra, visto que se ocorrerem melhorias em operações que não sejam os gargalos, as restrições produtivas continuam a ocorrer.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto do tamanho dos lotes de produ-

ção na capacidade produtiva de um recurso crítico de uma empresa calçadista e sugerir mudanças no processo para aumentar a produtividade do equipamento, vindo a otimizar os resultados por meio da aplicação de conceitos da TOC. O trabalho pretende responder à questão de como pode ser otimizada a capacidade de determinado processo na empresa objeto de análise, considerando o tamanho dos lotes de produção. O trabalho foi conduzido em uma empresa de confecção de moda Infanto-juvenil. Em complemento a seu portfólio de produtos, além da confecção de roupas, possui também a fabricação de calçados infanto-juvenis que representam aproximadamente 20% do faturamento total da companhia.

As empresas buscam cada vez mais se tornarem competitivas, e a otimização de seus parques fabris, por meio de recursos sendo planejados com lotes de produção que representem uma necessidade junto da estratégia da organização, contribuem muito. Com isso, o trabalho adota o estudo de caso como abordagem metodológica, vindo a apresentar uma situação prática de uma determinada empresa, a qual pode servir como forma de instigar outras a entenderem de que forma seus recursos estão sendo utilizados atualmente. Para a coleta dos dados foram utilizadas simulações de programações de ordens de produção, o conhecimento do pesquisador e a experiência adquirida no dia a dia do trabalho na empresa, os quais foram detalhados mais à frente. Para cumprir seus objetivos, o trabalho primeiramente estabeleceu a revisão da literatura, seguida pelos procedimentos metodológicos adotados, resultados empíricos e, finalmente, suas conclusões.

2 Fundamentação teórica

A seguir é apresentada uma fundamentação teórica referente a Programação da Produção e

Otimização de Recursos Produtivos, no intuito de estabelecer a visão da literatura para, posteriormente, poder-se efetuar as análises de confronto com o trabalho de campo observado no objeto de análise.

2.1 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

Empresas de bens de consumo e prestadoras de serviço compartilham a necessidade de coordenar diversas atividades e tarefas dos seus processos ou sistemas, para que consigam entregar os pedidos a seus clientes, de acordo com os prazos e quantidades solicitadas (Chopra e Meindl, 2003).

O PCP é o cerne de um sistema produtivo, e entender seu funcionamento, assim como sua composição, é fundamental para atingir a satisfação do consumidor e obter lucratividade (Fenerich, 2016). Em resumo, o PCP (Planejamento e Controle da Produção), é o setor responsável pela coordenação de todas as entradas necessárias, com objetivo de que estejam disponíveis no tempo correto, propiciando a transformação correta e resultando em uma saída dos pedidos conforme planejado (Silva *et al.*, 2015).

De maneira geral, o PCP é responsável pelo controle de todo o fluxo de materiais e processos dentro de uma empresa. Suas atividades englobam desde a participação no planejamento estratégico de vendas até o sequenciamento das ordens de produção no chão de fábrica (Corrêa, Giansesi e Caon, 2001).

As atividades do setor de Planejamento e Controle da Produção podem ser divididas em: atividades referentes a horizontes de curto, médio e longo prazo, conforme descritas a seguir (Corrêa, Gianesi e Caon, 2001):

Em longo prazo, analisa junto ao planejamento estratégico, a previsão de vendas, a fim de atender a demanda futura de produtos. A partir dessa previsão há tempo suficiente para direcionar

os recursos e adequar a produção a praticamente qualquer estratégia produtiva desejada.

Em médio prazo, deve ser desenvolvido o Plano Mestre de Produção (PMP) como uma tática para otimizar os recursos definidos no nível estratégico.

Já em curto prazo, o PCP realiza atividades de programação, sequenciamento, balanceamento, gerenciamento de estoques, garantindo na prática que todos os setores trabalhem alinhados a fim de atender o prazo e os padrões de qualidade. De acordo com Santos (2015), o PPCP tem importância vital para o sucesso da execução dos processos e das operações que envolvem o sistema produtivo, pois só pode-se controlar o que foi anteriormente planejado, e sem planejamento não existe um controle efetivo.

2.1.1 Fluxo de informações do PCP

Para Tubino (2000), são necessárias à coordenação das atividades planejadas pelo PCP nos âmbitos estratégicos, táticos e operacionais, informações provenientes de todas as partes envolvidas no sistema produtivo, que incluem:

- Engenharia do Produto: em uma empresa de manufatura, por exemplo, a engenharia do produto fornece os desenhos técnicos e todos os níveis da lista de materiais;
- Engenharia de Processos: fornece os roteiros para a fabricação, os tempos de ciclo dos centros de trabalho e os tempos padrões de atravessamento (*lead time*);
- Marketing: informações como previsão de vendas de longo e médio prazo e os pedidos firmes em carteira são informações que o marketing disponibiliza;
- Manutenção: fornece os planos de manutenção preventiva (longo prazo) e as manutenções planejadas (curto prazo);

- Compras/Suprimentos: informa prazos, saídas e entradas de materiais do estoque;
- Recursos Humanos: informações de colaboradores disponíveis e programas de treinamentos;
- Financeiro: planos de investimentos, balanços e fluxo de caixa.

De Carvalho e De Jesus Pacheco (2014) enfatizam que a relação do PCP se dá com as diversas áreas do sistema produtivo, tais como: engenharia do produto, engenharia de processo, departamento de compras, finanças, marketing, recursos humanos, dentre outras. Esta relação, de acordo com cada nível, é exercida através das seguintes atividades (de Carvalho e de Jesus Pacheco, 2014):

- Nível estratégico: são definidos os planos de longo prazo para a produção. O PCP estabelece um planejamento estratégico da produção, visando como resultado o plano de produção;
- Nível tático: a produção é planejada em médio prazo. Neste nível o resultado é o plano mestre de produção (PMP), obtido através de um planejamento mestre da produção;
- Nível operacional: definição da produção de curto prazo. O PCP desenvolve a programação, o acompanhamento e o controle da produção, através das atividades de liberação de ordens de compras e de produção, controle de estoques, geração de relatórios, sequenciamento do sistema produtivo, dentre outras ações.

O MRP ajudou a administrar a complexidade de gestão de todas as informações necessárias ao correto andamento dos recursos para os processos produtivos, o qual permitia automatizar a gestão de estoques correlacionando suprimentos, lista técnica de materiais com a programação e andamento das

ordens de produção (Laurindo e Mesquita, 2000). Ainda haviam lacunas que precisavam ser preenchidas, pois o MRP não considerava as restrições de capacidade produtiva existentes na fábrica nem o fluxo de materiais gerado pelas ordens de produção, podendo gerar programações da produção inviáveis de serem cumpridas. Com isso, surgiu em 1981 o MRP II – *Manufacturing Resources Planning* para contornar esse problema, trazendo um novo conceito de sistema de controle da manufatura, acrescentando novos módulos ao MRP e gerando um sistema que controla todos os recursos relacionados à manufatura, inclusive módulos voltados aos recursos humanos e orçamentários (Laurindo e Mesquita, 2000).

