

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS PARA AVICULTURA

Fernando Simão de Luca¹

Cleber Lourenço Izidoro²

Resumo: No trabalho, foram aplicados os princípios do TOC na célula de aplicação de PU (poliuretano), para vedação de vigas de estrutura do aviário. Possui como objetivo, aumento da capacidade produtiva na linha de aplicação de PU e melhor manutenção da operação em um único turno, produzindo um aviário por dia. Foram identificadas duas restrições de recurso da célula que não atendem o tempo *Takt* da operação. Com base nos princípios da Teoria das Restrições (TOC), serão demonstrados como foi criado um pulmão para absorver a diferença de tempo de processo de cada etapa, e alterado o processo restritivo do dispositivo de aplicação de PU. O pulmão foi aplicado na linha, promovendo a eliminação do tempo de cura da tinta galvânica do fluxo de processo e a redução do tempo de operação da célula robótica, aproximadamente 70% de eficiência.

Palavras-Chave: Teoria das restrições, Gargalo, Produção, Célula Robótica.

1 INTRODUÇÃO

Com processos produtivos cada vez mais exigentes e demandas cada vez maiores, as empresas têm sido obrigadas a reformular as suas formas de processos produtivos. A importância de gerenciar as perdas de processo, os ganhos de produtividade e as melhorias simples que geram grandes oportunidades são requisitos indispensáveis na forma de trabalho da indústria atual. Desta forma, é necessário desenvolver novas maneiras de gerir os recursos, de modo a oferecer melhores produtos, em menor tempo e com menor preço, para, conseqüentemente, obter maiores lucros. A teoria das restrições é mais do que um gerenciamento da produção, tendo uma aplicação mais profunda na produção e processo, verificando tanto restrições internas quanto externas da organização.

Na década de 1980, conduzido por seu desejo de conhecer e solucionar os problemas das instituições, o físico israelense Eliyahu M. Goldratt desenvolveu um

¹ Graduando em Tecnólogo em Automação Industrial.. E-mail: fernando.deluca@hotmail.com.br

² Professor do Cento Universitário UniSATC. E-mail: cleber.izidoro@satc.edu.br

método científico para lidar com o que chamou de “restrições” de uma organização. As metas da empresa, segundo Goldratt (1994), são aumentar a geração de dinheiro hoje e no futuro, aumentar a satisfação dos clientes hoje e no futuro e aumentar a satisfação dos empregados hoje e no futuro.

A metodologia de Goldratt (1994) baseia-se na ideia de que, para alcançar seus objetivos, a empresa precisa identificar o que a restringe de alcançá-los e, então, focar o máximo de recursos possíveis para administrar adequadamente essa restrição.

Na medida em que a concorrência se torna mais acirrada, os clientes se tornam cada vez mais exigentes com relação à sua experiência com as empresas, o que, muitas vezes, se traduz em uma exigência por prazos de entrega cada vez menores. Dentre outras coisas, a redução de prazos de entrega implica em redução dos *lead times* e *setups* de produção e na redução do tempo de resposta de projetos de desenvolvimento.

Reduzir tempos de produção é uma atividade complexa e geralmente envolve um estudo minucioso do processo produtivo, sendo necessário monitorá-lo e medi-lo, de forma a obter dados que, analisados corretamente, podem gerar planos de ação para a implementação de melhorias. Além de mensurar essas operações, é de grande relevância estabelecer o público alvo e as demandas solicitadas, equilibrando de forma eficaz com a produção na indústria e determinando com clareza os objetivos a serem atingidos.

O presente artigo aplica a abordagem sugerida pela teoria das restrições (TOC, do inglês *Theory of Constraints*) a célula de aplicação de poliuretano (PU), em uma indústria de equipamentos para avicultura. A meta deste estudo é atender a meta diária de produção de 58 vigas estruturais/dia, com base em dados reais de produção, utilizando o método da TOC.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A TOC teve início no final da década de 70, quando o físico israelense, Eliyahu Moshe Goldratt, foi convidado a auxiliar no gerenciamento de uma empresa. Goldratt sem nenhum conhecimento de administração, porém com base nos processos de raciocínio aplicado à física, aceitou o desafio de tentar melhorar o desempenho daquela organização (NORREEN et al, 1996).

