

## APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: UM ESTUDO DE CASO

### APPLICATION OF THEORY OF CONSTRAINTS IN A DAIRY INDUSTRY: A CASE STUDY

Isabella Caroline Botelho Neves\* E-mail: [isabellabot@hotmail.com](mailto:isabellabot@hotmail.com)  
Izabella Coelho Barbosa\* E-mail: [izabellacoelho.barbosa@gmail.com](mailto:izabellacoelho.barbosa@gmail.com)  
Marcello Pereira de Araújo\* E-mail: [marcelloaraujo6@gmail.com](mailto:marcelloaraujo6@gmail.com)  
Andressa Amaral de Azevedo\* E-mail: [andressa@pucminas.br](mailto:andressa@pucminas.br)  
\*Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/Minas), Belo Horizonte, MG

**Resumo:** Para que as organizações tenham crescimento estratégico e competitivo, é necessário que os recursos sejam eficientemente administrados. A Teoria das Restrições (TOC) possibilita, através de suas etapas, identificar, controlar e gerenciar os gargalos, sejam eles físicos ou não físicos, que limitam processos da organização. O objetivo do estudo foi descrever e analisar a implementação da TOC para um gargalo não físico – modelo de previsão de demanda para a linha refrigerada – de uma indústria de laticínio de Minas Gerais. A pesquisa foi realizada com cunho descritivo, mediante um estudo de caso. Por meio de alguns indicadores de performance, como o *shelf life* da cadeia e ruptura houve uma melhora significativa no processo de 41% e 8,3%, respectivamente, de 2015 para 2018. Já os indicadores de cobertura de estoque e venda com data crítica, embora tenham sofrido uma queda menor na performance, também obtiveram resultados significativos, de 4,5% e 2,3%, de 2015 para 2018, respectivamente. Constatou-se, então, que a organização obteve resultados positivos e significativos na performance desde a fábrica até os centros de distribuição.

**Palavras-chave:** Teoria das Restrições. Gargalo. Previsão de demanda. Administração da produção. Indústria de laticínio.

**Abstract:** The organizations which are looking for strategic and competitive growth, need to manage efficiently their resources. The Theory of Constraints (TOC) enables through defined steps to identify, control and manage the bottlenecks, whether physical or non-physical, the ones which limit the organizational processes. The aim of this present work is to describe and analyze how TOC was implemented for a non-physical bottleneck – demand prediction model – of a dairy industry in Minas Gerais. The research was made with a descriptive character through a case study. The results refer to the identification of the bottleneck for the refrigerated line, the processes to implement the TOC and the methods created to mitigate it. There were positive and significant results in the production flow and performance of the plant to the distribution centers.

**Keywords:** Theory of Constraints. Bottleneck. Demand Forecasting. Operations Management. Dairy Industry.

## 1 INTRODUÇÃO

Como o quarto maior produtor mundial de leite, o Brasil alcançou o patamar de 35,1 bilhões de litros/ano em 2019. No entanto, esse crescimento da oferta não

foi acompanhado pelo consumo e os preços ao produtor registraram queda expressiva no segundo semestre de 2017. Assim, a indústria de laticínios, de estrutura bastante fragmentada e concorrencial, também viu suas margens recuarem devido à dificuldade em repassar preços ao varejista (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018).

Mesmo considerando o cenário de recuo de margem, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (2019), o setor de laticínios atingiu o segundo lugar no *ranking* de faturamento das indústrias de produtos alimentícios em 2018, com um faturamento líquido de 68,7 bilhões de reais.

O segmento de laticínios apresenta em sua essência fatores limitantes que dificultam a sua gestão, como a sazonalidade de consumo, forte dependência do produtor primário e a padronização da qualidade do leite com base em uma rigorosa legislação sanitária. Além disso, o leite e seus derivados são produtos que possuem características específicas, a exemplo da perecibilidade.

Tendo em foco o aumento do lucro, frente à complexidade da cadeia produtiva do leite, somado às incertezas e rápidas mudanças provenientes do aumento da competitividade, torna-se uma vantagem competitiva a eficácia da gestão estratégica de produção, especializada para atendimento do mercado.

Nesse contexto, uma das metodologias que pode auxiliar as empresas na busca por lucratividade, vantagem competitiva e proporcionar um melhor desempenho em seus processos é a Teoria das Restrições, também conhecida como *Theory of Constraints* (TOC).

A utilização de métodos pertencentes à referida teoria pode trazer melhorias significativas nos processos das organizações. De acordo com Watson, Blackstone e Gardiner (2007), empresas multinacionais como Delta Airlines, Ford Motor Company, General Electric, General Motors, 3M, Boeing e Amazon têm conseguido, por meio da aplicação da TOC, tornar a sua produção mais eficiente. Os mesmos autores enfatizam que a metodologia se aplica, ainda, a organizações sem fins lucrativos e agências governamentais, citando, como exemplo, a National Aeronautics and Space Administration (NASA) e a Força Aérea Israelense.

Fernandes e Filho (2017) definem que esta teoria é utilizada para identificar e melhorar os fatores limitantes dos processos das organizações. Com isso, a ideia elementar da TOC é melhorar o lucro da companhia por meio da identificação e

exploração das restrições, a qual, segundo Goldratt (1991), é qualquer “coisa”, seja um processo, uma máquina, um *layout*, uma metodologia, que impeça a organização de alcançar a sua meta, sendo elas externas ou internas, físicas ou não físicas, às organizações. Este princípio proporciona um conjunto de ferramentas para que a restrição, ou seja, o gargalo, não seja mais um fator limitador.

Para a organização em estudo, ao implementar a TOC, foi possível identificar variadas restrições no processo. Entretanto, o modelo de previsão de demanda foi apontado como o principal fator limitante, visto que, naquele momento, a organização possuía maior grau de liberdade para atuação comparando-se com as demais restrições. O modelo de previsão utilizado pela empresa resultou em perda de eficiência por ter sua demanda baseada em estimativas, deixando de aumentar sua lucratividade por não considerar o real interesse do mercado.

Diante desse contexto, o objetivo do estudo consiste em analisar os resultados obtidos pela organização com a aplicação da TOC, para um gargalo não físico, na linha produtiva de uma indústria de laticínios mineira, por meio de um estudo de caso. Buscou-se relatar os problemas enfrentados pela organização antes de implementar a TOC, os passos para que a implementação ocorresse e, por fim, promover uma análise de desempenho na gestão da produção após a implementação.

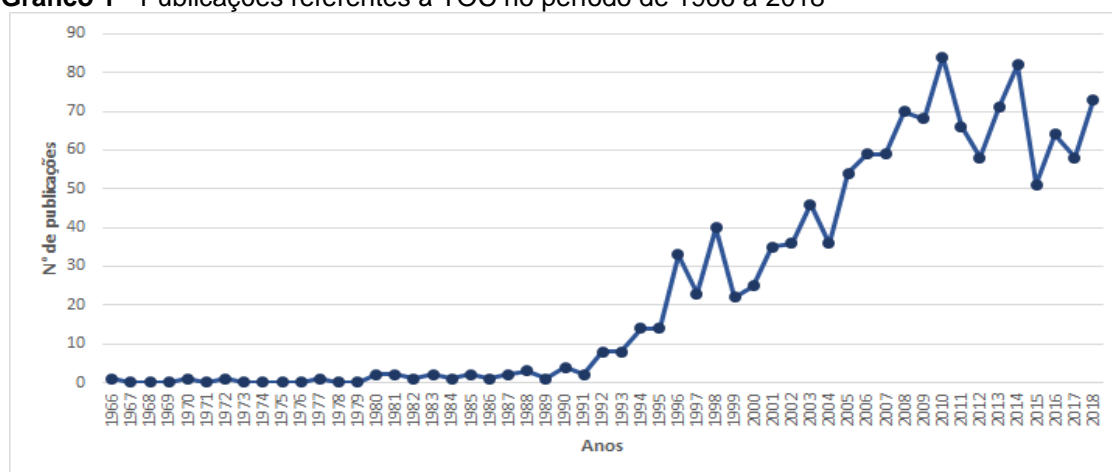
Portanto, ao abordar a previsão de demanda, como um gargalo não físico e interno, fator que não limita somente o chão de fábrica, mas todo o sistema, o estudo realizado se mostra relevante, sobretudo para que outras organizações, de diversos segmentos e setores, possam utilizá-lo como referência para consolidar a efetividade da metodologia para identificação de qualquer fator limitante do processo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Mediante o acesso à base de publicações da *Scopus* (ELSEVIER, 2019), por meio da plataforma Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), buscou-se validar a importância do tema abordado para a sociedade acadêmica.