Aos elementos básicos do MRP acrescentam-se os roteiros de produção (determinados pelo setor de métodos e tempos da empresa) e o cadastro dos centros de produção com suas respectivas capacidades. Com isso, pode-se fazer a programação da produção, adequando as Ordens de Produção de maneira que se mantenha a utilização dos centros de trabalho em um nível alto, sem exceder sua capacidade.

Apesar do avanço o MRP II não oferece, por exemplo, suporte para tratar problemas de tempos de preparação variáveis nos centros de trabalho, de acordo com as ordens de produção precedentes, ou então, roteiros alternativos de produção, que variam conforme a natureza tecnológica dos equipamentos (Ivert, 2009). De Melo *et al.* (2006) explicam que “o sistema MRP II (*Manufacturing Resources Planning* - Planejamento dos Recursos da Manufatura) é a evolução natural da lógica do sistema MRP, com a extensão do conceito de cálculo das necessidades ao planejamento dos demais recursos de manufatura e não mais apenas dos recursos materiais”.

De maneira geral, os problemas encontrados em um sistema produtivo e que não são abordados pelo MRP II são:

- Quebras de máquina;
- Tempos variáveis de *setup*;
- Ferramentas e recursos humanos não disponíveis;
- Retrabalhos devidos a problemas de qualidade;
- Tempos de perecibilidade de operações;
- *Lead times* variáveis.

Diante das limitações do MRP I e MRP II, surge no início da década de 1990 a abordagem de planejamento e programação da produção baseada em conceitos de sistemas de capacidade finita ou *finite capacity scheduling* (FCS). Visando contornar as dificuldades encontradas na programação e no sequenciamento das Ordens de Produção, incluindo características intrínsecas do chão de fábrica feitas para o ambiente específico em que ele está inserido, respeitando as particularidades de cada empresa, tanto tecnicamente quanto culturalmente (Pedroso e Corrêa, 1996). Fenerich (2016) afirma que a principal informação que irá alimentar o cálculo das necessidades de matérias (MRP) é o plano mestre de produção, o qual se refere a um plano de produção estabelecido em horizonte de médio prazo para as demandas independentes.

Esses novos sistemas foram chamados de APS ou *Advanced Planning and Scheduling*. Um sistema APS pode ser qualquer programa de computador que utilize algoritmos avançados de cálculo ou lógica para realizar simulações e/ou otimizações em programação de sistemas com capacidade finita, planejando recursos, demanda, estoques e outros.

Sistemas APS fornecem módulos para gerenciar de maneira otimizada toda a cadeia de suprimentos de uma empresa e, além disso, gerencia todo o sistema produtivo, tendo como base algoritmos avançados e lógicas bem estruturadas (Zattar, 2004).

O fluxo de informações do PCP está diretamente ligado com as estratégias de manufatura

das empresas, podendo estas utilizar ou não os conceitos da TOC, sobre a qual será discorrido a seguir.

2.2 Otimização de Recursos Produtivos Utilizando a Teoria das Restrições (TOC)

Criada por Goldratt (1990), a TOC (*Theory of Constraints*) é uma teoria que pretende representar o funcionamento da empresa como uma corrente, formada por elos interdependentes, sendo que dentre eles haverá elos mais fracos, os quais limitarão o rendimento do processo. Estes elos fracos são chamados de restrições e serão eles que determinarão a capacidade de geração de riqueza de empresa. Assim sendo, o conceito de restrição é amplo e envolve as variáveis mercadológicas, passando pelas produtivas e chegando às políticas gerenciais da empresa.

A Teoria das Restrições constitui uma filosofia de gerenciamento holístico que enuncia métodos para maximizar o resultado operacional diante de restrições, ou sejam gargalos nas operações (Cogan, 2007). Linter (2002) afirma que a TOC pode ser definida também como uma filosofia global de gerenciamento empresarial, com objetivo de promover a contínua melhoria do desempenho esperado de qualquer organização que tenha uma meta bem definida, por meio do foco nas ações gerenciais nos elementos que restringem o alcance da meta.

Quando a TOC está completamente implementada, ela é uma efetiva filosofia gerencial que resulta em resultados positivos como aumento do ganho, redução dos níveis de inventário e de despesa operacional, melhorando assim a performance organizacional (Inman *et al.*, 2009). Para Goldratt (1990), restrição é qualquer fenômeno que possa vir a impedir que uma organização alcance a sua meta. Em todo sistema produtivo existe um recurso restritivo chamado de “gargalo” que pode ser:

máquina, transporte, espaço, homem, demanda, etc. Constituem fatores mais comuns que limitam o fluxo de itens do sistema (Tubino, 2004).

Para gerenciar o andamento do TOC, são recomendadas por Goldratt a sequência de 05 passos:

1. Identificar a restrição do sistema: antes do ataque a um problema, deve-se preliminarmente identificá-lo;
2. Decidir a forma mais eficiente de utilizar-se o sistema de restrições: para obter-se a melhor resposta do conjunto de restrições é necessário utilizá-las visando exclusivamente à meta da empresa, isto é, procurando gerar o maior ganho possível;
3. Ajustar os demais recursos do sistema às decisões tomadas no passo anterior: este passo propõe a sincronização do sistema; enquanto a regra dois estabelece uma cadência de operação, este passo assegura o cumprimento do ritmo definido;
4. Elevar o sistema de restrições: uma vez que os passos anteriores definem o ganho máximo da empresa, a única maneira de incrementá-lo seria através da elevação da capacidade da restrição;
5. Caso o sistema de restrições seja quebrado, inicializar o processo novamente desde a primeira etapa: um sistema de restrições deve ser dinamicamente avaliado, pois uma vez alterado, cria-se um novo sistema, onde eventualmente surgirá outra restrição principal.

Melhorar a capacidade do recurso restritivo significa aumento da capacidade total de geração de riquezas de um recurso. Segundo Goldratt (2003), tempo total de uso de um recurso pode ser dividido em ativação e utilização. A ativação de um recurso seria a parcela de tempo de uso do mesmo sem a geração de riqueza (preparação da máquina). Já a utilização, é o tempo gasto por este

recurso em atividades que geram ganhos. Portanto, a elevação do sistema poderia ser alcançada pela simples transformação da parcela de tempo de ativação em utilização, operacionalizada pela troca rápida de ferramentas, ou seja, pela redução dos tempos de *setups*.

Embora estes passos tenham sido em um primeiro momento, utilizados como base do processo de sequenciamento da produção por parte da TOC, o mesmo pode ser extrapolado para a empresa como um todo, servindo como um priorizador de ações a serem tomadas (Antunes e Rodrigues, 1993).

A busca da otimização da capacidade está diretamente relacionada ao conceito de produtividade, sendo que Gronroos e Ojasalo (2004) definem a produtividade como uma medida de como os recursos de entrada são utilizados e transformados em valor para os clientes, e Hameri e Lehtonen (2001) relacionam a melhoria da produtividade com a utilização da capacidade total dos equipamentos com o mínimo de desperdício.