Percebendo que a causa do déficit inicial daquela empresa era a logística interna de produção e que os métodos utilizados até então para gerenciá-la não apresentavam nenhum sentido lógico, Eliyahu Moshe Goldratt elaborou e aplicou o seu método de administração da produção (NORREEN et al, 1996). Após obter sucesso ao empregar o seu método, outras empresas se interessaram e, assim, Goldratt decidiu se dedicar a difundir a TOC, obtendo êxito ao aplicar os seus princípios nos mais diversos campos de gestão.

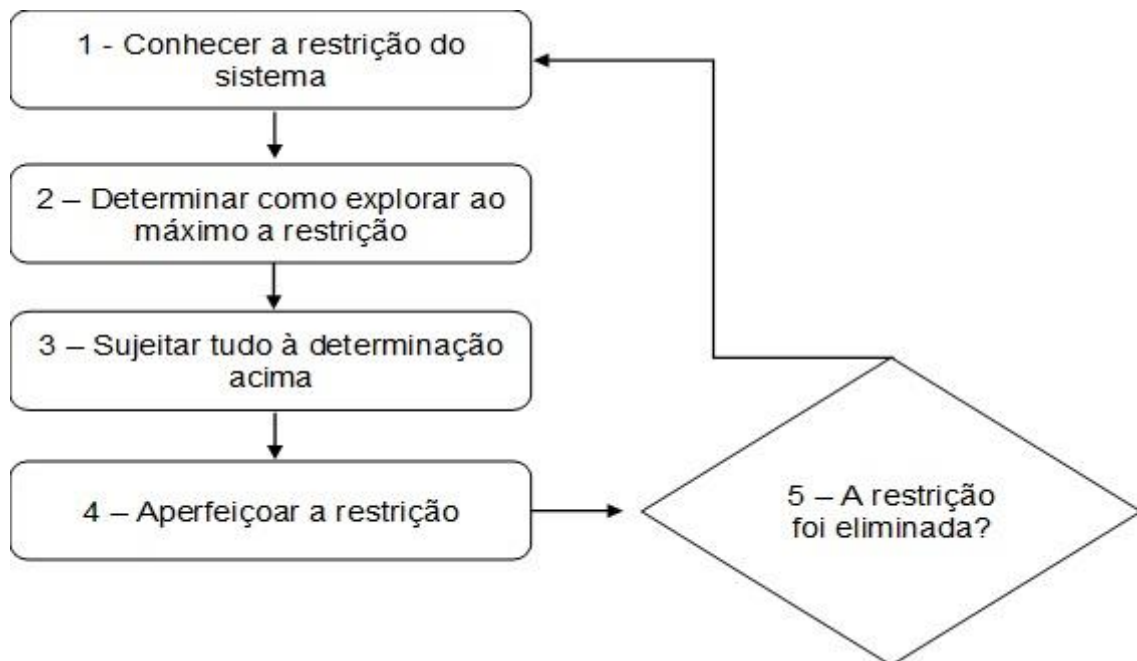
Em meio à década de 80, Goldratt (1994) lançou o seu primeiro livro, em parceria com Jeff Cox, sob o título de “A Meta”, onde apresenta, de forma lúdica, a aplicação da Teoria das Restrições. No livro, o autor critica os métodos de administração tradicionais, incluindo a contabilidade de custos. Por meio desta publicação, a abordagem expandiu-se para diversos setores da indústria, inclusive pela adição de novos instrumentos às técnicas de Contabilidade Gerencial. (GUERREIRO, 1995).

