

RENATO GAMA BORTOLATTO

Otimização de processo produtivo artesanal por meio da teoria das restrições

GUARATINGUETÁ - SP

2022

Renato Gama Bortolatto

Otimização de processo produtivo artesanal por meio da teoria das restrições

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins

GUARATINGUETÁ - SP

2022

B739o	Bortolatto, Renato Gama Otimização de processo produtivo artesanal por meio da teoria das restrições / Renato Gama Bortolatto – Guaratinguetá, 2022. 38 f. : il. Bibliografia: f. 37-38 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2022. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins 1. Teoria das restrições (Administração). 2. Planejamento dos recursos de manufatura. 3. Administração da produção. I. Título. CDU 658.5
-------	---

Luciana Máximo
Bibliotecária CRB-8/3595

Renato Gama Bortolatto

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO
FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A
OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM ENGENHARIA
MECÂNICA”

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. MARCELO SAMPAIO MARTINS

Orientador/UNESP-FEG

Profa. Me. SOFIA

GLYNIADAKISUNESP-FEG

Prof. Me. ANTONIO FARIA DOS REIS NETO

UNESP-FEG

Março de 2022

DADOS CURRICULARES

NOME: RENATO GAMA BORTOLATTO

NASCIMENTO: 15.03.1991 – São Paulo / SP

FILIAÇÃO: PAI: SERGIO BORTOLATTO

MÃE: MARCIA FERREIRA DA GAMA BORTOLATTO

CURSO (2010/2022):

ENGENHARIA MECÂNICA - BACHARELADO UNIVERSIDADE ESTADUAL
PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

EPIÍGRAFE

“No momento em que se fornecem as respostas para uma pessoa, por conta dessa ação você a impede, de uma vez por todas, de ter a oportunidade delas mesmas criarem essas mesmas respostas.”

Eliyahu M. Goldratt

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de modo especial aos meus colegas perdidos durante o tempo de graduação. Seja por acidente ou destino, suas luzes se extinguiram muito cedo desse mundo, mas suas lembranças irão permanecer em nossos corações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela minha vida, minha inteligência, minha família e meus amigos, ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins que jamais deixou de me incentivar. Sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível.

Aos meus pais Marcia Ferreira da Gama Bortolatto e Sergio Bortolatto, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos.

Dedico também às funcionárias da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar, aos funcionários da Faculdade de Engenharia do Campos de Guaratinguetá pela dedicação e alegria no atendimento.

RESUMO

O uso da Teoria das Restrições (TOC) de Goldratt, provou se grande importância na indústria moderna, identificando e explorando sucessivamente as restrições do sistema através de análise de movimentos pré-determinados e repetidos incessantemente ao longo do dia de trabalho. Porém, quando o mercado exige ou impõe à empresa um cuidado, personalização do produto ou controle de qualidade maior, essas restrições se tornam cada vez mais complexas de serem exploradas. Esse estudo mostra que, apesar da maior complexidade, uma otimização de um processo de manufatura artesanal pode ser feita com o auxílio da TOC, desde que se façam as adaptações necessárias, conseguindo uma melhoria de até 38% no tempo-padrão dos processos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria das Restrições. Goldratt. Tempos e Métodos. Manufatura.

ABSTRACT

The use of Goldratt's Theory of Constraints (TOC) has proven itself to be of great importance in modern industry, successively identifying and exploring the systems constraints through analysis of incessantly repeated and pre-determined movements along the workday. Still, When the market demands or imposes a certain level of care, customization or quality control, these constraints become increasingly more complex to be explored. This paper shows that, despite the higher level of complexity, the optimization of artisanal manufacture through the use of TOC can be possible, as long as the required adaptations are made, achieving up to 38% standard time reduction on the studied processes.

KEYWORDS: Theory of Constraints. Goldratt. Time and Methods. Manufacture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Generalização da Produção do Setor de Padaria	23
Figura 2 - Exemplo de produção de salgado individual	24
Figura 3 - Exemplo de produção de salgado em fita	24
Figura 4 - 5 Passos da TOC	25
Figura 5 - Padronização dos Recheios.....	27
Figura 6 - Comparação entre os dois layouts do setor de padaria	27
Figura 7 - Capacidade Produtiva - Igor	29
Figura 8 - Capacidade produtiva Bento.....	30
Figura 9 - Capacidade Produtiva Igor + Bento	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definição dos índices da teoria das restrições	19
Tabela 2 - Características de um Layout por Processo.....	21
Tabela 3 - Capacidade Produtiva - Igor.....	29
Tabela 4 - Capacidade produtiva Bento.....	30
Tabela 5 - Capacidade Produtiva Igor + Bento	31
Tabela 6 - Resultados Produção TOC	32
Tabela 7 - Modelo de Trabalho Bento.....	34
Tabela 8 - Modelo de Trabalho Igor.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TOC	Theory of Constraints
ABAV	Associação Brasileira de Agências de Viagens

LISTA DE SÍMBOLOS

CPA	Capacidade
Produtiva	Atual CPI
	Capacidade
Produtiva Inata	
FA	Fádiga

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	17
3.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	17
3.3 LAYOUT DE CÉLULAS DE PRODUÇÃO.....	19
3.4 TEMPOS E MÉTODOS.....	21
4. METODOLOGIA	22
4.1 DEFINIÇÃO DOS PROCESSOS.....	22
4.2 TEMPOS E MÉTODOS.....	24
4.4 IDENTIFICAÇÃO DAS RESTRIÇÕES.....	24
4.5 OS 5 PASSOS DA TEORIA DAS RESTRÇÕES.....	25
4.6 OTIMIZAÇÕES EXTRAS.....	25
5. RESULTADOS	27
5.1 PRIMEIRA EXPLORAÇÃO DA RESTRIÇÃO.....	30
5.2 PRODUÇÃO TOC.....	31
5.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE TRABALHO.....	32
6. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS.....	37
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	38

1. INTRODUÇÃO

Em um mundo onde o desenvolvimento tecnológico industrial paulatinamente se acelera, processos de produção artesanal normalmente não seriam a primeira opção ao se pensar em melhoria contínua.