A seguir são abordados os procedimentos metodológicos, para que possam direcionar para as análises do estudo de caso e discussão dos resultados.

3 Procedimentos metodológicos

3.1 Abordagem Metodológica, Coleta e Análise dos Dados

O trabalho adota o estudo de caso como abordagem metodológica, o qual conforme Yin (2015) investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto no mundo real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto puderem não estar claramente evidentes. A coleta e triangulação de dados ajuda a tratar a condição técnica distintiva, por meio da qual um estudo de caso terá mais variáveis de interesse.

Os dados foram coletados entre janeiro e fevereiro de 2016, em uma empresa que teve sua fundação em 1964, e é uma das grandes empresas de destaque no setor calçadista brasileiro. Possui atualmente duas unidades industriais nos estados de Santa Catarina e Ceará, que empregam juntas cerca de 2400 funcionários. Atua na fabricação de tecidos, concentrada na unidade de Santa Catarina, vestuário e calçados infantis nas unidades do Ceará. A empresa é a maior rede de franquias de vestuário infantil do Brasil com mais de 130 lojas que comercializam apenas marcas próprias destinadas ao público A e B. Possui presença em mais de 270 pontos espalhados pelo Brasil.

Para a coleta dos dados foram utilizadas simulações de programações de ordens de produção, o conhecimento do pesquisador e a experiência adquirida no dia a dia do trabalho na empresa. Os dados, predominantemente de caráter qualitativo, foram interpretados, buscando divergência e convergência, confrontando a teoria vigente com as informações práticas coletadas na empresa, através do qual o caso foi construído, conforme relatado a seguir.

3.2 Descrição do cenário produtivo abordado

O processo produtivo do calçado é, em sua grande maioria, dividido em quatro etapas de produção, sendo: Corte, Costura, Pré-fabricado de solados e Montagem, conforme mostra a figura 1.



Figura 1: Fluxo simplificado do processo produtivo do calçado e área focal de estudo

Fonte: Os autores.

O estudo foi realizado no setor de corte de calçados, o qual dispõe de dois equipamentos automáticos de corte denominados “Lectra”, utili-

zados para corte de diversas partes do calçado. Mesmo com produção de pequenos lotes e grande variedade de produtos, os equipamentos automáticos possuem capacidade produtiva quando são produzidas as coleções de primavera e verão. Quando produzidas as coleções de outono e inverno, onde o portfólio predominante de produtos migra de calçados abertos como: sandálias, chinelos e sapatilhas com tempos operacionais baixos, para calçados fechados como: botas de cano longo e cano curto, tênis e sapatos fechados, com maior quantidade de componentes adicionados e maior tempo operacional, a complexidade aumenta e o equipamento “Lectra” passa a ser um recurso crítico. O estudo de caso vai apresentar a avaliação da situação atual, propor e avaliar mudanças no processo para aumentar a produtividade do equipamento.

A Lectra é um equipamento de corte automático capaz de cortar tecidos e laminados sintéticos com várias camadas de materiais sobrepostos. Funciona como um pantógrafo, podendo movimentar uma lâmina de corte em qualquer direção, permitindo o corte de qualquer figura previamente parametrizada em um *software* específico. A área em que o pantógrafo com o cabeçote de corte atua, possui a face inferior vazada para que uma corrente de sucção de ar atue. Quando os materiais estão sobre a área de corte, são recobertos por um filme plástico que tem a função de formar um vácuo, retirando comple-

tamente o ar entre eles, comprimindo-os e fixando sua posição. O fabricante indica para esse equipamento, que a quantidade de materiais sobrepostos pode atingir a altura máxima de 28 mm medidos após a compressão do vácuo. Devido a diferentes espessuras de materiais, a quantidade de camadas sobrepostas pode variar significativamente.

A empresa estudada dispõe de um moderno ERP - *Enterprise Resource Planning*, com o módulo de APS utilizado para gestão e controle de demanda, suprimentos e programação das ordens de produção. No desenvolvimento deste trabalho será estudada e aprimorada a lógica de programação parametrizada no APS com o objetivo de viabilizar a melhoria de desempenho do recurso crítico. Para exemplificar o aumento do grau de complexidade dos modelos predominantes nas coleções de maior e menor complexidade, foram criados os quadros 1 e 2.

Os quadros 1 e 2 refletem claramente a diferença de complexidade em relação aos materiais cortados, comparando coleções de Primavera/Verão com Outono/Inverno.

Vale salientar que, qualquer material pode ser cortado em balancins de corte, uma máquina que corta através da aplicação de pressão com força de 18 a 24 toneladas, utilizando uma navalha fabricada em aço com o contorno da peça desejada. Coloca-se a navalha sobre o material em uma ou mais camadas sobrepostas, onde o braço mecânico do equipamento aplica a pressão após acionado, cortando o material conforme o contorno da navalha utilizada. Nem todos os materiais podem ser cortados em equipamentos automáticos Lectra. Geralmente os materiais que compõem a parte superior do calçado, possuem detalhes como: vazadores, franjas ou desenhos que só conseguem a qualidade desejada quando cortados em Balancins.

À primeira vista parece haver uma grande flexibilidade em decidir-se qual equipamento de corte pode ser utilizado, caso haja sobrecarga em algum deles, porém, não se pode tomar como regra tal desprendimento. São várias as razões pela qual o recurso da Lectra deve ser muito bem aproveitado:

- 1 O investimento neste tipo de equipamento é financeiramente significativo, o cálculo de retorno do investimento tem como prin-

Materiais a serem cortados	Equipamento de corte
Couro ou laminado para a parte superior. Eventualmente até três tipos/cores	Balancins
Laminados para forração da parte superior	Lectra ou Balancins
Laminados para forração de palmilhas	Lectra ou Balancins
Espuma para palmilha	Lectra ou Balancins
Laminado utilizado em reforços	Lectra ou Balancins
Encartonados para palmilha de montagem	Lectra ou Balancins

Quadro 1: Matérias primas predominantes nos modelos das coleções de Primavera e Verão (Sandálias e Calçados abertos).

Fonte: Os autores.

Materiais a serem cortados	Equipamento de corte
Couro ou laminado para a parte superior. Eventualmente até três tipos/cores	Balancins
Laminados para forração da parte superior	Lectra ou Balancins
Reforços para estrutura partes superiores. Eventualmente até dois tipos.	Lectra ou Balancins
Espumas para parte superior. Eventualmente até duas espessuras diferentes	Lectra ou Balancins
Tecidos ou laminados para palmilha	Lectra ou Balancins
Espuma para palmilha	Lectra ou Balancins
Couraça para parte dianteira	Lectra ou Balancins
Couraça ou Contraforte para parte traseira	Lectra ou Balancins
Tecido para costura de palmilhados ou Encartonados para palmilha de montagem	Lectra ou Balancins
Eventualmente elásticos ou fitas	Balancins ou máquinas especiais

Quadro 2: Matérias primas predominantes nos modelos das coleções de Outono e Inverno (Botas e Calçados fechados)

Fonte: Os autores.