2.1 CONCEITOS BÁSICOS DA TOC

A TOC se fundamenta nos conceitos de causa e efeito e na relação de interdependência dos elementos de um sistema. Análise de capacidade de demanda deve ser o primeiro elemento para qualquer aplicação da teoria das restrições. Cada elemento do sistema depende um do outro de alguma forma e o desempenho global está intrinsecamente relacionado ao desempenho do conjunto como um todo e não do desempenho individual e isolado de cada parte do sistema, desta forma eliminando o “ótimo local” (GOLDRATT, 1994). Logo, Goldratt define como restrição (*constraint*) de um sistema, qualquer coisa que impeça o mesmo de melhorar o seu desempenho em relação à meta definida, ou seja, é o fator que restringe a atuação do sistema como um todo. Este conceito também é conhecido como “gargalo”, ou “recurso restritivo”.

Todo conjunto palpável, tal como um empreendimento com fins lucrativos, deve ter pelo menos uma restrição. Tal ideia, segundo Corbett (1997), “é explicada pelo fato de que, se não houvesse algo que limitasse o desempenho do sistema, este seria infinito, uma vez que nada impediria o sistema de manter evoluindo constantemente a sua performance em relação à meta”. Seguindo este raciocínio, foi criado o fluxo de otimização contínua da TOC, que tem como orientação a meta global da organização e é composto por cinco etapas, as quais estão ilustradas na Figura 1.

Figura 1: Etapas para orientação contínua da TOC.



Fonte: Hansen & Mowen. (2003, p.757-760)

Quando a TOC propõe uma meta para a empresa, está intrínseca uma visão de integração, baseada em uma meta comum a ser atingida, com setores da empresa se apoiando para atingi-la.

Nesse momento (Hansen & Mowen, 2003 p. 757-760), deve-se otimizar a produção, melhorando ao máximo o desempenho. Este momento é a essência da filosofia da TOC de gestão de curto prazo dos gargalos para melhor alcançar a meta de reduzir estoques e otimizar o desempenho.

Outro ponto forte da TOC é a otimização de processos. Numa visão tradicional, se pressupõe que uma política de melhoria contínua generalizada em todos os processos resultaria em uma consequente melhoria de todo o sistema – essa, por exemplo, é a abordagem dos Sistemas de Controle de Qualidade Total. Segundo Corbett (1997), a TOC questiona essa afirmação, sendo que um investimento em melhoria de um processo só se justificará se trouxer ganhos ao sistema todo – ou, em outras palavras, a meta da empresa.

2.2 SISTEMA TAMBOR-PULMÃO-CORDA

Segundo Gaither e Frazier (2002), a abordagem da Teoria das Restrições é também utilizada na Metodologia Tambor-Pulmão-Corda (TPC). A metodologia TPC aplica os princípios básicos da TOC, com foco na produção, buscando um equilíbrio do fluxo de produção. O critério desse método, associada à sua eficácia na indústria, faz dele um dos mais eficazes métodos de programação de produção, gerando resultados efetivos na lucratividade da empresa devido ao fato de que é possível visualizar os gargalos e aperfeiçoá-los.

Na metodologia TPC, o detalhamento da restrição do processo é representado como o Tambor, que, similar ao instrumento musical do qual carrega o nome, determina o ritmo da batida a ser seguido pelo restante dos recursos. Dentro do Tambor, têm-se a informação de quais itens devem ser produzidos, suas quantidades e os horários de início e de término de produção. Os recursos que não são considerados uma restrição do processo devem seguir o ritmo do tambor, sendo gerenciados de modo a não faltarem itens nos pontos de gargalo, caso contrário, o processo como um todo será ameaçado. Como os recursos que não são considerados parte da restrição possuem maior capacidade que a demanda, não é necessário programá-los.

Para garantir que quaisquer inconstâncias possam afetar o processo produtivo, deve-se criar uma proteção para a liberação dos itens algum tempo antes de seu processamento no gargalo. Esta proteção é chamada de Pulmão e, na TOC, ele é medido em unidades de tempo e não quantidades de itens. A duração do Pulmão é influenciada pela velocidade dos outros recursos que não são restrições e pela variância do tempo de resposta das operações. Quanto maior a variação, maior a duração do Pulmão. Quanto maior a velocidade dos outros recursos, menor o Pulmão.