O conceito do termo “melhoria contínua” se trata de um processo, incremental e contínuo, de baixo impacto individualmente, porém significativo quando acumulado. As atividades devem permear a organização inteira e não se restringir apenas aos movimentos da qualidade.

A organização deve melhorar continuamente a adequação, suficiência e eficácia do sistema de gestão da qualidade. Assim, um ambiente controlado, com *feedback* constante e alto volume de produção acaba se tornando uma das primeiras opções ao estudar e implementar melhoria contínua, porém, o mercado não consiste apenas de indústrias automatizadas e, apesar de possuírem um menor volume de produção por unidade de fabricação, as indústrias artesanais também possuem sua parcela do mercado e, em alguns seguimentos, ganhando força em relação à indústria automatizada como, por exemplo, na indústria cervejeira onde segundo Lapolli (Mezzadri, 2018) “Em dez anos, o Brasil foi de 70 para 700 cervejarias. Em 2017, tivemos crescimento na faixa de 35%”.

A escolha de uma empresa por preferir um sistema produtivo artesanal em vez de se automatizar pode vir da natureza do produto, de um padrão de qualidade que exige esse tipo de produção, como na indústria alimentícia cujos órgãos de vigilância sanitária tem como responsabilidade garantir assegurar condições adequadas de qualidade na produção, comercialização e consumo de bens de serviço de acordo com a Lei Nº 10.083 de 23 de setembro de 1998 artigo 2º inciso III (São Paulo, 1998), mas a necessidade de se otimizar o processo ainda existe e pode assegurar a continuidade das atividades da empresa.

A Teoria das Restrições (*Theory of Constraints – TOC*) é definida por seu próprio autor como “as metas e objetivos, assim como o estado de seu progresso de melhoria” (Cox & Schleir Jr, 1998). Primeiramente desenvolvida pelo físico israelita Eliyahu M. Goldratt consiste em toda uma metodologia de gestão que visa o aumento de rendimento em um processo a partir da identificação de seus pontos limitantes e, posteriormente, da quebra de seus limites de maneira cíclica até que o processo consiga atingir sua máxima capacidade (Goldratt & Cox, 1990). Com essa premissa é possível ter uma ideia de como a melhoria contínua pode ser aplicada em uma indústria artesanal.

O estudo desenvolvido através deste trabalho foi feito com estudo de caso em uma indústria alimentícia de *catering* corporativo localizada na zona Oeste da cidade de São Paulo, onde foi utilizado a Teoria das Restrições para implementação da melhoria contínua nos processos. Empresa esta que está a mais de 10 anos no mercado alimentício confeccionando refeições direcionadas a eventos corporativos para o mais variado leque de empresas, desde uma simples reunião em uma empresa regional à apresentação de uma multinacional, o que demanda um controle de qualidade especial, de modo a atingir as expectativas de seus clientes. A escolha do processo de produção artesanal provém exatamente deste controle de qualidade, pois é onde se encontra o diferencial do produto em relação aos seus concorrentes, todavia também implica em um maior custo de fabricação, seja este custo baseado em material

bruto ou mão-de-obra.

O motivo principal da escolha de uma indústria alimentícia para tal análise vem da exigência de um desse controle qualidade mais exigente ser comum, não só por parte do gosto pessoal dos clientes, mas também por uma série de demandas da Vigilância Sanitária que devem ser cumpridas para que se assegure a segurança e o bem-estar do consumidor.

Ao mesmo tempo, todo o estudo foi realizado com acompanhamento da Nutricionista responsável técnica pelos processos para se assegurar que, tanto a coleta de dados quando a implementação de melhorias, seja feita de acordo com as exigências da Vigilância Sanitária. Do mesmo modo, todas as melhorias foram feitas de modo a se obter um aumento de rendimento sem a necessidade de automatização.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho está em mostrar que é possível desenvolver melhorias em um processo produtivo artesanal, por meio do uso da TOC de modo a otimizar os gargalos(restrições) do sistema. Tais aferições serão feitas com o auxílio do estudo de Tempos e Métodos para que possam ser replicadas em outras empresas do mesmo ramo com pouca ou nenhuma automatização de modo a mostrar que é possível elevar o rendimento da produção quando não se há a possibilidade, ou ela possui baixa viabilidade, de automatizar.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

“Há um punhado de homens que conseguem enriquecer simplesmente por que prestam atenção aos pormenores que a maioria despreza.” (Ford, Henry). Uma economia em crise, ao mesmo tempo em que fecha muitas portas, abre espaço para novos empreendedores, assim como novas ideias, que podem fazer com que empresas de menor porte ganhem competitividade frente a grandes empresas ou até mesmo que mercados novos sejam explorados como uma alternativa de crescimento. Dessa maneira, o uso da produção artesanal surge como uma ferramenta importante nesse contexto, como podemos ver em sua definição:

A produção artesanal refere-se a produtos produzidos por artesãos, com trabalho totalmente manual ou com o auxílio de ferramentas manuais e/ou mecânicas, mas a premissa é que a operação manual direta pelo artesão é a parte mais importante do produto acabado (Verakis).

O cenário do uso de produção artesanal como alternativa em crises econômicas se mostrou uma solução viável visto as dificuldades impostas pela pandemia de COVID-19. Segundo matéria publicada na Gazeta do Povo em 2021, cerca de 15,9% das empresas abertas no ano anterior são das áreas alimentícia ou de confecção em geral (setores que historicamente possuem grande número de novas empresas com produção artesanal), o que mostra a produção artesanal como uma das principais alternativas em momentos de instabilidade financeira, seja pessoal ou em um ambiente macro como o mercado brasileiro.