Para concepção da base amostral do trabalho e primando melhor estruturar e tratar os dados, foram selecionados trabalhos relacionados diretamente com a TOC, em seguida, foram acrescentados filtros às categorias de análise relevantes a busca, tais como áreas de conhecimento (administração, engenharia, gestão, negócios, ciência computacional, física, dentre outras), tipos de fonte (revistas, jornais, capítulos de livros, artigos, dentre outras) e anos de publicação (1966 a 2018). Por fim, exportou-se os dados e as observações a seguir foram realizadas. O Gráfico 1 demonstra o histórico do número de publicações científicas relacionadas à TOC. É possível constatar um forte crescimento do tema e, portanto, a sua importância e usabilidade.

**Gráfico 1** - Publicações referentes à TOC no período de 1966 a 2018



**Fonte:** Elaborado pelos autores

Ademais, constatou-se que o Brasil não somente é um pioneiro quanto a temática, pois é o quarto país que mais realiza publicações científicas sobre o assunto, mas também a multidisciplinaridade do tema entre as áreas de conhecimento, tendo em vista que mais de 40% das publicações não pertence às áreas de gestão e engenharia. Fatores estes que demonstram a relevância do tema na comunidade acadêmica e científica brasileira.

Assim, expressada a relevância da TOC para a comunidade científica, pretende-se, a seguir, evidenciar conteúdos pertinentes ao tema para melhor compreender seus princípios e funcionamento no estudo de caso em questão.

## 2.1 Sistema de administração da produção

As teorias administrativas, para Ferreira (2007), ampliaram seu enfoque, abrangendo desde as tarefas do chão de fábrica até as variáveis externas que afetam as organizações, ou seja, as teorias administrativas vêm evoluindo devido às mudanças de paradigmas. Assim, para que as organizações tenham um crescimento estratégico e competitivo, é necessário que as áreas estejam intrinsecamente ligadas ao modo como são administrados os recursos produtivos.

No entanto, para que seja realizada uma tomada de decisão de forma programada e eficiente, Araújo (2004) defende a implementação da produção enxuta como forma de eliminar desperdícios no processo.

Com isso, para que o modelo de produção alcance um desempenho vantajoso, deve-se, dentre diversos princípios, dispor de um sistema puxado pelo consumidor, ao contrário de empurrado pela organização. É essencial, então, compreender os princípios das programações empurrada e puxada, visto que ambas têm efeitos distintos no que se refere ao atendimento da demanda e ao acúmulo de estoque na operação.

Slack (2018) afirma que um sistema empurrado é uma forma de operação na qual cada estágio produz baseado em uma demanda precedente. Qualquer atraso ou problema nesse estágio resultará em acúmulo de itens em estoque.

No aludido sistema, são produzidos grandes lotes sem uma frequência determinada, não levando em consideração a real necessidade do cliente. Cheng *et al.* (2012) afirmam que a produção empurrada, por ser um tipo de planejamento de produção *top-down*, ou seja, que se baseia em previsão, não somente irá gerar estoque como irá aumentar o trabalho em processo, ou *Work in Progress* (WIP).

Já no sistema puxado, Özbayrak, Akgün e Türker (2004) afirmam que as operações da organização são guiadas pela demanda, ou seja, os produtos são produzidos apenas por meio da solicitação do mercado. Dessa forma, o WIP tende a ser reduzido ou até eliminado.

No mesmo sentido, Slack (2018) acrescenta que, como apenas a demanda do cliente é o que leva ao início da produção, o fluxo de produção se mantém contínuo e preparado para o estágio produtivo seguinte. E, assim, sob essas circunstâncias, não se acumula estoque.

Para que haja uma sincronização da produção em volume e em combinação do *mix* de produtos, não se deve produzir conforme o fluxo de previsão, visto que o comportamento dos clientes é instável. Assim, ao adquirir o volume total de pedidos referente a um período, os nivela para que a quantidade e combinação sejam produzidas de forma homogênea a cada dia, conforme o sistema puxado (MONDEN; MENEZES, 2015).

Embora a administração da produção seja complexa, o processo deve operar continuamente. Dessa forma, pode-se afirmar que uma operação produtiva demanda planos e controles que possibilitem o gerenciamento das atividades, de forma a atender continuamente à demanda.

A partir desse ponto, passa-se a descrever um dos princípios e métodos de planejamento e controle, a TOC, filosofia de gerenciamento que tem sido difundida e utilizada em várias organizações durante as últimas décadas (FERREIRA, 2007).

## **2.2 Teoria das restrições**

Segundo Moura *et al.* (2018), de acordo com os pressupostos presentes na TOC, toda empresa possui pelo menos um fator limitante, que restringe o sistema em atingir um maior desempenho em relação ao seu lucro, o qual é defendido como a meta da organização.

Essas restrições, também chamadas de gargalos, podem ser classificadas como internas, aquelas que são inerentes a algum recurso intrínseco à empresa, ou externas, que são variáveis nas quais a organização não possui controle, ou seja, são originárias do mercado (PRETORIUS, 2014).

Dessa forma, Golmohammadi e Mansouri (2015), defendem que a proposta principal da TOC é identificar esses fatores limitantes no sistema buscando soluções para diminuí-los e/ou eliminá-los, almejando a melhoria contínua de seu desempenho.

Nesse sentido, Pegoraro (2018) defende que não basta que a organização concentre esforços nos recursos não gargalos, uma vez que o recurso gargalo é quem irá ditar todo o fluxo do processo produtivo.

## 2.3 Etapas fundamentais da TOC

A ideia básica da TOC, conforme Fernandes e Filho (2017), é aumentar o lucro da companhia por meio da identificação e exploração das restrições através da implementação dos princípios que têm forte correlação com o gerenciamento da produção.

Tendo em vista que a TOC defende a gestão eficiente das restrições para que seja alcançado o melhoramento contínuo nas organizações, Goldratt e Cox (2003) propõem um processo composto por cinco etapas fundamentais, cuja premissa é proporcionar uma gestão efetiva e coordenada do sistema, amenizando as restrições.

O Quadro 1 apresenta as etapas do processo de implementação da TOC e suas respectivas descrições para que seja possível identificar e trabalhar na restrição encontrada.

**Quadro 1** - Processo de aprimoramento contínuo da TOC

Etapas	Descrição
1. Identificar a(s) restrição(ões) do sistema	Estuda-se o fluxo do processo para identificar o recurso que limita o ganho de todo o sistema, ou seja, o que impede um aumento no desempenho do sistema.
2. Decidir como explorar a(s) restrição(ões) do sistema	Decisões devem ser tomadas para que as restrições sejam exploradas ao máximo, de modo que os recursos restritivos possam ser executados eficientemente.
3. Subordinar todos os outros recursos à(s) restrição(ões) do sistema	Os esforços estão voltados para melhorar o desempenho do recurso restritivo, e qualquer outro que afete diretamente o recurso restrição, ou seja, é definido previamente o cumprimento do ritmo do sistema.
4. Elevar a(s) restrição(ões) do sistema	É adicionada um aumento da capacidade de forma a aumentar o ganho global da restrição e conseqüentemente do fluxo do sistema.
5. Se na etapa 4 a restrição é quebrada, volte à etapa 1	É implementado o processo de melhoria contínua. Como resultado do processo de focalização, a melhoria da restrição original pode causar o aparecimento de uma nova restrição no sistema. No entanto, não permita que a inércia se torne a própria restrição do sistema.