Utilizando o Tambor como o ponto de partida e subtraindo o Pulmão da restrição, é possível determinar o instante da liberação dos itens. A Corda assegura que será liberada a quantidade exata de itens a serem processados pela restrição, ou seja, através da Corda é assegurado que todos os recursos operarão no mesmo ritmo que a restrição, sem elevação nos níveis de estoque em processamento.

O “Tambor” é considerado um recurso restritivo (máquina, equipamento, pessoal, etc.) que determina o passo ou o ritmo da batida a ser seguido pelo resto dos recursos operacionais. Isto significa que todos os outros recursos produtivos são sincronizados com a programação da restrição. (KUNDE, 1999).

É importante definir o tamanho do pulmão. Deve-se considerar dois riscos: pulmões pequenos podem fazer o processo parar quando esgotado, reduzindo o ganho de todo o sistema; pulmões grandes aumentam o inventário, as despesas operacionais, além de reduzirem o caixa. A tarefa de definir o tamanho do pulmão é fundamental para o responsável pela produção (KUNDE, 1999).

O sistema TPC pode ser utilizado em qualquer operação e sistema de processos ou fluxo dentro das instituições, pois, por mais complexa que seja, ela terá um número limitado de restrições e todas poderão ser protegidas por um pulmão de tempo, garantindo a continuidade da produção no recurso restritivo e, assim, não atrapalhando o ganho da organização.

Com a meta estabelecida e clara, é o momento pensar como alcançá-la. Contudo, “as situações no chão de fábrica estão sempre mudando. Como é que eu posso controlar o que está acontecendo? Como posso saber se qualquer ação na fábrica é produtiva ou não em termos de ganhar dinheiro?” (GOLDRATT; COX, 2003, p. 52).

2.3 CONCEITOS DA TOC PARA O BALANCEAMENTO DA PRODUÇÃO

O aprimoramento da produção deve ter em vista a eliminação do excesso de inventários e, da mesma forma, visar uma melhoria nos processos, sendo assim necessário um menor inventário de segurança contra problemas inesperados.

A TOC recomenda a máxima de que “a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total” e estabelece nove princípios básicos, conforme Goldratt e Cox (1997):

- 1- Balancear o fluxo e não a capacidade: A ênfase recai sobre o fluxo de materiais e não sobre a capacidade instalada dos recursos, sendo assim necessária a identificação do recurso restritivo de capacidade – o gargalo. A orientação é feita pela restrição do processo, pois ela é o fator que determina o desempenho de todo o sistema.
- 2- A utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por seu próprio potencial, mas sim pela capacidade da restrição do sistema. Este princípio determina que a utilização de um recurso não-gargalo seja parametrizada em função das restrições existentes no sistema.
- 3- A utilização de um recurso e a sua ativação não é a mesma coisa. A utilização corresponde ao uso de um recurso não-gargalo de acordo com a capacidade do recurso gargalo. Já a ativação, corresponde ao uso de

um recurso não gargalo em volume superior ao requerido pelo recurso gargalo.

4- Uma perda no gargalo é uma perda em todo o sistema. Portanto, o tempo de preparação dos instrumentos do recurso restritivo, ou a produção de unidades defeituosas, de produtos não demandados, será a diminuição do tempo total disponível para atender ao volume de vendas – o ganho. A TOC determina que só existem benefícios na redução de *setups* nos recursos gargalos.

5- Não haverá benefício algum com a redução do tempo do recurso que não há restrição. As economias de preparação em não-gargalos não tornam o sistema nem um pouco mais produtivo. Neste caso apenas aumentam os seus níveis de ociosidade.

6- Os gargalos governam o ganho e o inventário. É de fácil percepção que o recurso restritivo determina o fluxo do sistema – o ganho. Da mesma forma que determina os níveis de estoques, com o fim de isolar os gargalos das flutuações estatísticas provocadas pelos recursos não-gargalos.

7- Os lotes de processamento e de transferência não precisam ser iguais. Isto permite dividir os lotes e reduzir o tempo de passagem dos produtos pela fábrica.