A empresa, cujos processos foram analisados neste estudo, especializa-se no ramo de *corporate catering* atendendo as necessidades de empresas em eventos, almoços e *coffee breaks*; sendo assim, sua demanda está diretamente atrelada com a saúde financeira destas empresas e seu desenvolvimento econômico. Tendo em vista este cenário, devemos também analisar o mercado de *business travel* que fechou o ano de 2017 com aumento de 9,9% no número de viagens domésticas (ABAV), indicando potencial de expansão que acompanhava a retomada da economia nacional.

3.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

O estudo realizado nesse trabalho foi feito com base na TOC em 1984 com a obra “A Meta” (*The Goal*) onde a teoria é contextualizada em um conto:

“A Teoria das Restrições (TOC) é uma abordagem sistemática que foca ativamente a gestão das restrições que impedem o avanço da empresa em direção à sua meta de maximizar seu valor adicionado total ou suas vendas menos descontos e custos variáveis” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, p 212).

A primeira análise foi feita através de três indicadores de desempenho, indicadores estes que determinam se o processo está indo em direção à meta ou não, que analisam a influência do processo como um todo na empresa, ao invés de avaliar pontualmente, como pode ser visto por suas definições.

Tabela 1 - Definição dos índices da teoria das restrições

ÍNDICE	DESCRIÇÃO
Ganho	É o índice pelo qual o sistema gera dinheiro através das vendas.
Inventário	Todo o dinheiro que o sistema investiu na compra de coisas que ele pretende vender, seja matéria prima, equipamentos, patentes, geração de energia etc.
Despesa Operacional	Dinheiro gasto pelo sistema para transformar o inventário em ganho, o que inclui a mão-de-obra, custo de operação, transporte.

Fonte: Adaptado de Goldratt; Cox (2010).

A variação desses índices está atrelada ao desempenho/rendimento dos gargalos encontrados nos processos produtivos. Um gargalo é definido por GOLDRATT e COX (2010) como sendo qualquer coisa que impeça o sistema de melhorar seu desempenho em relação à meta definida, visto que restringe a atuação do sistema como um todo. A partir desta definição foram criados pressupostos que deveriam ser seguidos para otimizar os índices de desempenho

do sistema:

- Deve-se equilibrar o fluxo do produto através da fábrica com a demanda do mercado.
- O nível de utilização de um não gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial, mas sim por alguma outra restrição do sistema.
- A ativação de um recurso e a utilização de um recurso não são sinônimos.
- Uma hora perdida em um gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro.
- Uma hora salva em um não gargalo é uma miragem.
- Os gargalos governam tanto o ganho quanto o inventário.
- O lote de transferência não precisa ser do mesmo tamanho do lote de processo.
- O tamanho do lote de processo deve ser variável, e não fixo.
- A programação da produção deve ser estabelecida observando-se todas as restrições simultaneamente.

3.3 LAYOUT DE CÉLULAS DE PRODUÇÃO

Para se assegurar um fluxo constante de produto pela empresa, assim como diminuir a quantidade de movimentação desnecessária no processo, um layout apropriado para o tipo de produção é essencial. A alteração de um layout pode afetar a produção de diversas maneiras, como apresentado por KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA (2017):

- Aumentando a satisfação do cliente e as vendas em uma loja de varejo;
- Facilitando o fluxo de materiais e informações;
- Aumentando a utilização eficiente de trabalho e equipamento;
- Reduzindo risco para os trabalhadores;
- Aumentando o ânimo dos funcionários;
- Melhorando a comunicação;

Dentre os diferentes tipos de layout de produção encontrados, destaca-se, para a utilização em processos de baixo volume e considerável personalização, o layout por processos. No layout por processos, as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação, dominam a decisão sobre o arranjo físico (adaptado SLACK 2002) onde, no caso dos processos produtivos artesanais, o principal recurso transformador é o próprio colaborador da empresa, gerando a necessidade de se desenvolver um layout pensado em torno de suas necessidades de movimentação na célula produtiva.

Tabela 2 - Características de um Layout por Processo

CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
Recursos de emprego geral	Os recursos em um layout de processos precisam ter a capacidade de produzir muitos produtos diferentes.
Instalações menos intensivas em capital	Os layouts de processo têm menos automação, a qual geralmente é destinada à produção de um único produto.
Instalações intensivas em mão-de-obra	Os layouts de processos geralmente dependem de trabalhadores mais qualificados que podem desempenhar diferentes funções.
Maior flexibilidade dos recursos	Os layouts de processos precisam ter a capacidade de adicionar ou eliminar facilmente itens da sua linha de produtos, dependendo das demandas do mercado.
Taxas de processamento menores	Os layouts de processos possuem muitos itens diferentes e existe maior movimentação entre as estações de trabalho. Em consequência, a produção de um item tona-se mais demorada.
Maiores custos de manuseio de materiais	Custa mais caro deslocar produtos de um processo para o outro.
Maior dificuldade na programação dos recursos	A programação dos equipamentos e das máquinas é especialmente importante nesse ambiente. Se não for feita adequadamente, podem se formar longas filas de espera em frente de alguns centros de trabalho enquanto outros permanecem ociosos.
Maior requisito de espaço	Esse tipo de layout necessita de mais espaço devido às maiores necessidades de armazenagem de estoque.

Fonte: Adaptado de Reid; Sanders (2010).

3.4 TEMPOS E MÉTODOS

O estudo de tempos e métodos é de suma importância para a avaliação dos meios produtivos. Para Chiavenato (2004), a partir da análise dos ensinamentos de Frederick Taylor, a administração deve ser responsável pelo planejamento e método de trabalho do operário além de sua supervisão, enquanto o operário apenas executa o trabalho, podendo assim ser estabelecido, racionalmente, o método ou processo mais eficiente.