Fonte: Adaptado de Cox III e Spencer (2002, p. 80)

## 2.4 Método tambor, pulmão e corda

Conforme descrito por Cox III e Schleier (2013), o TPC inicia sua lógica identificando qual a limitação do processo, denominado gargalo ou recurso com restrição de capacidade. Em razão disso, o gargalo é chamado de Tambor, pois é

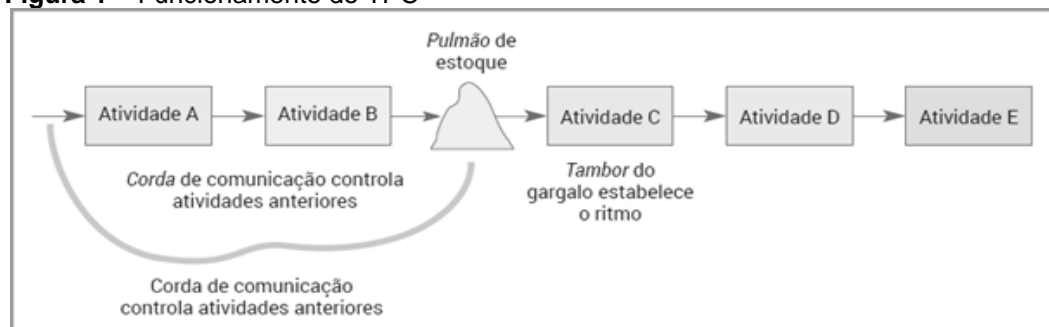
por meio dele que se determina qual a velocidade máxima que o sistema produtivo deve operar, caracterizando-se como um programa de produção convencional.

Devido aos processos produtivos estarem constantemente passíveis a variações, sejam elas internas ou externas aos processos da organização, deve-se disponibilizar uma proteção ao programa determinado no gargalo. Essa proteção nomeia-se Pulmão e é determinado na forma de tempo (*time buffer*).

Desta forma, o Pulmão determina quanto tempo antes do programado do Tambor deve-se disponibilizar material para atender a uma determinada ordem de produção. Após os pulmões estarem ajustados e dimensionados, estes irão determinar o comprimento da Corda, a qual ajusta as taxas de liberação de matéria-prima no processo com o ritmo determinado no Tambor (SOUZA; BAPTISTA, 2010).

Portanto, a aplicação do método TPC, conforme ilustrado pela Figura 1, determina um plano de produção que objetiva explorar a capacidade do gargalo e assegurar entregas e ritmos no prazo. A produção pode, também, assumir um sistema puxado antes do gargalo, pelo ritmo determinado pelo tambor, e após o gargalo a produção assumir um comportamento empurrado, inclusive com o funcionamento do pulmão.

**Figura 1** – Funcionamento do TPC



Fonte: Slack (2018, p. 378)

### 3 METODOLOGIA

O método de estudo do presente trabalho foi realizado mediante uma pesquisa exploratória e bibliográfica com abordagem qualitativa. Pizzinatto e Farah (2012), discorrem que uma pesquisa qualitativa foca na obtenção, com maior profundidade, dos dados de interesse, o que permite uma interpretação mais robusta e coesa. A abordagem exploratória se tornou benéfica, pois possibilitou descrever,



analisar e interpretar a multiplicidade da implementação da TOC, que foi suportada pela bibliografia relacionada ao tema.

Conforme Yin (2013), o estudo de caso é significativo para a investigação de fenômenos contemporâneos, principalmente por meio da sua observação direta. Para Perovano (2016), com base nos objetivos deste estudo, sua classificação se dá por meio de um processo descritivo, visando à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o processo.

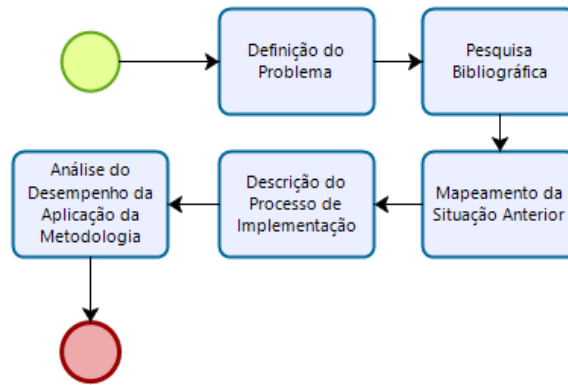
Assim, o método escolhido foi uma ferramenta capaz de investigar e compreender um determinado fenômeno, pretendendo-se esclarecer as tomadas de decisões em um contexto real sob suas influências complexas.

Com o propósito de analisar os resultados obtidos pela organização com a implementação da TOC para um gargalo não físico e interno, seguiu-se os seguintes passos: definição do problema a ser estudado, posteriormente um estudo bibliográfico aprofundado sobre o seu tema central e suas aplicações, em seguida o estudo primou pela coleta dos dados por meio de entrevistas, mapeamento situacional anterior e posterior a implementação e levantamentos em bases e controles. Estas bases de dados foram extraídas de planilhas, sistemas de gestão e do *software* Symphony, sistema implementado pela empresa, desenvolvido especialmente para gerir o projeto.

Com todo o material coletado, pode-se examinar como ocorreu o processo de implantação da TOC e analisar as diferenças nos valores dos principais indicadores, e por consequência os impactos trazidos pela implementação da teoria. Por fim, foi proposto um plano de melhorias que ainda podem ser feitas, com base nos resultados analisados.

A Figura 2 apresenta as etapas da realização do estudo de caso sobre a implementação da TOC na cadeia da linha produtiva de refrigerados da indústria em questão.

**Figura 2** - Fluxograma da metodologia de pesquisa



**Fonte:** Elaborada pelos autores

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 A empresa

A empresa na qual foi realizado este estudo teve o início de sua história na década de 1940 em Minas Gerais. Em 2018, a mesma transforma, diariamente, mais de 3 milhões de litros de leite em um portfólio completo de mais de 190 produtos lácteos.

Mais especificadamente, a unidade industrial em questão está localizada na cidade de Pará de Minas e é responsável pela fabricação da linha de produtos refrigerados, a qual é subdividida em quatro grupos: logurte, *Petit Suisse*, Requeijão e Leite Fermentado.

### 4.2 Situação anterior

Antes da implementação da TOC, a empresa em estudo trabalhava com a programação da produção baseada na previsão de vendas, metodologia imprecisa e ineficiente, visto que se evidenciava um desalinhamento entre o fluxo produtivo e a demanda, causando oscilações de estoque que, ora geravam a falta, ora o excesso de produtos.

A empresa utilizava o método de produção empurrada, considerando a programação da produção por meio de previsão *forecasting*, baseado em históricos

anteriores. Produziam-se as quantidades calculadas para a semana e estas eram alocadas de acordo com a disponibilidade das linhas produtivas.

O cenário citado fomentava um desajuste da cadeia de valor da demanda, do fluxo produtivo, da distribuição e das vendas da organização. Assim, em suma, alguns dos problemas enfrentados pela organização eram:

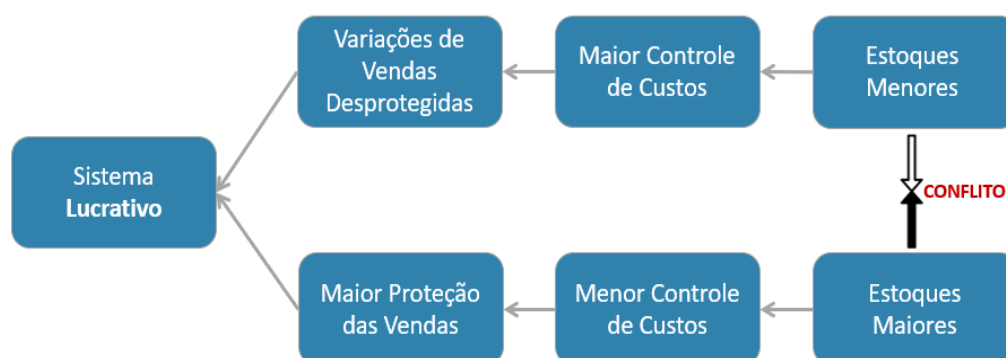
- a) falta de produtos no mercado (ruptura);
- b) alto índice de vendas com descontos;
- c) estoques elevados em locais não estratégicos;
- d) vida útil dos produtos limitada no mercado, próxima ao vencimento.

### 4.3 A implementação

Feita a análise da organização em estudo, percebeu-se que, para manter-se lucrativa, era primordial garantir as vendas, com o intuito de manter e/ou aumentar sua participação no mercado e, também, obter o controle de custos para permanecer competitiva em precificação.