8- O lote de processo deve ser variável e não fixo. Sob enfoques tradicionais, o tamanho de lote deve ser o mesmo para todas as operações de fabricação do produto, mas isto se traduz num problema de escolha do tamanho a ser adotado, já que as características das operações individuais podem conduzir a um cálculo diferente.

9- E, para finalizar, os programas devem ser estabelecidos considerando todas as restrições simultaneamente e não sequencialmente. Deve-se levar em consideração o conjunto de restrições existentes quando da programação da produção.

Ainda assim, Goldratt e Cox (1997) fornecem alguma indicação do porquê eles teriam escolhido esses princípios para servirem de base à TOC. A maioria desses princípios advém das Ciências Exatas, particularmente da Física, área de estudo de Goldratt. A TOC sustenta que é essencial concentrar os esforços de melhoria no elo mais fraco da corrente, no próprio gargalo, pois é ele que determina o desempenho global do sistema em estudo.

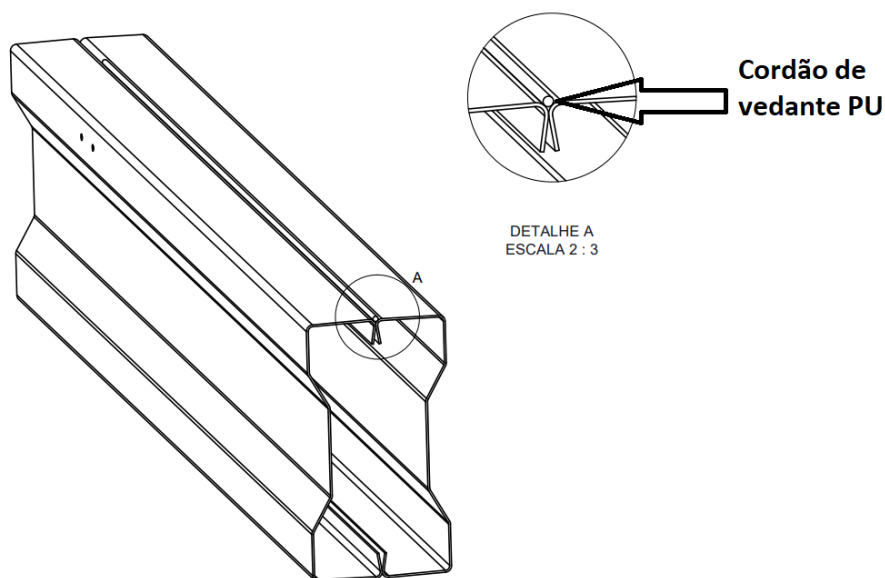
3 METODOLOGIA E OBJETIVO DO ESTUDO

Com base nas definições acima foi utilizado para um estudo de arranjo que pode ajudar na melhoria da linha de produção de uma célula robotizada em uma empresa fabricante de equipamentos de avicultura.

A empresa em questão possui um efetivo sistema de controle de produção, atestado pela norma ISO 9001:2015, que se refere a uma série de requisitos a serem cumpridos, tanto no controle de qualidade dos produtos, quanto no controle da produção, área comercial, de almoxarifado, dentre outros. Também apresenta integração entre áreas, trabalhando com recursos de tecnologia da informação que permitem uma boa sinergia interna, reduzindo a ocorrência de problemas causados por falta de comunicação e facilitando os procedimentos.

O processo escolhido para a análise de tempos neste estudo foi o de aplicação de vedante poliuretano (PU), nas vigas de duplo sigma do aviário (Fig. 2), tendo o nome de tesoura de telhado, sendo utilizadas como vigas estruturais no galpão. O processo que é obrigatório devido à umidade e limpezas rotineiras dentro de um aviário, onde são aplicados líquidos para descontaminação do ambiente, e esses líquidos não podem penetrar nas estruturas soldadas do galpão.