- cial fator de economia a redução do custo com a fabricação de navalhas de corte para o Balancin;
- 2 O balanceamento da capacidade do setor de corte é realizado dois meses antes da entra-

da da coleção em produção. Considera-se no balanceamento quais componentes (partes), serão cortados em Balancins e quais serão cortados em Lectra. Essa antecipação é necessária em virtude do tempo de produção das navalhas. Vale salientar que deve-se ocupar ao máximo a capacidade do equipamento Lectra para reduzir o custo de fabricação de navalhas. Não é possível remanejar imediatamente um componente planejado para corte em equipamento Lectra e cortá-lo em Balancin. Em caso de necessidade extrema, pode-se fazer, porém, o tempo de produção da navalha poderá gerar atrasos de entrega. Poderá também, gerar atrasos nas operações de corte de Balancin, que em sua maioria não podem ser remanejadas para outro equipamento;

- 3 Devido as coleções de Outono/Inverno ter uma quantidade média de componentes significativamente maior que as de Primavera/Verão, o Tempo Operacional Médio tem um aumento na ordem de 60%, impactando a carga de todos os equipamentos, fazendo com que tanto Balancins como Lectras, sejam utilizados no limite de sua capacidade;
- 4 O equipamento Balancin requer um alto grau de treinamento para ser operado com eficiência e qualidade. Um operador novato precisa de pelo menos um mês de treinamento para poder operá-lo com eficiência. Já um operador novato de Lectra, por ser um equipamento automático, em uma semana pode assumir a operação com bom grau de eficiência e independência.

Neste contexto, fica claro que não é possível transitar os componentes de corte entre os equipamentos Balancin e Lectra sem uma avaliação prévia dos impactos que essa decisão pode causar. Uma vez planejado o corte de tais componentes em seu devido equipamento, cada um deles deve atender a demanda prevista.

4 Apresentação e discussão dos resultados

A seguir serão apresentados os resultados do trabalho, ou seja, as simulações, análises e sugestão de melhoria para a otimização da capacidade do equipamento no estudo de caso realizado em uma empresa calçadista, considerando os tamanhos de lotes de produção.

4.1 Simulações e Análises

A figura 02 representa as camadas de materiais sobrepostos que foram submetidos ao corte de um modelo aleatório de peça. Como as peças serão utilizadas no processo de fabricação de calçados, cada duas peças representam um par. Sempre que aumentadas as camadas sobrepostas de material, mais pares serão produzidos no mesmo tempo operacional do equipamento. A quantidade de camadas que podem ser sobrepostas é limitada à capacidade do equipamento. Para o tipo de equipamento utilizado na empresa, o fabricante limita a 28 mm de altura de corte, ou seja, a quantidade de camadas que podem ser colocadas umas sobre as outras não podem ultrapassar essa especificação. Como os diversos materiais cortados possuem espessuras variadas, terão eles a quantidade de camadas possíveis de serem sobreposta variável conforme suas espessuras.

Para efeito de cálculo de capacidade do equipamento, considera-se a espessura da matéria prima para saber quantas camadas podem ser sobrepostas até a altura limite de 28 mm. A partir desse dado pode-se estipular a capacidade máxima de corte do equipamento Lectra. Para a programação da produção o PCP (Programação e Controle da Produção) considera que o equipamento vai produzir com apenas 50% de eficiência.

O principal motivo pelo qual os modelos são cadastrados para produção em equipamento Lectra com apenas 50% da capacidade efetiva, é a

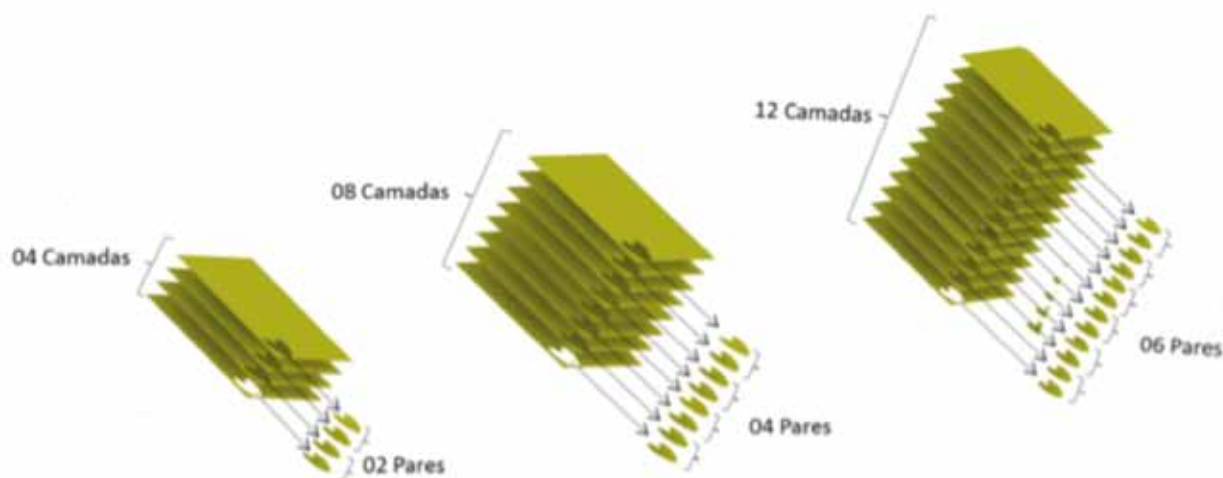


Figura 2: Exemplo de camadas de materiais sobrepostos X resultado de pares de peças cortadas

Fonte: Os autores.

pequena quantidade de Pares/Ordem de Produção. Para melhor entendimento do motivo pelo qual não é possível atingir a quantidade de camadas de materiais sobrepostos quando uma Ordem de Produção é muito pequena, o quadro 3 demonstra o cálculo médio do tamanho das ordens de fabricação. Após a compreensão do tamanho médio dos lotes de fabricação, haverá maior facilidade de compreensão dos motivos que impedem a totalidade de sobreposições de materiais.

Os cálculos do quadro 3 devem seguir algumas premissas pré-estabelecidas de programação, as quais são parametrizadas no sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa.

- 1 São produzidas 04 coleções ao ano, cada uma com três meses de *lead time* de produção.
- 2 Dentro dos três meses de produção há uma subdivisão para cada mês, onde são adotados os seguintes critérios de programação:
 - a) Todos os produtos devem girar (serem consumidos) dentro de cada mês;
 - b) No primeiro mês de produção, as vendas estão apenas iniciando e a programação das quantidades/modelo segue apenas a previsão de vendas;

c) No segundo mês a programação das quantidades/modelo já é corrigida mediante a curva de tendência estabelecida com as vendas efetivas;

d) No terceiro mês de vendas, as quantidades/modelos são ajustadas para atender o mais próximo possível do total das vendas efetivadas. Não é possível atender variações superiores a 20% em relação à previsão inicial das vendas em função do *lead time* de compras de matérias primas.

O quadro 3 pode ser usado para extrair alguns parâmetros médios que servirão para exemplificar as dificuldades encontradas na produção do equipamento Lectra. É preciso que fique claro que os números reais sofrem diversas variações, como: modelos que tem mais ou menos que 03 cores, modelos que tem expectativas de produção maiores que outros, variações nos dias úteis, variações para mais ou para menos na quantidade de modelos/coleção.