Dessa forma, há um conflito, como demonstrado na Figura 3, entre manter um estoque menor, obtendo um maior controle dos seus custos, mas assumindo o risco de não atendimento do mercado ou manter um estoque maior, para assim proteger as vendas e acelerar o fluxo de atendimento do cliente.

**Figura 3** – Conflito entre estoques menores *versus* estoques maiores



**Fonte:** Elaborada pelos autores

Como forma de lidar com as incertezas provenientes do modelo de previsão, buscou-se alinhar a demanda com o mercado, acelerando, assim, o tempo de

resposta da organização à demanda. Para atingir este objetivo, a implementação da TOC se deu em quatro macro fases, conforme listado na Figura 4 e descrito a seguir.

**Figura 4** – Macro fases da implementação do projeto



**Fonte:** Elaborada pelos autores

#### 4.3.1 Prova conceito

A prova conceito, também conhecida como *Proof of Concept* (POC), é um modelo prático para provar um embasamento teórico, testar uma ideia estabelecida. A mesma auxilia o desenvolvedor a identificar possíveis problemas técnicos, de processo e logísticos, que podem interferir nos resultados esperados e, conseqüentemente, no sucesso almejado.

Em julho de 2015, a POC foi elaborada e, durante os seis meses seguintes, de agosto a dezembro, um subgrupo de iogurtes serviu como POC para a nova metodologia. Dificuldades foram constatadas e ações de melhoria foram incrementadas para aprimorar o funcionamento do sistema.

#### 4.3.2 Workshop

Durante o período de implementação da nova metodologia, foi primordial que a organização estivesse alinhada com a nova forma de funcionamento e as novas metas traçadas desde a diretoria até os setores operacionais, por meio de *workshops* e treinamentos.

#### 4.3.3 Modelagem técnica do sistema

Mediante o princípio do TPC e de um sistema de priorização por meio de cores para todo o fluxo da cadeia, foi possível concretizar a implementação da






metodologia. A união destes princípios se deu a partir da implementação de um *software* chamado Symphony.

O princípio TPC se estabeleceu a partir dos seguintes passos:

- a) primeiro passo: cálculo dos alvos, ou seja, da quantidade de estoque ideal para um produto se manter na cadeia de suprimentos, considerando que o alvo do produto representa o estoque na localidade somado à quantidade de estoque em trânsito em direção a esta localidade;
- b) segundo passo: cadastro das informações mínimas necessárias para o funcionamento da ferramenta de otimização, Symphony, por produto e por locais – lotes mínimos de produção, paletizações e *lead times*;
- c) terceiro passo: geração de relatórios diários – ordens de produção, movimentações e gerenciamento de estoque.

O princípio de sistema de priorização por meio de cores global e local é retratado na Figura 5.

**Figura 5** - Esquema de priorização por cores

	Sem Prioridade
	Sem Prioridade
	Prioridade Normal
	Prioridade Alta
	Máxima Prioridade

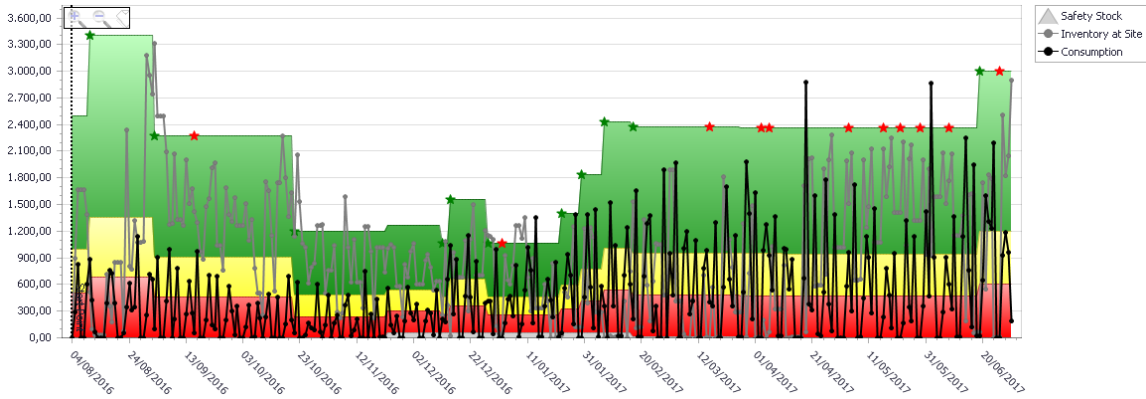
**Fonte:** Acervo da empresa estudada

Na qual:

- a) zona azul: sem prioridade, o estoque está acima do pulmão ( $> 100\%$  do pulmão);
- b) zona verde: prioridade baixa, o estoque está com nível ótimo de atuação ( $\leq 100\%$  e  $> 67\%$  do pulmão);
- c) zona amarela: prioridade dentro do normal ( $\leq 67\%$  e  $> 33\%$  do pulmão);
- d) zona vermelha: prioridade alta, o estoque está baixo e em risco de acabar ( $\leq 33\%$  e  $> 0\%$  do pulmão);
- e) zona preta: prioridade máxima, o estoque encontra-se zerado ( $= 0\%$ ).

Com base nos princípios da priorização de cores e do TPC, foi possível implementar, conforme a Figura 6, o funcionamento de uma das janelas de análises para cada item da linha refrigerada nos respectivos centros de distribuição (CD).

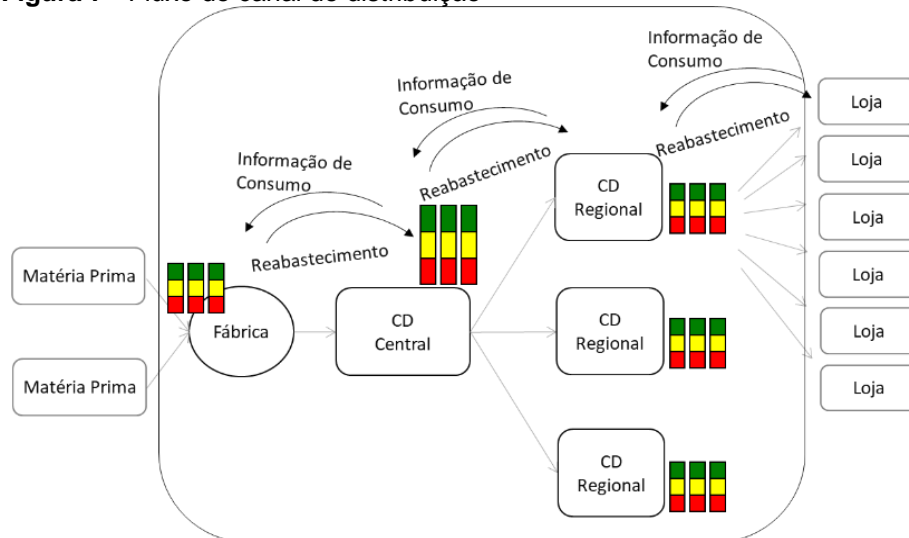
**Figura 6** – Janela de análise do Symphony



**Fonte:** Acervo da empresa estudada

A implementação desse sistema de aprimoramento se deu da fábrica até os CDs. A partir disto, pode-se iniciar a geração de ordens de produção de acordo com o estoque da cadeia de produtos no fluxo de valor, e gerar ordens de ressuprimentos de acordo com as vendas realizadas pelos CDs, conforme ilustrado pela Figura 7.