Figura 2: Viga da Tesoura (Viga duplo sigma)

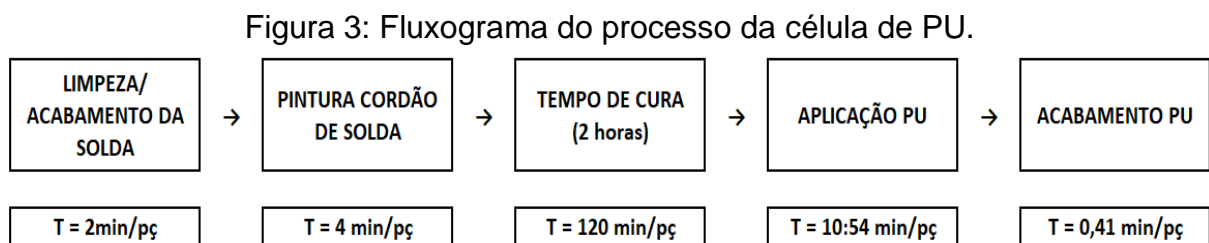


Fonte: O autor (2022).

Para a aplicação correta do PU, a viga passa por 4 processos principais, acabamentos do cordão de solda do processo anterior, aplicação de tinta galvânica, aplicação do PU, acabamento do cordão de PU formado.

A primeira etapa consiste em retirar os respingos de solda causados pelo processo anterior de soldagem dos perfis para a montagem da viga. Após esse processo, o colaborador aplica uma tinta galvânica específica para cobertura de solda em chapas galvanizadas, com o intuito de proteger a zona degradada pelo processo de soldagem. A secagem da tinta requer um tempo de cura de 2 horas e as peças são colocadas no box de cura, após esse processo ocorre a aplicação do PU nas juntas da viga estrutural, e posterior acabamento do cordão.

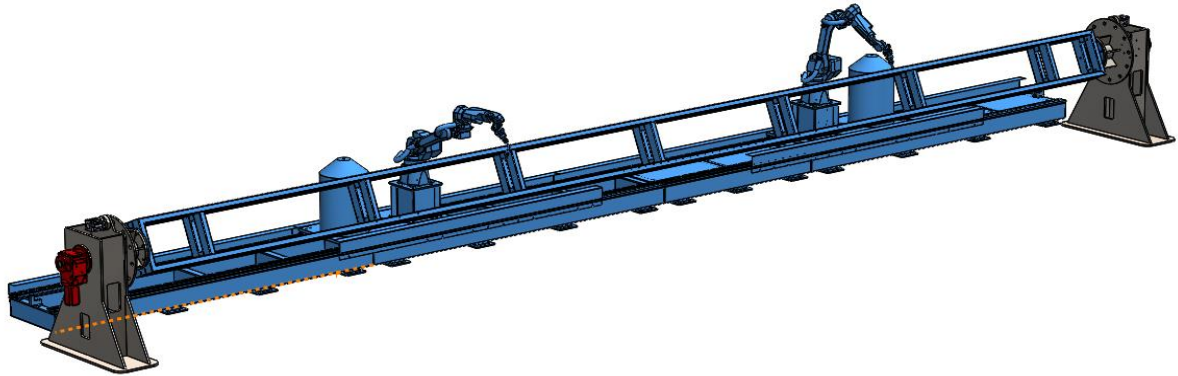
Na fig. 3 pode-se ver a imagem descritiva da posição de aplicação do vedante, com o intuito de evitar a entrada de líquidos internamente na viga do aviário.



Fonte: O autor (2022).

O processo da aplicação de adesivo PU é realizado de forma automatizada por dois braços robóticos (Fig. 04), que percorrem o comprimento da viga aplicando um cordão de PU na junta dos dois perfis sigma (Fig. 2), para que ocorra a vedação da viga. Após este processo o operador do dispositivo deve percorrer a viga com uma espátula para “espalhar” o adesivo e aumentar a área de aplicação, com o objetivo de garantir a total penetração do vedante na fresta entre os dois perfis.

Figura 04: Imagem do dispositivo de aplicação de PU



Fonte: O autor (2022).