Outro fator que interfere de forma crítica a programação do equipamento Lectra é a grade de numeração. A indústria calçadista adota há muito tempo, a venda de calçados por grade de numera-

Descrição	Quantidades	Base de Cálculo
Quantidade média de modelos por coleção	150	-
Quantidade média de cores por modelo	03	-
Quantidade de SKUs considerando apenas modelos e cores	450	150 modelos x 03 cores
Produção diária (pares)	4.000	
Produção semanal (pares)	20.000	4.000 pares/dia x 05 dias úteis
Produção mensal (pares)	88.000	4.000 pares/dia x 22 dias médios úteis/mês
Produção total da coleção (pares)	264.000	88.000 pares/mês x 03 meses de produção
Quantidade de modelos que devem girar semanalmente para que toda coleção gire dentro de um mês	34	150 modelos ÷ 22 dias/mês x 05 dias úteis semanais
Quantidade média de pares/modelo	588	20.000 pares/semana ÷ 34 modelos
Quantidade média de pares por Ordem de Produção	196	588 pares/modelo ÷ 03 cores/modelo

Quadro 3: Cálculo médio do tamanho das ordens de fabricação

Fonte: Os autores.

ção, ou seja, são oferecidos à venda diversos números de calçados. Existe um histórico consistente da proporção que cada numeração é vendida conforme o nicho de mercado que a coleção se propõe (exemplo: masculino, feminino, infantil, infanto-juvenil, etc). Para cada uma dessas segmentações existe o que se chama de grade de numeração, e cada uma delas tem o chamado “números médios”, historicamente os mais vendidos. A partir deles, todos os números menores ou maiores, tendem a vender menos, construindo assim uma curva proporcional de vendas.

Para exemplificar, será utilizada a grade de numeração infanto-juvenil, que possui as numerações 31, 32, 33, 34, 35 e 36. Historicamente as vendas dessa grade obedecem a seguinte proporção:

Nº 31 - 8,33%,

Nº 32 - 16,66%,

Nº 33 - 25,0%,

Nº 34 - 25,0%,

Nº 35 - 16,66%,

Nº 36 - 8,33%.

Sempre que uma Ordem de Produção é criada para um modelo, ela vai conter todos os números da grade obedecendo à quantidade proporcional de cada numeração.

Para simular a problemática, será utilizada a quantidade média de pares/por Ordem de Produção, na grade infanto-juvenil, com sua curva histórica de vendas. Uma ordem de produção fictícia será criada e os dados serão utilizados para simular as condições de corte em um equipamento Lectra. O objetivo será demonstrar o porquê não se pode utilizar sempre a quantidade de camadas máxima permitida pela especificação do equipamento.

Supondo que um tipo aleatório de material possa ter 12 camadas sobrepostas para atingir o limite operacional do equipamento Lectra. Pode-se observar na tabela 1 o resultado que o corte da ordem de produção fictícia irá produzir.

A tabela 1 simula numericamente as quantidades que serão efetivamente cortadas e o percentual de sobra resultante, caso a sobreposição de materiais seja de 12 camadas. Pode-se visualizar o mesmo exemplo na figura 3.

Como demonstrado na tabela 1 e na figura acima 3, uma ordem de produção de tamanho médio, quando cortada com o máximo de camadas que o equipamento Lectra permite, sempre irá gerar sobras de peças que não são necessárias

Tabela 1: Simulação de ordem de produção com 196 pares da grade infanto-juvenil

Numerações →	31	32	33	34	35	36	Total
% de vendas	8,3	16,7	25	25	16,7	8,3	100%
Quantidade/número	16	33	49	49	33	16	196
06 pares/corte	÷ 06	÷ 06	÷ 06	÷ 06	÷ 06	÷ 06	-
Nº de encaixes	03	06	09	09	06	03	-
Quant. Total cortada	18	36	54	54	36	18	216
Sobra de pares	02	03	05	05	03	02	20
Sobra %	11,1%	8,3%	10,2%	10,2%	8,3%	11,1%	10,2%

Fonte: Os autores.

para compor a ordem de fabricação. A quantidade de sobras neste exemplo demonstra que haveria 10,2% de peças cortadas a mais. É preciso salientar que é muito provável haver sobras de peças cortadas, sempre que forem sobrepostos mais do que duas camadas de material, devido às quantidades solicitadas nas ordens não ser eventualmente um múltiplo divisível pelas quantidades sobrepostas, com resultados não fracionados. Sabendo-se disso, são atribuídos aos consumos das matérias primas cortadas em Lectra, um percentual a mais de 5% para cobrir tais variações.

Sempre que uma ordem de produção vai entrar em processo, calcula-se via sistema, qual a quantidade de camadas pode ser sobreposta para não haver um consumo de matéria prima superior a 5% do planejado.

Nas tabelas 2 e 3 demonstra-se o mesmo exemplo de ordem de produção, calculando a sobra percentual a cada redução de camadas sobrepostas de matéria prima.

A tabela 2 demonstra que reduzindo de 12 para 08 camadas sobrepostas de matéria prima, ainda seria consumida uma quantidade maior que 5% de matéria prima planejada para a ordem de fabricação.

Ao reduzir a quantidade de camadas sobrepostas para 06, conforme mostra a tabela 3, é possível cortar, já que a quantidade de matéria prima consumida a mais não ultrapassa os 5%. Não é necessário demonstrar cálculos que reduzam ainda mais a quantidade de materiais sobrepostos, pois mesmo que a redução da perda de matéria