**Figura 7** - Fluxo do canal de distribuição



**Fonte:** Adaptada do acervo da empresa estudada

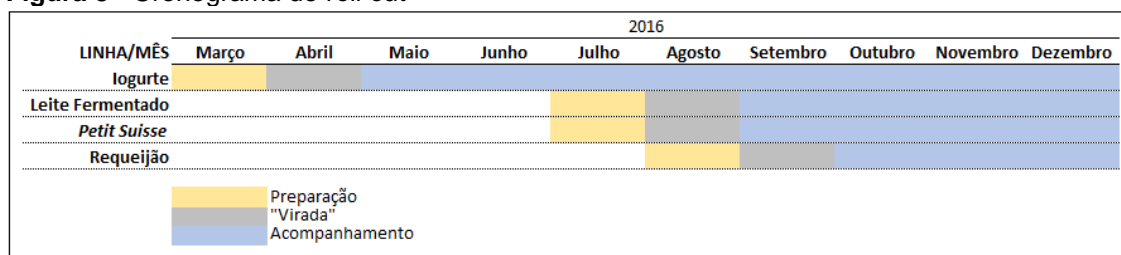
#### 4.3.4 A implementação

Para que a implementação da metodologia tivesse maior eficiência, a inserção da mesma foi feita por meio do processo *roll out*, um processo de migração por etapas. Cada linha produtiva, uma a uma, passava da antiga para a nova metodologia. O processo de *roll out* era composto por três etapas:

- a) preparação da equipe: treinamento e orientação dos funcionários de uma determinada linha produtiva para que todos tivessem uma única visão sobre o funcionamento do sistema de priorização por meio de cores;
- b) alteração ("virada"): após a preparação, a linha produtiva começava a funcionar de acordo com os pedidos de reposição;
- c) acompanhamento: após a "virada", os dados eram coletados sobre o funcionamento da linha produtiva em questão.

Assim se deu o processo até que todas as linhas dos produtos refrigerados estivessem funcionando de acordo com a TOC. Sendo que o subgrupo de logurtes serviu como POC para a aplicação da metodologia por ser o grupo de maior representatividade em volume e volume de vendas, dentro da linha refrigerada. A Figura 8 mostra como se deu a evolução da implementação de forma cronológica.

**Figura 8** - Cronograma de *roll out*



Fonte: Elaborada pelos autores

#### 4.4 Desempenho na gestão da produção com a aplicação da TOC

A organização em estudo, desde antes à implementação, utiliza certos indicadores para realizar a gestão da produção e acompanhar sua performance. Assim se torna possível analisar os impactos gerados pela aplicação da TOC, fazendo uma comparação entre os dois momentos distintos, antes e após a implementação.

Os indicadores utilizados para realizar esse comparativo foram: cobertura de estoque, venda com data crítica, *shelf life* da cadeia e ruptura. A análise dos indicadores corresponde a linha refrigerada como um todo.

#### 4.4.1 Cobertura de estoque

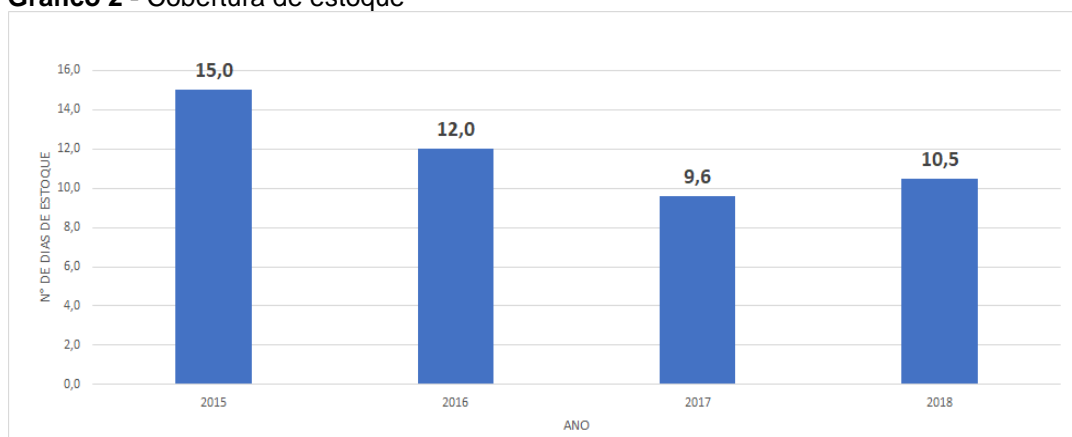
O índice de cobertura de estoque determina o período de tempo que o estoque é suficiente para atender as demandas futuras sem que ocorram novas produções e é calculado através da divisão entre o estoque pela venda total do mês anterior. Os estoques representam um dos ativos mais importantes de uma organização, sua correta gestão, segundo Paoleschi (2014), elimina desperdícios de tempo, de custo e de espaço.

Após a implementação da TOC, a cobertura de estoque diminuiu, ou seja, a organização conseguiu melhorar sua performance nas operações a ponto de trabalhar com estoques menores. Esta consequência está diretamente ligada à TOC, visto que, ao direcionar a produção à demanda do mercado, os itens produzidos terão maior giro e as quantidades produzidas serão otimizadas, pois serão feitas apenas para sustentar os pulmões estipulados.

Ademais, considerando que o estoque é constituído de produtos perecíveis, tem-se um cenário mais adequado, dado que, assim, é possível trabalhar com produtos mais novos e, por consequência, com maior prazo de validade. Esta relação pode ser notada com o aumento da vida útil dos produtos, situação que será evidenciada no indicador de *shelf life*, que será discutido posteriormente.

Pode-se inferir, por meio do Gráfico 2, a melhora na cobertura de estoque, resultado da eficiência do processo após a implementação da TOC.

**Gráfico 2 - Cobertura de estoque**



**Fonte:** Elaborado pelos autores



#### 4.4.2 Venda com data crítica

A venda com data crítica é um indicador que reflete na porcentagem de produtos que são vendidos com a data de validade próxima ao vencimento, ou seja, quanto mais próximo o produto estiver da data de vencimento, maior será o índice de venda com data crítica. O indicador é calculado dividindo o volume de produtos vendidos com data crítica pelo volume total de vendas.

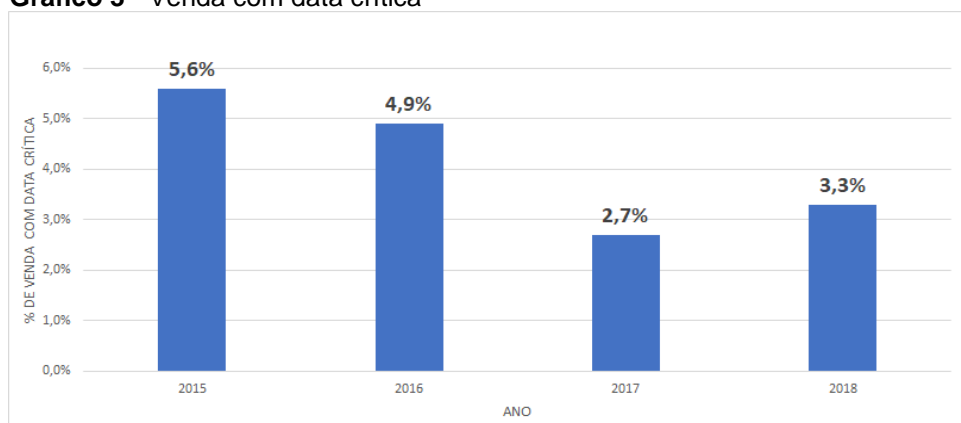
Essa lógica é baseada no sistema de armazenagem Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair, também conhecido como *First In, First Out* (FIFO), que mantém a produção e a sequência de transportes mais precisos, garantindo que o primeiro a entrar no processo ou no local de armazenamento também seja o primeiro a sair. Portanto, o sistema FIFO é uma condição necessária para a implementação do sistema puxado, ao passo que impede que o processo de suprimento gere uma superprodução (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2019).

Essa condição se faz necessária para controlar a produção de produtos perecíveis, para que os itens produzidos antes sejam enviados primeiro, evitando perdas por data. Dessa forma, a empresa caracteriza uma venda com data crítica quando o item alcança 52% do seu tempo de vida.

Entretanto, o referido parâmetro não é rígido, podendo haver variações dependendo dos requisitos solicitados pelo cliente ou de possíveis ações comerciais. É válido ressaltar que cada um dos quatro subgrupos da linha refrigerada, logurte, *Petit Suisse*, Requeijão e Leite Fermentado, possuem prazos de validade distintos, sendo eles, 48 dias para logurte, Leite Fermentado e *Petit Suisse* e 90 dias para Requeijão.

Ao analisar o Gráfico 3, percebe-se que, com a implementação da TOC, as vendas com data crítica caíram quase pela metade até 2017, conseguindo evitar a superprodução, já que o sistema consegue reagir de acordo com a demanda, disponibilizando para o mercado produtos mais novos.