Após a observação das operações realizadas na célula de aplicação de PU, foram selecionadas as informações mais relevantes para o estudo, a fim de que seja realizada a tabulação dos dados quantitativos, ou seja, a composição dos dados em tabelas, possibilitando um maior entendimento na hora de analisar as inter-relações entre eles.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um levantamento de dados e operações praticados na célula de aplicação de PU foi realizado, conforme mostrado na tab. 01. Desta forma, é possível observar a média de tempo de cada operação antes do balanceamento e aplicação do sistema. O modelo de peça selecionada foi a tesoura de 9,6 metros sendo o modelo padrão de todos os galpões de aviários fabricados pela empresa. Foram analisados produtos em 3 (três) dias diferentes durante 2 (duas) semanas para ter um número próximo da realidade da empresa e por ter vários pontos de operações manuais, pode-se incluir a fadiga do operador nos dados do estudo.

Em uma primeira etapa de análise dos resultados, foram utilizados os 5 passos da TOC para identificar se o processo atende à demanda mensal de tesouras do modelo padrão e descobrir se há alguma restrição no sistema.

Tabela 01: Descritivo do processo de aplicação de PU na célula robotizada

Descritivo de operações/tempo Aplicação de adesivo PU						
Mesa duas peças / com giro / aplicação adesivo 180°						
Item	Ação	Operação	tempo 01 (min.)	tempo 02 (min.)	tempo 03 (min.)	Tempo otimizável
1	Setup	Liberar tesoura	00:00:25	00:00:22	00:00:29	S
2	Movimentação	retirar tesoura da mesa A de aplicação	00:01:20	00:01:28	00:01:11	S
3	Movimentação	Pegar tesoura na bancada colocar no dispositivo	00:01:00	00:00:59	00:01:01	S
4	Setup	Prender a tesoura na máquina	00:00:25	00:00:37	00:00:28	S
5	Processo	Giro da mesa a 180°	00:00:14	00:00:11	00:00:11	N
6	Processo	Acabamento do adesivo no dispositivo	00:00:30			S
7	Setup	Liberar tesoura	00:00:25	00:00:24	00:00:25	S
8	Movimentação	retirar tesoura da mesa B de aplicação	00:01:20	00:01:14	00:01:04	S
9	Movimentação	Pegar tesoura na bancada colocar no dispositivo	00:01:00	00:01:04	00:00:59	S
10	Setup	Prender a tesoura na máquina	00:00:25	00:00:29	00:00:31	S
11	Processo	Apertar botão para giro da mesa a 90°	00:00:06	00:00:09	00:00:08	N
12	Processo	Aplicar o adesivo	00:01:14	00:01:10	00:01:13	N
13	Processo	Giro da mesa a 180°	00:00:16	00:00:11	00:00:09	N
14	Processo	Aplicar o adesivo	00:01:14	00:01:04	00:01:04	N
15	Processo	Giro da mesa posição inicial	00:00:16	00:00:13	00:00:09	N
16	Processo	Acabamento do adesivo no dispositivo	00:00:28			S

17	Processo	Acabamento do adesivo na bancada	00:00:30	00:01:52	00:01:52	S	
			00:11:08	00:11:27	00:10:54		

Fonte: O autor (2022).

4.1 RESTRIÇÕES DO SISTEMA E BALANCEAMENTO

Em uma fábrica bem organizada, a restrição pode ser facilmente identificada pela localização de inventários de material em processo, o acúmulo de produtos revela a grande parte da área de gargalo de qualquer operação ou fluxo de processo. Se a fábrica for bem administrada, eles estarão concentrados na frente da restrição. Na fábrica mal administrada, os inventários de material em processos estarão espalhados por todo o processo produtivo, e a identificação da verdadeira restrição será mais difícil.

Para identificar os gargalos do processo, é necessário conhecer a demanda. Estudando os dados referentes a pedidos de produtos, tem-se um valor que gira em torno de 58 tesouras por dia, que compõem 1 (um) aviário de 180 metros.