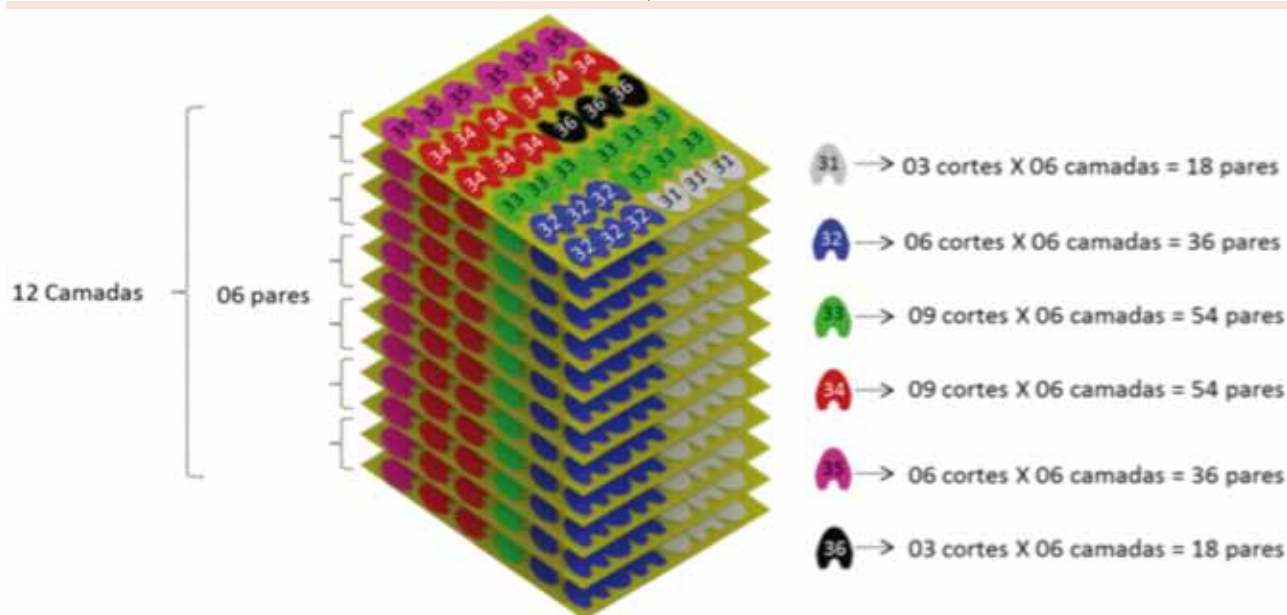


Figura 3: Quantidades cortadas x corte com 12 camadas.

Fonte: Os autores.

Tabela 2: Simulação da ordem de produção x corte com 8 camadas/4 pares

Numerações →	31	32	33	34	35	36	Total
% de vendas	8,3	16,7	25	25	16,7	8,3	100
Quantidade/número	16	33	49	49	33	16	196
04 pares/corte	÷ 04	÷ 04	÷ 04	÷ 04	÷ 04	÷ 04	-
Nº de encaixes	04	09	13	13	09	04	-
Quant. Total cortada	16	36	52	52	36	16	208
Sobra de pares	0	03	03	03	03	0	12
Sobra %	0%	9,0%	6,1%	6,1%	9,0%	0%	6,1%

Fonte: Os autores.

Tabela 3: Simulação da ordem de produção x corte com 6 camadas/3 pares

Numerações →	31	32	33	34	35	36	Total
% de vendas	8,3	16,7	25	25	16,7	8,3	100
Quantidade/número	16	33	49	49	33	16	196
03 pares/corte	÷ 03	÷ 03	÷ 03	÷ 03	÷ 03	÷ 03	-
Nº de encaixes	06	11	17	17	11	06	-
Quant. Total cortada	18	33	51	51	33	18	204
Sobra de pares	02	0	02	02	0	02	08
Sobra %	12,0%	0%	4,1%	4,1%	0%	12,0%	4,1%

Fonte: Os autores.

prima fosse inferior ao resultado obtido com as 06 camadas sobrepostas, não haveria ganho imediato, devido à matéria prima estar comprada e os percentuais de sobra estarem atrelados ao custo do produto. Além disso, sempre que forem reduzidas as camadas, a eficiência do equipamento em peças/hora reduz proporcionalmente.

4.2 Sugestão de melhoria

O trabalho até então apresentado consegue demonstrar que o tamanho reduzido das ordens de produção impacta diretamente na eficiência do equipamento Lectra. Pode-se ser induzido a pensar em soluções simples como aumentar os tamanhos das ordens de fabricação, mas, a decisão da quantidade a ser produzida deve estar atrelada à demanda. Pode-se também imaginar que seria fácil criar uma regra de sempre produzir com a quantidade de camadas máxima que o equipamento permite, porém, conforme demonstrado na

Tabela 01, a quantidade de sobras resultantes do corte de peças desnecessárias, iria gerar um grande impacto no consumo extra de matéria prima e por consequência impactaria no custo do produto. Caso o equipamento não atinja a eficiência planejada, o atraso será contabilizado em horas de produção, as quais podem ser recuperadas dentro da mesma semana. Entre o custo adicional com matéria prima e o custo com horas extras, a opção de menor custo e que estava sendo utilizada era a segunda.

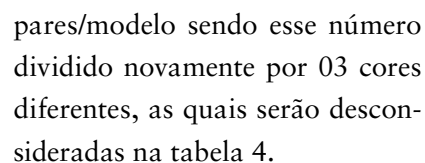
A melhor maneira de aumentar a eficiência do equipamento era aumentando a quantidade de pares nas ordens de produção. A programação da fila de produção

do equipamento foi estudada. Algumas matérias-primas que compõem as partes internas do calçado não sofrem variação de cor conforme as partes externas variam, com isso, haveria a possibilidade de programar essas matérias primas em uma só ordem de produção, somando as quantidades das ordens que até então eram programadas e cortadas separadamente.

Utilizando essas informações, criou-se uma regra para que sejam agrupadas todas as ordens de fabricação do mesmo modelo para os três materiais que não tinham variação de cor, mesmo que fossem cores diferentes nas partes externas.

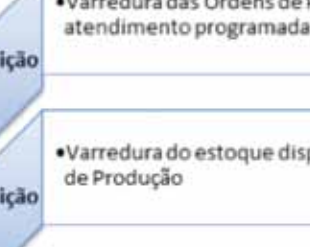
A empresa possui um moderno *software* de Programação por Capacidade Finita para sequenciar a programação, neste caso o APS, que utiliza algoritmos avançados de cálculos para realizar a programação conforme as regras de limitação que são parametrizadas no sistema. Foram revisadas as parametrizações que sequenciam as ordens de

dução demonstrado anteriormente, mas dessa vez com sua quantidade três vezes maior, conforme mostra a tabela 4. Vale lembrar que ao demonstrar-se o cálculo do tamanho médio das ordens de fabricação, chega-se a quantidade média de 588



Observa-se na tabela 4 que, quando somadas as quantidades das três cores do modelo para serem cortadas juntas, a sobra de peças não ultrapassou os 5% incluídos no consumo, portanto, pode-se cortar nas 12 camadas que o equipamento suporta.

Na figura 6 comparam-se as duas situações em uma linha de tempo com o intuito de demonstrar o ganho de eficiência operacional:



O diagrama apresenta quatro condições para o sequenciamento de produção, organizadas em uma sequência descendente. Cada condição é precedida por um ícone de seta para baixo. A terceira condição é destacada em um fundo amarelo.

- 1ª Condição**
 - Varredura das Ordens de Produção com maior proximidade à data de atendimento programada
- 2ª Condição**
 - Varredura do estoque disponível conforme lista técnica de cada Ordem de Produção
- 3ª Condição**
 - Varredura das Ordens de Produção **do mesmo modelo**, com datas de atendimento dentro da mesma semana, **para sequenciamento em conjunto**
- 4ª Condição**
 - Sequenciamento semanal obedecendo as três condições anteriores

Fonte: Os autores.

Para representar o impacto dessa mudança, será utilizado o mesmo exemplo de ordem de pro-

Tabela 4: Simulação de três ordens de produção com 196 pares cada, cortadas juntas em 12 camadas.