**Gráfico 3** - Venda com data crítica



Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.3 Shelf life da cadeia

*Shelf life*, ou vida útil, é o tempo que o produto perecível permanece em condições de qualidade satisfatórias para o consumo. Ou seja, é o período de tempo que os produtos perecíveis possuem antes de serem considerados inadequados para consumo (SILVA, 2019).

Também conhecido como “tempo de prateleira”, este índice é calculado através da média ponderada dos prazos de validade dos itens em estoque, baseando-se pelo volume dos mesmos.

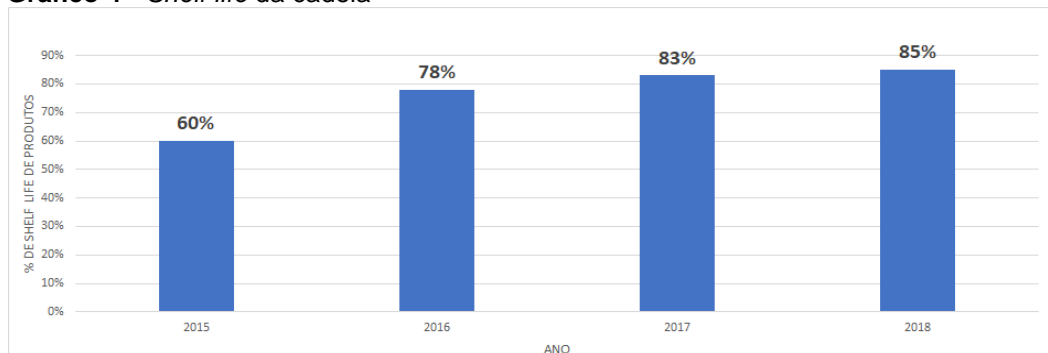
A organização agora trabalha por meio de um sistema de produção puxada. Sendo assim, são produzidos somente aqueles produtos que forem solicitados pelo cliente e quando for solicitado por ele.

A produção puxada determina um dado ritmo de produção que se alinha com a demanda do mercado. A partir disso, pode-se inferir que como não serão produzidos produtos sem demanda, estes não ficarão parados no estoque da organização, como era de costume, pois eram produzidos grandes lotes de um mesmo produto sem haver necessariamente sua demanda. E, assim, o produto não chegará ao mercado com o *shelf life* avançado.

Portanto, a empresa conseguiu dimensionar de forma efetiva sua produção, para que seja disponibilizado somente o que o mercado irá consumir. Assim, como o tempo de resposta do fluxo produtivo foi aumentado, o produto pode chegar às prateleiras em um menor tempo para que o consumidor final adquira produtos em condições de qualidade superior.

Com isso, conforme demonstrado no Gráfico 4, a empresa conseguiu ampliar em 41% a vida útil dos seus produtos disponibilizados em mercado de 2015 para 2018. Ademais, a melhora deste indicador impacta positivamente na diminuição das vendas com datas críticas, visto que o produto ficará disponível para vendas com um índice de *shelf life* favorável.

**Gráfico 4 - Shelf life da cadeia**



**Fonte:** Elaborado pelos autores

#### 4.4.4 Ruptura

A organização, como já mencionado, trabalha com as informações da cadeia logística, para tratativas referentes ao projeto, a partir da fábrica até os CDs. Posto isso, a ruptura, segundo Ribeiro e Prado (2009), é interpretada como um evento no qual o varejista possui a demanda por um item, porém, esse mesmo item não se encontra disponível para venda, gerando diversos impactos negativos, tais como: insatisfação do comprador, perda de vendas e perda de fidelização à marca. Esse indicador é obtido dividindo-se o volume de venda perdida pela soma do volume de venda somado ao volume de venda perdida.

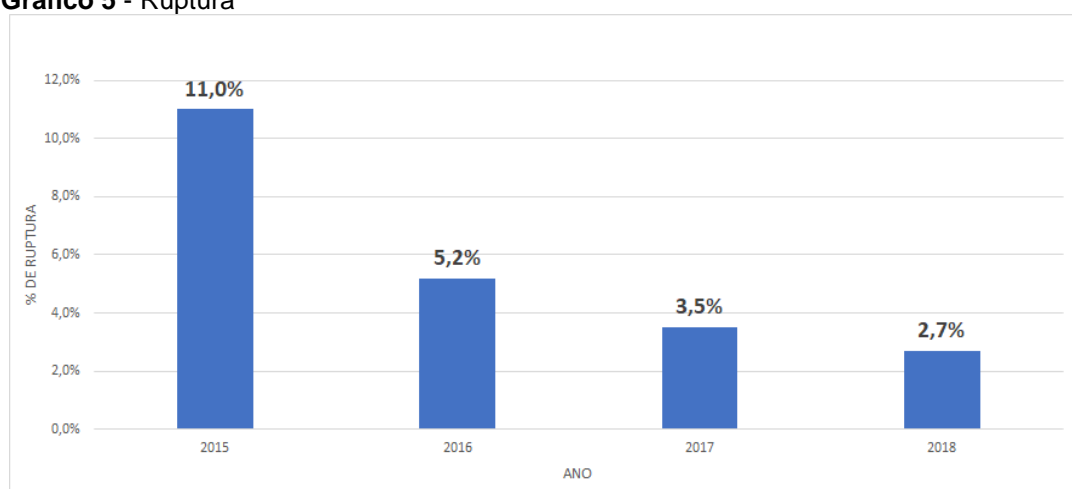
Tendo em vista um estudo, analisado por Corsten e Gruen (2003), realizado com mais de 600 lojas, em 29 países, estatisticamente, a taxa média de indisponibilidade mundial girava em torno de 8,3%. Para a indústria de laticínios em questão, o fluxo de demanda e do processo produtivo era desalinhado, alcançando a taxa de 11% de indisponibilidade de produto em 2015, o que evidencia que, antes da implementação da TOC, a indisponibilidade era danosa à organização.

Conforme demonstrado no Gráfico 5, o índice de ruptura caiu de 11% para menos de 3% em 2018, o que significa que o fluxo de informações está mais

ajustado, permitindo que o sistema seja mais sensível à demanda do mercado repondo os seus produtos com maior eficiência.

Segundo Morgan e Dewhurst (2008), o alinhamento de informações entre o comprador e fornecedor é um ponto fundamental para melhoria da disponibilidade de produtos. Na organização em questão, este alinhamento foi aprimorado em razão da utilização do sistema Symphony. Pramatari, Evgeniou e Doukidis (2009) sustentam que a utilização de ferramentas de compartilhamento de dados pode oferecer às empresas novas alternativas de alcançar objetivos estratégicos.

**Gráfico 5 - Ruptura**



**Fonte:** Elaborado pelos autores

É válido salientar o aumento da eficiência do processo, pois, como visto no índice de cobertura de estoque, a organização agora trabalha com estoques menores e, ainda assim, consegue obter menores níveis de indisponibilidade no mercado.

#### 4.4.5 Discussão

Depois de feita a análise de desempenho por meio dos indicadores, se faz necessário abordar os resultados obtidos nos índices de cobertura de estoque e venda com data crítica no ano de 2018, eis que ambos apresentaram uma redução da eficiência se comparados com 2017. Nota-se, contudo, que, ainda assim, tais índices atestem um bom desempenho no geral.

Não é o objetivo do estudo eleger um único fator de influência no desempenho dos indicadores, afinal, uma organização é um sistema complexo de interações exposta a diversos fatores, internos e externos. No entanto, um dos fatores com grande indício para o impacto nos indicadores foi à greve dos caminhoneiros, que ocorreu entre maio e junho de 2018, ou seja, um gargalo externo originado no mercado, o qual a empresa não tem controle sobre (PRETORIUS, 2014).

Ainda nesta linha, segundo Romanzini *et al.* (2017) variantes de mercado podem ocasionar mudanças benéficas ou não às organizações. Afirmado pelos pesquisadores Kreter *et al.* (2018) do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), um dos setores mais impactados pela greve dos caminhoneiros foi o agropecuário, no caso do estudo, o lácteo. Portanto, acredita-se que a greve dos caminhoneiros teve forte influência nos indicadores retratados.