Os movimentos inúteis são eliminados enquanto os movimentos úteis são simplificados, racionalizados ou fundidos com outros movimentos para proporcionar economia de tempo ao operário (CHIAVENATO, 2004). Essa padronização de movimentos gera dados importantes para a análise do trabalho como explanado por Nigel, Slack (2002):

- Estabelecer padrões para os programas de produção, a fim de permitir o planejamento da fábrica, utilizando com eficácia os recursos disponíveis.
- Fornecer os dados para a determinação dos custos padrões, visando ao levantamento de custos de fabricação, definição de orçamentos e estimativa do custo de um produto novo.
- Prover fundamentos para o estudo de balanceamento de estruturas de produção, comparar roteiros de fabricação e analisar o planejamento de capacidade.

Chiavenato (2004) também enumera as vantagens da racionalização do método de trabalho:

- Elimina o desperdício de esforço humano e de movimento inúteis.
- Racionaliza a seleção dos operários e sua adaptação ao trabalho.
- Facilita o treinamento dos operários e melhora a eficiência e rendimento da produção pela especialização das atividades
- Distribui uniformemente o trabalho e evita períodos de falta ou excesso de trabalho.
- Define métodos e estabelece normas para a execução do trabalho.
- Estabelece uma base uniforme para salários equitativos e prêmios de produção.

4. METODOLOGIA

4.1 DEFINIÇÃO DOS PROCESSOS

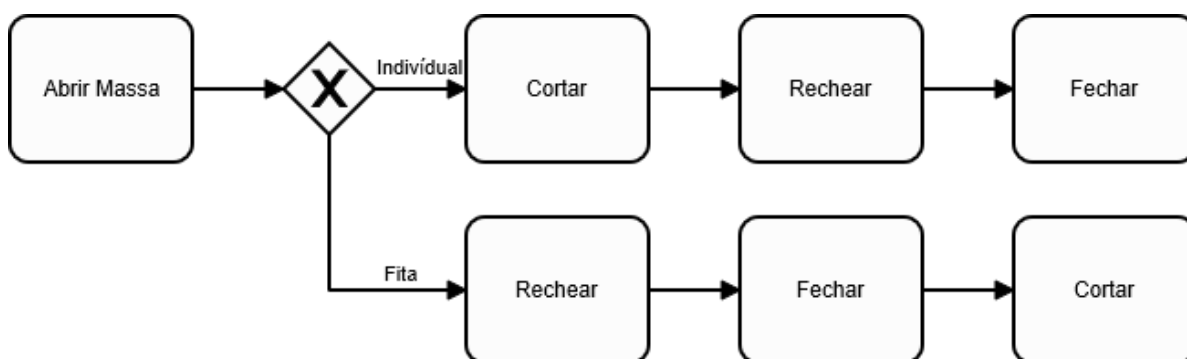
Para o estudo realizado neste trabalho, o sistema produtivo do setor de padaria da empresa analisada foi avaliado com base no tipo de procedimento empregado na confecção dos produtos e, a partir desta análise, foi verificado que existia uma quantidade considerável de produtos com o mesmo procedimento de confecção, como visto na Figura 1, podendo assim ser aplicável o uso do estudo de tempos e métodos com maior facilidade.

Os produtos avaliados foram as massas recheadas (doces ou salgadas), cujo procedimento se resumia em:

- Produção da Massa
- Recheio da Massa
- Desenho da Massa
- Fechamento da Massa
- Finalização

As diferenças encontradas de um produto para o outro estavam no tipo de recheio utilizado, se o produto era recheado de maneira individual ou em lote (fita) como podemos ver nas Figuras 2 e 3, e no desenho de tal massa. Assim, otimização de qualquer um destes processos influenciaria diretamente nos outros, além disso, como a produção não possui uma ordem de serviço padrão, ou seja, dependia do produto contratado pelo cliente, a generalização dos processos auxilia na padronização da produção como um todo.

Figura 1 - Generalização da Produção do Setor de Padaria



Fonte: Próprio autor.

Figura 2 - Exemplo de produção de salgado individual



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 3 - Exemplo de produção de salgado em fita



Fonte: Próprio Autor (2018).

4.2 TEMPOS E MÉTODOS

A partir desta generalização, iniciou-se a coleta de dados para se determinar os tempos-padrão para cada um dos funcionários em cada um dos processos. Tal coleta foi realizada adaptando-se os parâmetros de modo a respeitar as diferenças entre uma produção de manufatura com uma produção automatizada, visto que a força de trabalho humana não possui a mesma previsibilidade e consistência de um maquinário automatizado.

Também deve-se levar em consideração que, para garantir uma maior precisão, foi necessário que a coleta fosse feita sempre no período matutino, mitigando assim os efeitos da fadiga (física e mental) na capacidade produtiva dos funcionários. Vale salientar também a diferença em experiência entre os funcionários, o que impede a comparação entre os mesmos visto que seria o equivalente a comparar dois modelos diferentes de maquinário que realizam tarefas iguais.

4.4 IDENTIFICAÇÃO DAS RESTRIÇÕES

Com a definição dos parâmetros a serem analisados completa, iniciou-se a identificação dos gargalos avaliando a capacidade produtiva de cada um dos funcionários para os diferentes procedimentos e comparando, o que levou o estudo a focar na produção de massas individuais pois o processamento em fita impedia a quebra do processo de “Recheio” em ciclos de 10 peças já que o lote todo era processado em uma única operação.

A partir da identificação dos gargalos, utilizou-se os 5 passos da TOC, em conjunto com seus pressupostos, para se avaliar e otimizar a produção.

Figura 4 - 5 Passos da TOC



Fonte: Adaptado de Goldratt; Cox (2010).

A análise feita revelou como principal restrição os fechamentos das massas, o processamento influenciado pela experiência do funcionário.