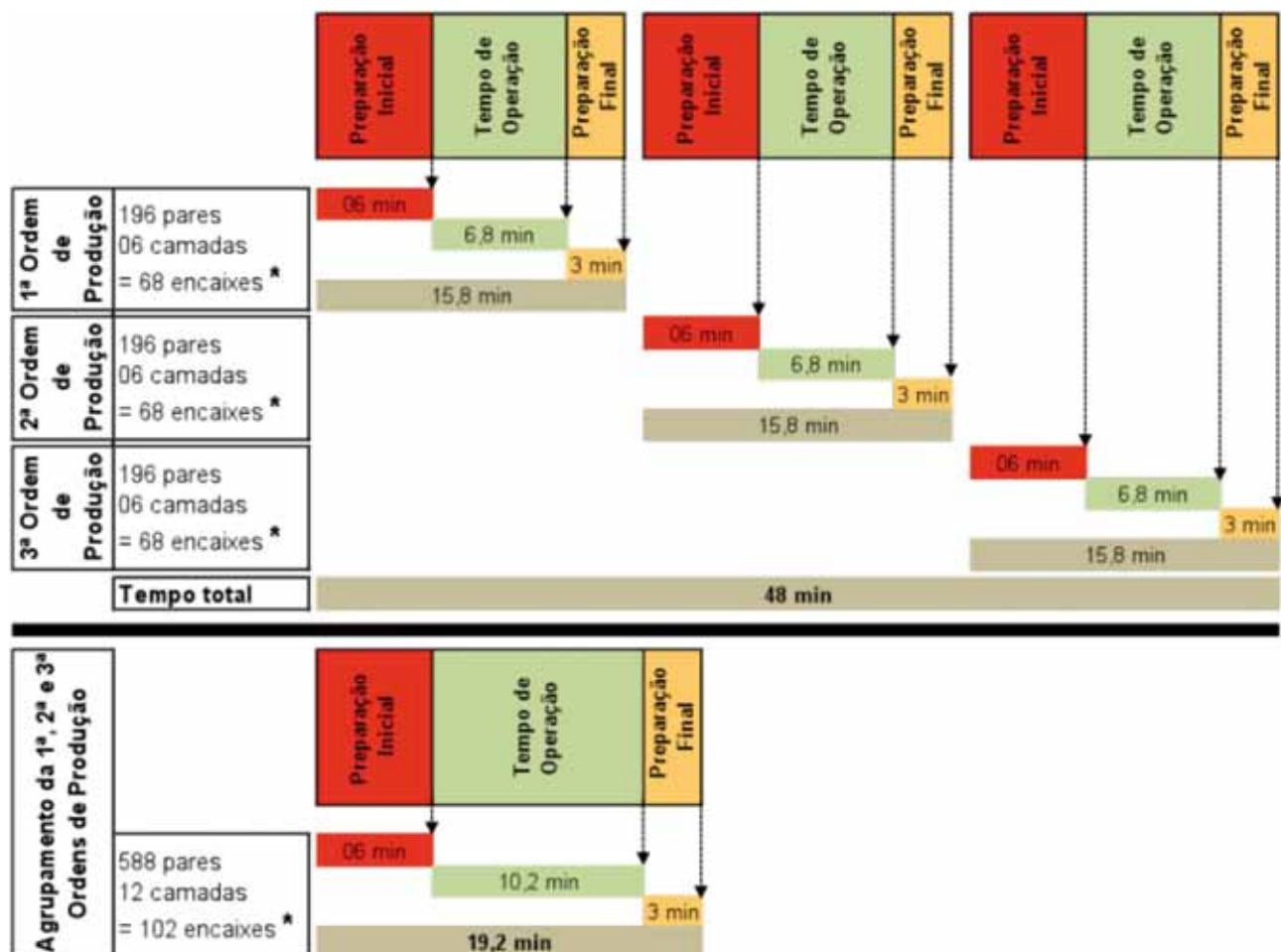
Numerações →	31	32	33	34	35	36	Total
% de vendas	8,3	16,7	25	25	16,7	8,3	100
Quantidade/número	49	98	147	147	98	49	588
06 pares/corte	÷ 06	÷ 06	÷ 06	÷ 06	÷ 06	÷ 06	-
Nº de encaixes	09	17	25	25	17	09	-
Quant. Total cortada	54	102	150	150	102	54	612
Sobra de pares	05	04	03	03	04	05	24
Sobra %	10,2%	4,1%	2,0%	2,0%	4,1%	10,2%	4,1%

Fonte: Os autores.

Por meio da figura 06 pode-se visualizar o impacto gerado na eficiência do equipamento com a união das três programações em uma só. A soma

das quantidades das ordens permite aumentar-se a quantidade de camadas sobrepostas, o que se traduz em um aumento de quantidades cortadas por unidade de tempo de operação.

Pode-se observar também que o equipamento necessita, para cada ordem de produção, um tempo de preparação de 06 minutos e um tempo para finalização de 03 minutos. Ao agruparem-se as ordens de produção, esses tempos que foram utilizados uma vez para

**Figura 6: Comparações dispostas em linha do tempo.**

Obs.: Para efeito de cálculo, são considerados 6 segundos como tempo médio de corte de uma figura encaixada. O tempo de corte não sofre variação em função da quantidade de camadas sobrepostas, portanto, quanto mais camadas sobrepostas, maior será a quantidade de pares cortados por unidade de tempo.

Fonte: Os autores.

cada ordem, no primeiro caso, são utilizados apenas uma vez no segundo caso. Pode-se observar que o tempo total entre o primeiro e o segundo caso reduziu-se de 48 minutos para 19,2 minutos, obtendo um ganho de 60% de eficiência do equipamento. A figura 07 apresenta os parâmetros utilizados no cálculo de capacidade produtiva/carga máquina.

	UN	Quant.
Quant de Lectras	Máq.	2
Jornada	Min/dia	528
Capacidade (lectra)	Min/dia	1056
Produção planejada	Pares/dia	4500
Tamanho Médio das OPs cor a cor	Pares/OP	196
Tamanho Médio das OPs cores agrupadas	Pares/OP	588
Quant. Média de OPs cor a cor	OPs/dia	23
Quant. Média de OPs cores agrupadas	OPs/dia	8

Figura 7: Parâmetros utilizados no cálculo de capacidade produtiva/carga máquina

Fonte: Os autores.

Nas tabelas 5 e 6 será calculada a carga/máquina diária do equipamento Lectra, utilizando os dados da figura 7, e será comparando o resultado da taxa de ocupação do equipamento nas simulações de programações de ordens separadas *versus* ordens agrupadas.

A tabela 5 demonstra que a carga máquina diária do equipamento Lectra estará extrapolando sua capacidade se forem cortados apenas três tipos de matérias primas.

A tabela 6 demonstra como estaria à carga/máquina diária do equipamento Lectra cortando o mesmo volume de produção e as mesmas três matérias primas da tabela 5, caso as ordens de produção delas estivessem agrupadas.

Nota-se que as quantidades de ordens de produção são reduzidas e o número de pares na OP é aumentado, proporcionando assim, cortar os materiais em mais camadas sobrepostas sem necessidade de *setups*, comprovando uma redução de 60% na carga/máquina diária, eliminando o gargalo, permitindo que mais matérias primas sejam cadastradas no roteiro de corte desse equipamento, reduzindo também o custo com produção de navalhas e elevando toda a capacidade de produção do setor de corte.