De acordo com dados publicados por Miranda (2018), foi quantificado um prejuízo de R\$ 1 bilhão em toda a cadeia produtiva do leite durante o período da greve, mais de R\$ 170 milhões por dia. Foi estimado um volume de descarte de 280 milhões de litros de leite no período e mais de 50 milhões de litros que poderiam ter sido captados por dia em todo o país. Além da matéria-prima principal, o leite, devem ser consideradas outras dificuldades de ressurgimento dentro da indústria láctea, devido ao ocorrido, como o desabastecimento de insumos secundários, combustíveis e embalagens.

Os indicadores de venda com data crítica e cobertura de estoque, embora tenham tido desempenhos satisfatórios, foram os mais impactados se comparados os anos de 2017 e 2018, apresentando uma queda nos seus desempenhos.

No ano de 2018 foi computado um aumento de venda, em volume, da linha refrigerada de aproximadamente 7% se comparado com o ano de 2017. Ou seja, a produção estava maior, para atender o mercado no referido ano, porém, o escoamento de produtos foi comprometido pela greve. Além do escoamento, a greve impactou nas vendas do comércio que, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018) retrocederam 4,9% em maio de 2018. Em suma, a venda da companhia vinha aquecida, mas a produção foi impossibilitada de ser escoada.

Para a análise da venda com data crítica, é necessário recordar que a organização trabalha com produtos perecíveis. Logo, produtos produzidos próximos à greve dos caminhoneiros iriam vencer em meados de junho e agosto, considerando 48 dias de *shelf life*, a partir do final de maio.

Ao observar na Tabela 1 a venda com data crítica, percebe-se que, para um mesmo mês, o indicador quase dobrou de um ano para o outro.

**Tabela 1** - Comparação de resultados mensais do indicador de venda com data crítica

<b>Venda com Data Crítica (%)</b>		
	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>JULHO</b>	2,43	4,46
<b>AGOSTO</b>	2,15	4,13

**Fonte:** Elaborada pelos autores

Para o indicador cobertura de estoque, é necessário levar em consideração que o escoamento da produção é dependente de rodovias. Esta situação é criticada, inclusive, pelo especialista em logística Paulo Fernando Fleury (*apud* HESSEL, 2018), que argumenta que o principal problema logístico do Brasil é a sua dependência em sistemas rodoviários.

Portanto, tal subordinação às rodovias prejudicou o escoamento da organização, impossibilitando que os produtos em estoques, tanto nas fábricas quanto nos centros de distribuição, fossem escoados para o mercado.

Pode-se notar, pela Tabela 2, que, nos meses de junho e julho, o índice de cobertura de estoque praticamente dobrou de 2017 para 2018, se comparado com o mesmo período.

**Tabela 2** - Comparação de resultados mensais do indicador de cobertura de estoque

<b>Cobertura de Estoque (Dias)</b>		
	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>JUNHO</b>	9,5	12,2
<b>JULHO</b>	10,3	10,8

**Fonte:** Elaborada pelos autores

Ainda, deve-se considerar questões burocráticas inerentes à organização, as quais, por serem particulares a mesma, não serão tratadas em profundidade. No

entanto, devido a acordos contratuais e comerciais da organização, algumas vezes, pode vir a se submeter à cenários que não condizem com a metodologia de previsão puxada implementada na empresa, como a necessidade de utilização de toda a matéria prima. Dessa forma, a fim de evitar perdas, por se tratar de produtos perecíveis, em algumas situações pode ocorrer uma produção sem necessidade, impactando nos indicadores citados.

#### 4.4.6 Resumo comparativo dos indicadores

Na Tabela 3 é possível observar a evolução de cada indicador após a aplicação da TOC. A organização conseguiu alinhar o fluxo de informações e o fluxo logístico da linha refrigerada, mesmo trabalhando com estoques menores, como visto no indicador cobertura de estoque. Dessa forma, a empresa consegue atender melhor o mercado, haja vista a queda da indisponibilidade de produtos e a oferta de produtos mais novos, como visto na melhora do indicador de *shelf life*.

**Tabela 3** – Comparativo de performance dos indicadores entre os anos de 2015 e 2018

<b>Comparativo de Performance dos Indicadores</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>2015</b>	<b>2018</b>
<b>Cobertura de Estoque (dias)</b>	15,0	10,5
<b>Venda com Data Crítica (%)</b>	5,6%	3,3%
<b>Shelf Life (%)</b>	60,0%	85,0%
<b>Ruptura (%)</b>	11,0%	2,7%

**Fonte:** Elaborada pelos autores

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo apresentou como objetivo analisar os resultados obtidos por uma indústria de laticínios por meio da aplicação da metodologia TOC na linha de produtos refrigerados. O objetivo da metodologia é aumentar a lucratividade da organização através do combate à restrição limitadora do sistema, que, no caso, foi identificado como o modelo de previsão de demanda da linha refrigerada.

Para melhorar e elevar a capacidade do sistema adotou-se a produção puxada aliada a um sistema de priorização de cor junto à técnica de programação TPC.

A implementação desta demonstrou trazer resultados positivos após feita a análise de desempenhos dos indicadores trabalhados pela organização. O *mix* produtivo aumentou, os produtos chegam mais novos aos pontos de venda e, ainda que com estoques menores, o atendimento de mercado melhorou em tamanho e qualidade, mesmo frente ao acontecimento de impacto nacional.

A teoria apresentada é considerada um método de gestão da produção, o qual permite ter uma visão sistêmica da organização e sua melhoria contínua. Embora os resultados sejam significativamente positivos, faz-se necessária a busca constante por oportunidades de melhoria.

Uma possibilidade de melhoria encontrada durante a execução do estudo é a expansão dos princípios e métodos para toda a cadeia produtiva, envolvendo desde o produtor primário até a ponta da cadeia. Dessa forma, o sistema adquiriria maior sensibilidade a mudanças, não apenas as do mercado consumidor, mas também de outros pontos da cadeia. Ademais, seria válido para a organização criar um controle a respeito das produções feitas sem necessidade, fomentadas pelas questões burocráticas tratadas anteriormente. Pois, assim seria possível medir de forma mais eficiente o desempenho da metodologia sem contar com os impactos gerados pelas mesmas.

Também pode ser apontado como ponto interessante a ser explorado, o início de estudos com relação à criação de uma nova POC para a aplicação da metodologia em outras linhas produtivas da indústria, não somente na linha de produtos refrigerados. O estudo citado se faz necessário, visto que cada linha possui características distintas, como sazonalidade de vendas, locais de produção, quantidades de matéria prima necessária, *shelf life*, dentre outros.

Além disso, como a TOC ocasiona uma quebra de paradigma, é importante que seu entendimento seja enraizado na cultura da organização. Para tanto, treinamentos contínuos a respeito do seu funcionamento e de melhores práticas, para todos os funcionários envolvidos, seriam formas eficazes para potencializar seu uso.



Finalmente, o estudo realizado atesta a TOC como uma metodologia eficiente de gestão estratégica e melhoria. Outras organizações de diversos segmentos e setores podem vir a utilizá-lo como referência para consolidar, ainda mais, a efetividade da metodologia e como uma ferramenta útil de crescimento sólido e aumento de competitividade, ao passo que cede tratativas para otimizar o funcionamento da mesma, o que pode vir a se tornar uma vantagem competitiva.

O presente estudo contribui, ainda, para a comunidade acadêmica, pois instiga novos trabalhos a serem feitos em continuidade, além de transmitir e aprimorar o conhecimento das técnicas e metodologias utilizadas na empresa.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Cesar Augusto Campos de. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta utilizando os processos de raciocínio da teoria das restrições e o mapeamento do fluxo de valor**. 2004. 179f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, São Carlos. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-31072017-113720/en.php>. Acesso em: 11 abr. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/D.18.2017.tde-31072017-113720>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Indústria de alimentos fecha 2018 com aumento de 2,08% em faturamento**. São Paulo: ABIA, 2019. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/printnoticia.aspx?id=393>. Acesso em: 09 abr. 2019.