4.5 OS 5 PASSOS DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A exploração dos gargalos foi iniciada com decisão que os dois funcionários do setor passariam a realizar a operação de “fechar” simultaneamente, de modo a testar o comportamento da produção aumentando o número de celas produtivas num mesmo processo. Logo percebeu-se um aumento no número de distrações entre os dois funcionários, o que gerava mais pontos fora da curva e que, de acordo com BARNES (adaptado 1977), deve ser levado em consideração na determinação do tempo-padrão por serem momentos reservados para as necessidades pessoais dentro do controle dos funcionários.

Com a primeira exploração da restrição se mostrando um fracasso, optou-se que os funcionários executariam operações sequenciais ao invés de operações simultâneas. Exemplo: Enquanto um funcionário recheava os salgados de produção individual, o outro realizava a operação seguinte do processo, que seria o fechamento dos salgados. A medida foi tomada levando em conta o aumento no número de distrações quando os dois funcionários realizavam a mesma tarefa, assim como um aumento de tempo ocioso quando se esperava um processo terminar para se iniciar o próximo.

4.6 OTIMIZAÇÕES EXTRAS

Em paralelo, foi padronizada a quantidade de recheio nos salgados para se evitar desperdícios, retrabalho (na preparação de mais recheio) além de garantir um melhor controle de qualidade dos produtos.

Figura 5 - Padronização dos Recheios

Padronização dos Recheios					
Quantidade de Salgados	Quantidade de Recheio	Unidade		Quantidade Recheio	Unidade(2)
50	550	g		0,55	Kg
100	1100	g		1,1	Kg
150	1650	g		1,65	Kg
200	2200	g		2,2	Kg
250	2750	g		2,75	Kg
300	3300	g		3,3	Kg
350	3850	g		3,85	Kg
400	4400	g		4,4	Kg
450	4950	g		4,95	Kg
500	5500	g		5,5	Kg
550	6050	g		6,05	Kg
600	6600	g		6,6	Kg
650	7150	g		7,15	Kg
700	7700	g		7,7	Kg
750	8250	g		8,25	Kg
800	8800	g		8,8	Kg
850	9350	g		9,35	Kg
900	9900	g		9,9	Kg
950	10450	g		10,45	Kg
1000	11000	g		11	Kg

Fonte: Próprio Autor (2018).

A mudança da empresa para um galpão com maior disponibilidade espacial, durante a realização do estudo, permitiu uma mudança no *layout* do setor, ampliando o espaço e evitando dificuldades na movimentação de funcionários pelo chão de fábrica, além de reduzir a necessidade que funcionários, de outros setores, transitem desnecessariamente pela padaria, permitindo, assim, um melhor acesso aos equipamentos e, conseqüentemente, uma redução no número de movimentações improdutivas.

Figura 6 - Comparação entre os dois layouts do setor de padaria



Fonte: Próprio Autor (2018).

Dessa maneira conseguimos garantir um ambiente ainda mais controlado, aumentando assim a confiabilidade da pesquisa devido ao menor número de interferências no estudo.

5. RESULTADOS

Na análise inicial dos dados, foi possível identificar fatores já apontados por BARNES (1977), como o acúmulo de fadiga, seja ela de origem física, mental ou uma reflexão de acontecimentos da vida pessoal do funcionário.

Levando em consideração tais fatores, podemos assumir que a capacidade produtiva atual (CPA) do funcionário será uma função que correlaciona sua capacidade produtiva inata (CPI) ajustada com o teor de fadiga atual (FA) cujas influências foram citadas acima, ou seja:

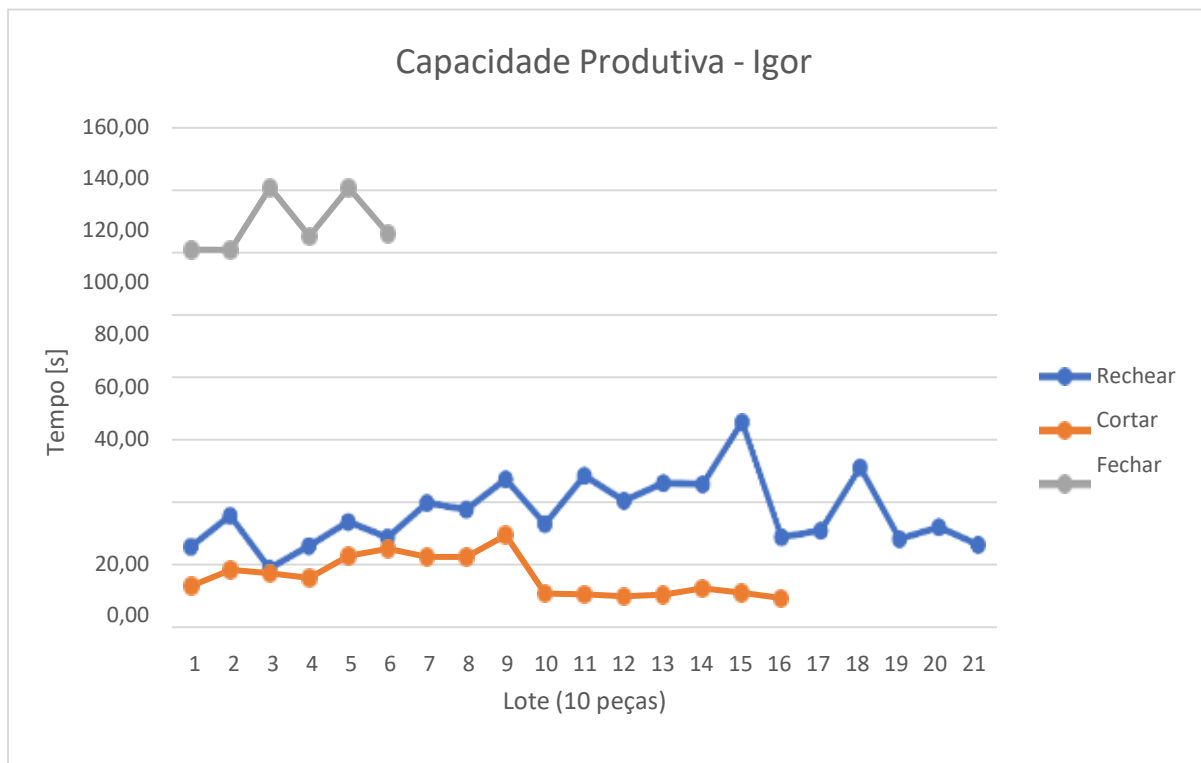
$$CPA(FA) = CPI * FA$$

Dado o cenário desenhado, podemos inferir que, salvo o acontecimento de um acidente de maior gravidade ou a contração de uma doença, o fator físico tende se manter uma constante visto que tais funcionários já estavam acostumados com a rotina de trabalho; o fator mental pode ser desprezado pois, de acordo com BARNES(1977), “a fadiga tem consequências tão pequenas em alguns tipos de trabalho que nenhuma tolerância é realmente necessária” o que, em conjunto com a redução do espaço amostral para um mais controlado (produção de massas individuais), nos permite levantar a hipótese de que a CPA do funcionário é mais afetada por fatores externos, como distrações, do que pelo acúmulo de fadiga ao longo processo. O que não indica que este acúmulo possa ser desprezado ao final do turno de serviço, mas terá pouca, ou nenhuma influência em nosso estudo.

$$CPA \approx CPI$$

A hipótese de inalteração da capacidade de produção dos funcionários ao longo da produção de massas individuais nos permite definir o tempo-padrão, de produção para um funcionário, como a média aritmética das tomadas de tempo em cada ciclo e o desvio padrão como sendo a influência dos fatores externos (distrações) na cadeia produtiva.

Figura 7 - Capacidade Produtiva - Igor

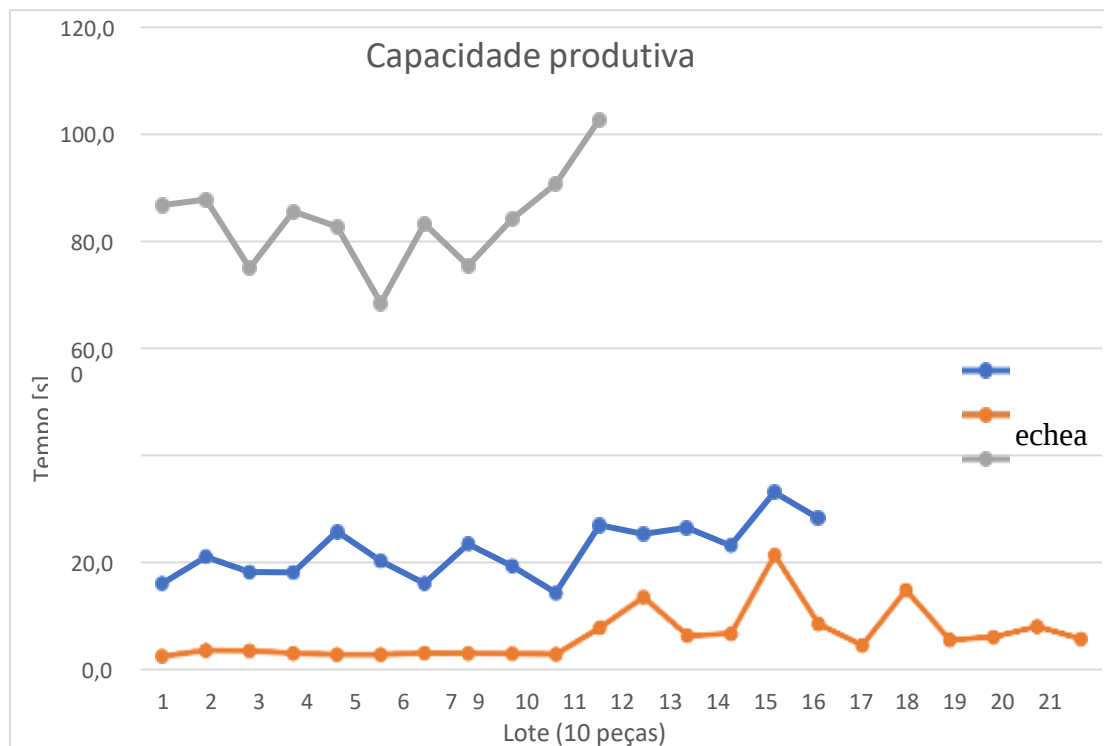


Fonte: Próprio Autor.

Tabela 3 - Capacidade Produtiva - Igor

Igor	Rechear	Cortar	Fechar	Total
Tempo Normal [s]	36,75	16,32	129,12	182,20
Desvio Padrão	11,03	6,42	9,28	

Fonte: Próprio Autor.

Figura 8 – Capacidade Produtiva Bento

Fonte: Próprio autor.

Tabela 4 - Capacidade produtiva Bento

Bento	Recheiar	Cortar	Fechar	Total
Tempo Normal [s]	22,24	6,42	83,88	112,55
Desvio Padrão	5,20	4,70	9,07	

Fonte: Próprio Autor.

Coleta de dados confirmou algumas informações já esperadas tanto em relação às características dos funcionários quanto em relação às restrições do processo produtivo.

Características dos funcionários:

- O funcionário mais experiente consegue realizar as operações em menor tempo médio;
- O funcionário menos experiente se distrai com maior facilidade.