5 Conclusões

Por meio do trabalho foi possível alcançar o objetivo principal, visto que a avaliação do impacto do tamanho dos lotes de produção na capacidade produtiva de um recurso crítico de uma empresa calçadista ocorreu, e foi possível sugerir

Tabela 5: Simulação de carga/máquina (Lectra) considerando que as Ordens de Produção de um determinado modelo foram programadas cor a cor

Simulação de Carga (Lectra) considerando quant. média de OPs/dia cor a cor				
Matéria prima	OPs/dia	Pares/OP	Tempo médio de corte/OP (Min)	Tempo total de corte (Min)
Laminados para forração	23	196	15,8	363,4
Coureas para reforço	23	196	15,8	363,4
Tecidos para forração	23	196	15,8	363,4
Tempo total de corte				1090,2
Capacidade (Lectra)				1056,0
Taxa % de ocupação				103%

Fonte: Os autores.

Tabela 6: Simulação de carga/máquina (Lectra) considerando que as Ordens de Produção de um determinado modelo tiveram suas cores agrupadas

Simulação de Carga (Lectra) considerando quant. média de OPs/dia cores agrupadas				
Matéria prima	OPs/dia	Pares/OP	Tempo médio de corte/OP (Min)	Tempo total de corte (Min)
Laminados para forração	8	588	19,2	153,6
Coureas para reforço	8	588	19,2	153,6
Tecidos para forração	8	588	19,2	153,6
Tempo total de corte				460,8
Capacidade (Lectra)				1056,0
Taxa % de ocupação				44%

Fonte: Os autores.

mudanças no processo para aumentar a produtividade do equipamento.

Foi demonstrado que o equipamento Lectra sofre um grande impacto em sua eficiência operacional quando utilizado para cortar pequenos lotes de produção, vindo de encontro à proposta mercadológica da empresa estudada. O equipamento de investimento elevado foi comprado justamente para evitar a necessidade de confecção de navalhas de corte utilizadas em equipamentos de corte individual. O planejamento da produção estava sendo prejudicado devido aos constantes atrasos provocados pela imprevisibilidade do resultado. O custo dos produtos estava sendo impactado pelas horas extras e eventuais custos com confecção de navalhas. Por meio do estudo realizado foi possível aumentar 60% a eficiência do equipamento Lectra, mudando o sequenciamento de carga para a produção de um mesmo modelo agrupando todas as Ordens de Produção nas matérias primas que não variavam de cor.

Como contribuições importantes, o trabalho também mostra a grande importância da interação da área de PCP para com os demais setores das empresas, visto que, se estiver com ferramentas e metodologias estruturadas, o PCP pode gerar grandes otimizações, possibilitando uma maior satisfação dos clientes, e consequentemente, fatores de competitividade. Como sugestões para trabalhos futuros, cita-se o desafio de se aplicar a análise de impactos de lotes de produção em diversos setores industriais, e que trabalham como diversas estratégias de manufatura.

Referências

Abicalçados – Associação Brasileira das Indústrias de Calçados – *Relatório setorial: Indústria de Calçados do Brasil / 2016*. Disponível em: <www.abicalcados.com.br/inteligenciademercado>. Acesso em: 28 fevereiro 2017, 14:05:30.

Antunes Jr, J. A. V., & Rodrigues, L. H. (1993). A teoria das restrições como balizadora das ações visando a troca rápida de ferramentas. *Production*, 3(2), 73-85.

Cogan, S. (2007). *Contabilidade gerencial: uma abordagem da teoria das restrições*. Saraiva.

Corrêa, H. L., Giansesi, I. G., & Caon, M. (2001). *Planejamento, programação e controle da produção*. São Paulo: Atlas, 1.

Cox III, J. F., & Spencer, M. S. (2009). *Manual da teoria das restrições*: Prefácio de Eliyahu M. Goldratt. Bookman Editora.

Chopra, S., & Meindl, P. (2003). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação. In *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação*.

de Carvalho, V. S., & de Jesus Pacheco, D. A. (2014). Modelo de PCP para pequenas empresas do setor alimentício. *Latin American Journal of Business Management*, 5(2).

de Melo, J. F. M., de Mello Villar, A., & Severiano Filho, C. (2006). O posicionamento do Planejamento e Controle da Produção-PCP em uma indústria alimentícia. *XIII SIMPEP-Bauru*, SP.

Fenerich, F. C. (2016). *Administração dos sistemas de operações*. Curitiba: InterSaberes.

Goldratt, E. M. (2003). *A meta: um processo de melhoria contínua*. São Paulo: Nobel.

Goldratt, E. M. *What is this thing called Theory of Constraints and how should it be implemented?*, 1990. Disponível em: <<https://www.4shared.com/web/preview/pdf/dr4Juwxbka>>.

Grönroos, C., & Ojasalo, K. (2004). Service productivity: Towards a conceptualization of the transformation of inputs into economic results in services. *Journal of Business research*, 57(4), 414-423.

Gupta, M. C., & Boyd, L. H. (2008). Theory of constraints: a theory for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(10), 991-1012.

Hameri, A. P., & Lehtonen, J. M. (2001). Production and supply management strategies in Nordic paper mills. *Scandinavian Journal of Management*, 17(3), 379-396.

Inman, R. A., Lair Sale, M., & Green Jr, K. W. (2009). Analysis of the relationships among TOC use, TOC outcomes, and organizational performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(4), 341-356.

Ivert, L. K. (2009). *Advanced planning and scheduling systems in manufacturing planning processes*. Chalmers University of Technology.



Laurindo, F. J. B., & MESQUITA, M. D. (2000). Material Requirements Planning: 25 anos de história; uma revisão do passado e prospecção do futuro. *Revista Gestão & Produção*, 7(3), 320-337.

Linter. *Um passeio pela TOC...* 2002. Disponível: <http://www.linter.com.br/pdf/intro_toc.pdf> Acesso em: 23 Fev. 2011.

Pedroso, M. C., & Corrêa, H. L. (1996). Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica?. *Revista de Administração de Empresas*, 36(4), 00-00.

Santos, A. P. L. (2015) *Planejamento, programação e controle da produção* (Livro eletrônico). Curitiba: InterSaberes.

Silva, W. R., Estender, A. C., & Barbosa, L. (2015). *Implantação do sistema de PCP em micro, pequenas e médias empresas*. REGIT, 4(2).

Tubino, D. F. (2000). *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. Editora Atlas SA.

Tubino, D. F. (2004). *Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica*. Bookman.

Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos*. Bookman editora.

Zattar, I. C. (2004). *Análise da aplicação dos sistemas baseados no conceito de capacidade finita nos diversos níveis da administração da manufatura através de estudos de caso*.

Recebido em 28 ago. 2017 / aprovado em 26 set. 2018

Para referenciar este texto

Spohr, P., & Loos, M. J. Impactos do tamanho do lote de produção na capacidade produtiva de um recurso crítico de uma empresa calçadista. *Exacta*, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 1-18. out./dez. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v16n4.7763>>