CHENG, Feng *et al.* A production–inventory model for a push–pull manufacturing system with capacity and service level constraints. **Production and Operations Management**, v. 21, n. 4, p. 668-681, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2011.01303.x>

CORSTEN, Daniel; GRUEN, Thomas. Desperately seeking shelf availability: an examination of the extent, the causes, and the efforts to address retail out-of-stock. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 31, n. 11, p. 605-617, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/36385147\\_Desperately\\_Seeking\\_Shelf\\_Availability\\_An\\_Examination\\_of\\_the\\_Extent\\_the\\_Causes\\_and\\_the\\_Efforts\\_to\\_Address\\_Retail\\_Out-of-Stocks](https://www.researchgate.net/publication/36385147_Desperately_Seeking_Shelf_Availability_An_Examination_of_the_Extent_the_Causes_and_the_Efforts_to_Address_Retail_Out-of-Stocks). Acesso em: 09 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/09590550310507731>

COX III, James F.; SCHLEIER, John G. **Handbook da teoria das restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

COX III, James F; SPENCER, Michael S. **Manual da teoria das restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

ELSEVIER. **SCOPUS**: base de dados de resumos e citações de artigos para jornais/revistas acadêmicos. Disponível em: <https://www-scopus.ez93.periodicos.capes.gov.br/term/analyzer.uri?sid=395207c4b0fd450486d60f9b95b5f0fd&origin=resultlist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY%28%22theory+of+constraints%22%29&sort=plf->

[f&sdt=b&sot=b&sl=38&count=1325&analyzeResults=Analyze+results&txGid=4c9553c9ec719669bd7f8ecf2d5affdb](https://www.cnpia.br/pt-br/indicadores/indicadores-de-producao-de-leite). Acesso em: 05 maio 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Anuário Leite 2018:** indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181654/1/Anuario-Leite-2018.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2019.

FERNANDES, Flávio César Faria; FILHO, Moacir Godinho. **Planejamento e controle da produção:** dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2017.

FERREIRA, Alessandra. **Aspectos Importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção:** um estudo multicase. 2007. 167f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações, Ribeirão Preto. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-25042008-113059/pt-br.php>. Acesso em: 11 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.96.2008.tde-25042008-113059>

GOLDRATT, E. M. **A Síndrome do palheiro:** garimpando informações num oceano de dados. São Paulo: C. Fulmann, 1991.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta.** São Paulo: Nobel, 2003.

GOLMOHAMMADI, Davood; MANSOURI, S. Afshin. Complexity and workload considerations in product mix decisions under the theory of constraints. **Naval Research Logistics (NRL)**, v. 62, n. 5, p. 357-369, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/nav.21632>. Acesso em: 05 maio 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/nav.21632>

HESSEL, Rosana. Paralisação escancara dependência rodoviária. **Estado de Minas Online**, Belo Horizonte, 27 maio 2018. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/05/27/internas\\_economia,962171/paralisaao-escancara-dependencia-rodoviaria.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/05/27/internas_economia,962171/paralisaao-escancara-dependencia-rodoviaria.shtml). Acesso em: 11 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Mensal de Comércio – PMC.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9227-pesquisa-mensal-de-comercio.html?=&t=notas-tecnicas>. Acesso em: 05 maio 2019.

KRETER, Ana Cecília *et al.* Impactos Iniciais da greve dos caminhoneiros no Setor Agropecuário. **Carta de Conjuntura**, Brasília, n. 39, 2018. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/180605\\_cc\\_39\\_nt\\_impactos\\_iniciais\\_da\\_greve\\_dos\\_caminhoneiros\\_no\\_setor\\_agropecuario.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/180605_cc_39_nt_impactos_iniciais_da_greve_dos_caminhoneiros_no_setor_agropecuario.pdf). Acesso em: 05 maio 2019.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **First in, first out.** Disponível em: <https://www.lean.org/lexicon/first-in-first-out>. Acesso em: 03 mar. 2019.

MIRANDA, Rubens Augusto de. Milho: o agronegócio, a greve dos caminhoneiros e a logística de transportes. **Boletim Informativo do Centro de Inteligência do Milho**, Sete Lagoas, ano 10, ed. 93, jun. 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1104238/1/Milhoagronegocio.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2019.

MONDEN, Yasuhiro; MENEZES, Ronald Saraiva de. **Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao Just-in-time**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MORGAN, C.; DEWHURST, A. Multiple retailer supplier performance: an exploratory investigation into using SPC techniques. **International Journal of Production Economics**, v. 111, p. 13-26, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527307000291>. Acesso em: 11 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.11.018>

MOURA, Débora Pinheiro Cacao *et al.* Contribuições da teoria das restrições para a gestão da produção: aplicação em uma indústria de laticínios. **Revista GEPROS**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 237-258, 2018. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1953>. Acesso em: 09 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.15675/gepros.v13i3.1953>

ÖZBAYRAK, M.; AKGÜN, M.; TÜRKER, A. K. Activity-based cost estimation in a push/pull advanced manufacturing system. **International journal of production economics**, v. 87, n. 1, 2004. p. 49-65. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527303000677>. Acesso em: 11 abr. 2019. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00067-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00067-7)

PAOLESCHI, Bruno. **Estoques e armazenagem**. 1. ed. São Paulo: Erica, 2014.

PEGORARO, Fabio. Aplicação dos cinco passos da melhoria contínua da Teoria das Restrições (TOC): um estudo em uma indústria de cal. **Revista CEREUS**, Gurupi, v. 9, n. 4, p. 80-97, 2018. Disponível em: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/1405>. Acesso em: 04 mar. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18605/2175-7275/cereus.v9nep80-97>

PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Curitiba: InterSaberes, 2016.

PRAMATARI, K.; EVGENIOU, T.; DOUKIDIS, G. Implementation of collaborative e-supply-chain initiatives: an initial challenging and final success case from grocery retailing. **Journal of Information Technology**, v. 24, p. 269-281, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/220220805\\_Implementation\\_of\\_collaborative\\_e-supply-chain\\_initiatives\\_An\\_initial\\_challenging\\_and\\_final\\_success\\_case\\_from\\_grocery\\_retailing](https://www.researchgate.net/publication/220220805_Implementation_of_collaborative_e-supply-chain_initiatives_An_initial_challenging_and_final_success_case_from_grocery_retailing). Acesso em: 11 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1057/jit.2008.11>

PRETORIUS, P. Introducing in-between decision points to TOC's five focusing steps. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 2, p. 496-506, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/263371807\\_Introducing\\_in-between\\_decision\\_points\\_to\\_TOC's\\_five\\_focusing\\_steps](https://www.researchgate.net/publication/263371807_Introducing_in-between_decision_points_to_TOC's_five_focusing_steps). Acesso em: 09 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.836612>

RIBEIRO, C.; PRADO, P. Dentre os riscos da cadeia de suprimentos a ruptura de produtos em gôndola de varejos alimentícios. **Simpoi**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2009. Disponível em: [http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009\\_T00405\\_PCN85796.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00405_PCN85796.pdf). Acesso em: 09 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.15675/gepros.v9i3.1078>

ROMANZINI, Fernanda; RIBEIRO, José Luis Duarte. Uma proposta de planejamento de produção vinculada a margem de lucro dos produtos manufaturados. **Revista Produção Online**, v. 17, n. 1, p. 200-221, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v17i1.2419>

SILVA, Eduardo. **5 Passos para sair na frente quando o assunto é shelf life de alimentos**. Clube do Trade, 21 fev. 2019. Disponível em: <https://clubedotrade.com.br/blog/controlar-shelf-life-de-alimentos/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

SILVA, D.; GARCIA, M. N.; FARAH, O. E. Métodos quantitativos na pesquisa de marketing. In: PIZZINATTO, N. K.; FARAH, O. E. (Org. ). **Pesquisa pura e aplicada em marketing**. São Paulo: Atlas, 2012.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2018.

SOUZA, Fernando Bernardi de; BAPTISTA, Humberto Rossetti. Proposta de avanço para o método Tambor-Pulmão-Corda Simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 735-746, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2010000400008&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2010000400008&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em: 11 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000400008>

WATSON, Kevin J.; BLACKSTONE, John H.; GARDINER, Stanley C. The evolution of a management philosophy: The theory of constraints. **Journal of operations Management**, v. 25, n. 2, 2007. p. 387-402. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.004>

YIN, Robert K. Validity and generalization in future case study evaluations. **Evaluation**, v. 19, n. 3, p. 321-332, 2013. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1356389013497081>. Acesso em: 11 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F1356389013497081>



Artigo recebido 31/05/2019 e aceito para publicação em: 07/06/2020  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v20i2.3664>