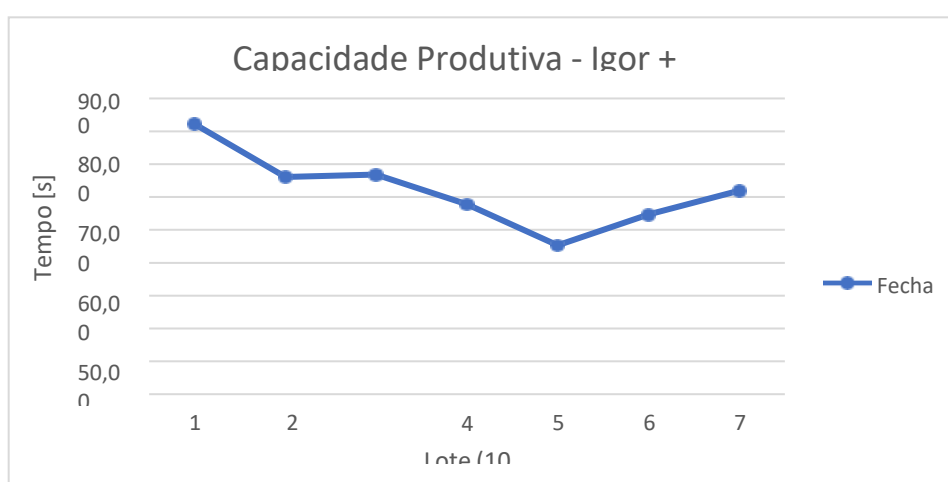
Características do processo:

- A restrição principal está na ação “fechar”;
- A ação possui grande influência no tempo total de produção do produto.

5.1 PRIMEIRA EXPLORAÇÃO DA RESTRIÇÃO

Como primeira tentativa de explorar a restrição, optou-se por avaliar o comportamento do processo quando os dois funcionários agiam como uma única célula produtiva.

Figura 9 - Capacidade Produtiva Igor + Bento



Fonte: Próprio Autor.

Tabela 5 - Capacidade Produtiva Igor + Bento

Igor+ Bento	Fechar
Tempo [s]	62,11
Desvio Padrão	11,53

Fonte: Próprio Autor.

O resultado dessa iteração se mostrou promissor inicialmente, visto que o tempo-padrão havia diminuído em relação ao tempo do funcionário menos experiente, o que possibilitaria a manutenção do mesmo na tarefa enquanto o funcionário mais experiente iria impulsionar a capacidade de produção geral sempre que estivesse disponível para tal.

Num segundo momento, uma análise mais aprofundada, revelou que esse aumento de capacidade de produção vinha com um preço alto, um aumento significativo do desvio padrão da amostra. Tal configuração proporciona uma maior acessibilidade ao companheiro de setor, resultando em distrações mais constantes que fazem com que a capacidade produtiva oscile

mais que o normal.

A primeira tentativa de exploração da restrição se mostrou ineficaz, pois estaríamos sacrificando estabilidade, e consequentemente controle, da produção em troca de um leve aumento da capacidade de produção. Assim, era necessário que a exploração dessa restrição fosse feita de outra maneira.

5.2 PRODUÇÃO TOC

A partir desta linha de raciocínio, a linha de produção foi remodelada de modo a tornar a produção mais dinâmica, evitando assim a ocorrência de distrações e ociosidade dos funcionários durante a produção. Para isso, os funcionários necessitavam realizar ações sequenciais no processo produtivo, além de limitar o lote de transferência processado, a metade do total, ao chegarem na etapa “fechar” de modo a não ficarem um longo período nessa operação.

Assim, o funcionário estaria sempre adiantando a etapa seguinte, ou iniciando setup do próximo produto, reduzindo assim as distrações e ociosidade, visto que o funcionário não esperava mais o fim de todo o processo produtivo de um produto para iniciar o setup do produto seguinte.

A mudança da empresa para um galpão maior também auxiliou na redução das distrações devido ao fato dos funcionários de outros setores não mais transitarem pela padaria para cumprirem suas tarefas. Em adição, foi implementada uma padronização na quantidade de recheio de cada massa pois toda produção acabava requerindo mais 100 segundos (em média) de retrabalho para que todos os produtos possam passar pelo controle de qualidade.

Com essas mudanças, foi possível criar um ambiente ainda mais controlado que gerou o seguinte resultado.

Tabela 6 - Resultados Produção TOC

Igor	Rechear	Cortar	Fechar	Total
Tempo Normal [s]	-	4,48	104,08	135,62
Desvio Padrão	-	1,53	22,98	
Bento	Rechear	Cortar	Fechar	Total
Tempo Normal [s]	27,05	-	53,29	84,83
Desvio Padrão	8,02	-	11,78	

Fonte: Próprio autor.

Essa segunda iteração já apresentou resultados iniciais mais promissores, pois houve uma redução significativa no tempo total de produção para ambos os funcionários, mas ainda e foi encontrado um aumento no desvio padrão no processo “fechar”.

Também foi possível observar que o retrabalho havia deixado de se tornar um problema, visto que não houve recorrência até o final do estudo, bastando apenas realizar o comparativo com o modo de produção tradicional da empresa dentro do novo ambiente controlado (galpão novo e sem retrabalho) para sabermos se houve ou não otimização do processo

5.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE TRABALHO

De modo a avaliar, se o novo modelo efetivamente apresentava uma otimização em relação modelo passado, ainda era necessário avaliar se o modelo tradicional de produção da empresa seria afetado em grande escala pela padronização dos recheios e pela redução do trânsito de outros funcionários no setor pois, segundo os padrões anteriores, seria avaliada a otimização global e não dos processos produtivos.

Também deve-se levar em consideração que os funcionários não mais realizavam todas as tarefas portanto, a comparação deve ser feita levando em consideração o tempo total de produção dos 3 processos e as atividades que se mantiveram sendo realizadas pelo funcionário. A comparação do tempo total apenas é possível devido ao fato de um funcionário utilizar a massa, trabalhada por outro no processo anterior, para concluir o produto.

É de grande importância também, salientar que ocorreu a demissão de um dos funcionários, o que impediu a comparação do mesmo com os funcionários avaliados nesse trabalho.

Tabela 7 - Modelo de Trabalho Bento

Nome do Funcionário:	Bento			
Tipo de massa:	Individual			
Peças por ciclo:	10			
Experiência:	5 anos			
Tomada de tempo [s]				
	Tradicional		TOC	
Ciclo	Cortar	Fechar	Cortar TOC	Fechar TOC
1	2,62	68,43	3,48	44,46
2	3,69	83,28	3,48	64,1
3	3,63	75,45	4,72	58,5
4	3,15	84,14	4,72	51,77
5	2,96	112,25	3,05	50,6
6	2,96	90,77	3,05	44,72
7	3,21	102,78	4,39	48,87
8	3,18	86,73	4,39	46,32
9	3,12	87,81	5,66	47,59
10	3,00	74,96	5,66	42,36
11	8,6	85,59	3,61	56,71
12	4,66	82,75	3,09	40,87
13	14,85		3,12	46,81
14	5,64		3,12	36,38
15	6,17		8,67	48,06
16	8,14		6,12	44,47
17	5,83		5,90	42,23
18				42,63
19				49,92
20				70,87
21				69,64
22				63,03
23				77,36
24				73,21
25				70,89
Tempo-padrão	5,02	86,25	4,48	53,29
Desvio médio []	2,25	8,19	1,18	9,97

Fonte: Próprio autor.

Tabela 8 - Modelo de Trabalho Igor

Nome do Funcionário:	Igor			
Tipo de massa:	Individual			
Tomada de tempo [s]				
	Tradicional		TOC	
Ciclo	Rechear	Fechar	Rechear TOC	Fechar TOC
1	25,85	120,93	22,27	81,44
2	35,75	120,87	17,14	102,83
3	18,86	140,86	27,16	86,99
4	26,09	125,30	24,34	73,73
5	33,80	140,69	19,1	105,92
6	28,78	126,09	22,17	124,86
7	39,76		43,95	85,33
8	37,69		45,72	106,37
9	47,46		26,58	86,26
10	33,08		19,6	132,04
11	48,56		22,53	113,25
12	40,50		25,8	149,99
13	46,15		28,92	
14	45,81		30,77	
15	65,71		31,32	
16	28,88		25,44	
17	31,03			
18	51,24			
19	28,3			
20	32,06			
21	26,38			
Tempo-padrão	36,75	129,12	27,05	104,08
Desvio médio []	8,77	7,77	5,69	17,99

Fonte: Próprio autor.

Assim como esperado, a comparação apontou uma otimização da cadeia de produção onde podemos enxergar uma redução de cerca de 19% no processo de “fechar” para o funcionário Igor e 38% para o funcionário Bento no mesmo processo. O mesmo efeito também foi observado para as outras 2 operações, com uma redução de 26% no processo “recheiar” e 11% no processo “cortar”, o que resulta em uma redução total do tempo de produção, assim como esperado.

Um fato que chama atenção, é o de ter sido identificado um aumento significativo no desvio padrão do processo “fechar”, único processo que apresentou tal resultado, mesmo com uma redução do tempo-padrão. Tal fenômeno pode ser explicado devido ao baixo tempo desde a implementação da TOC na cadeia produtiva, quando comparado com ao processo tradicional que era utilizado anteriormente, indicando assim que o processo ainda possui espaço para ser otimizado.

6. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados demonstram que é possível adaptar a Teoria das Restrições de Goldratt para um contexto de manufatura, desde que seja feito um controle adequado das condições do ambiente de trabalho. O conhecimento das capacidades e relações interpessoais dos funcionários é essencial para se explorar as restrições pois apenas assim será possível determinar uma estratégia que traga retornos positivos.

O estudo também revelou a importância da padronização dos processos para que se possa explorar as restrições com maior precisão, padronização essa que foi implementada ao longo do estudo e, portanto, não se possuía dados suficientes para se averiguar a frequência com que a otimização ocorria.

Independente das restrições impostas, pela falta de informação da empresa e falta de autorização para mudanças mais radicais, é inegável a existência de uma otimização no processo produtivo.

Pode-se observar redução no tempo-padrão, em todos os processos e funcionários, além da incorporação do tempo de setup, como um processo que ocorre em paralelo ao invés de iniciar a produção, e a redução significativa do retrabalho, reduzindo custos operacionais sem a necessidade de aquisição de mais inventário (maquinário) ou a contratação temporária de staff para conseguir suprir a demanda do mercado, prática essa que é comum na empresa.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de tempos e métodos**: projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977. 313p.

BARNES, R. M. **Estudo de tempos e métodos**: projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977. 456p.

COX, J. F.; SCHLEIER JÚNIOR, J. G. **Handbook da teoria das restrições**. Nova York: McGraw Hill, 2010.

EMPREENDEDORISMO por necessidade puxa recorde na abertura de empresas em 2020. **Gazeta do Povo**. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/breves/empreendedorismo-por-necessidade-puxa-recorde-na-abertura-de-empresas-em-2020/>. Acesso em: 24 jan. 2022.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. 11. ed. São Paulo. 2017. 212 p.

MEZZADRI, A. J. Pesquisa aponta quem mais bebe cerveja artesanal no Brasil. **Forbes**, 2018. Disponível em: <https://forbes.com.br/negocios/2018/05/pesquisa-aponta-quem-mais-bebe-cerveja-artesanal-no-brasil/>. Acesso em: 22 maio 2019.

PRODUÇÃO em escala artesanal x industrial. **Verakis**. Disponível em: <https://verakis.com/producao-em-escala-artesanal-x-industrial/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

REID, R. D.; SANDERS, N. R. **Gestão de operação**. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 261p.

SÃO PAULO. Lei nº 10.083, de 23 de setembro de 1998: dispõe sobre o Código Sanitário do Estado. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, v. 108, n. 182, p. 1-24, set. 1998.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARNES, R. M. **Estudo de tempos e métodos**: projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

COX III, J.F.; SCHLEIER JÚNIOR, J. G. **Handbook da teoria das restrições**. Nova York: McGraw Hill, 2010.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. F. **A meta**. 4. ed. São Paulo: Educator, 2010.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

REID, R. D.; SANDERS, N. R. **Gestão de operação**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.