Na tab. 01 é possível observar o *takt time* de cada etapa do processo, ou seja, o tempo estimado para cada etapa do processo, considerando a demanda diária de 1 (um) aviário/dia que compõem 58 vigas/dia. Na Eq. 1, é possível observar como foi calculado o *takt time* do processo:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponível\ em\ minutos}{Número\ de\ peças\ a\ serem\ produzidas\ por\ dia} \quad (1)$$

Considerando que a empresa trabalha 8,5 horas por dia (510 minutos), para produzir 58 produtos/dia, o *takt time* deve ser, então, de 8,8 minutos. De acordo com o fluxo da célula de aplicação de PU foi constatado que temos um tempo elevado no tempo de cura da tinta galvânica que é um tempo obrigatório do processo devido as propriedades que a tinta seca deve possuir pra resistir às intempéries do ambiente dentro do galpão do aviário. E no dispositivo da aplicação de PU que passa do tempo *takt* sendo também um processo restritivo. Os demais processos atendem à demanda diária e não são restrições do sistema e possuem capacidade ociosa.

4.1.1 Aperfeiçoando a restrição do sistema

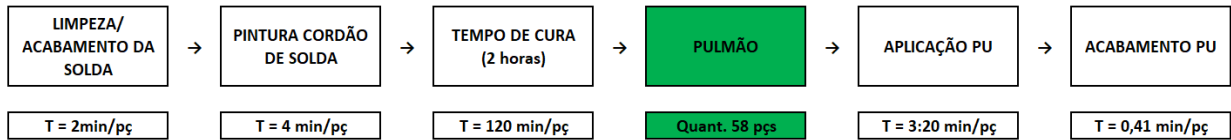
Conforme a TOC, os recursos que não são restrições só devem produzir de acordo com a demanda, não mais do que isso, pois são os recursos gargalos que determinam o tempo do processo. Neste estudo de caso, os recursos não gargalos são limitados pelo gargalo, portanto, já estão subordinados, produzindo exatamente as mesmas quantidades que o processo considerado gargalo. Para Bornia (2002), o desempenho dos gargalos (restrições) comprometerá o desempenho de todo o sistema, por isso devem obter atenção.

Segundo Guerreiro (1996) as principais medidas utilizadas para o balanceamento do dispositivo de aplicação de PU, foram:

- Balancear o fluxo e não a capacidade.
- O nível de utilização de um recurso não-gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial e sim por uma outra restrição do sistema.
- Utilização e ativação de um recurso não são sinônimas.
- Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro.
- Uma hora economizada onde não é gargalo é apenas uma ilusão.
- Uma hora salva em um não gargalo é apenas uma miragem.
- Os gargalos governam o ganho e o inventário.
- O lote de transferência não pode e muitas vezes não deve ser igual ao lote de processamento.
- O lote de processamento deve ser variável e não fixo.
- Os programas devem ser estabelecidos, considerando todas as restrições simultaneamente.

Analisando novamente o fluxograma do processo de aplicação de PU, fig. 3 foi identificado que o sistema TPC se encaixaria muito bem neste método de produção, com o principal intuito de garantir que os gargalos não fiquem sem processar material, criando os pulmões antes deles. Desta forma, no fluxo do processo podemos observar um ponto onde é importante a criação de um pulmão, conforme pode ser observado na fig. 5

Figura 05: Fluxograma novo do processo da célula de PU.



A criação do pulmão após a pintura galvânica dos cordões de solda, pela lógica torna-se simples devido ao tempo de aplicação da tinta ter capacidade ociosa. Após a criação do “Box de cura” o outro processo que não atende o tempo *takt* é a aplicação do PU. Na célula robótica, iniciamos o trabalho com o processo de peça única na célula, para assim balancear os tempos de produção e remover movimentos desnecessários no processo, a Tab. 02 mostra o descritivo de ações que foram mantidas com o processo de peça única no sistema de aplicação de PU. No processo anterior havia 17 operações para a produção de 2 (duas) peças com o tempo *takt* de 10:54 minutos, alterando o processo para o fluxo de 01 (uma) peça o tempo de atravessamento no dispositivo reduziu para 3:30 minutos.

Tabela 02: Descritivo do processo atual de aplicação de PU na célula robotizada

Descritivo de operações / tempo aplicação de adesivo PU							
Mesa peça única / sem giro / aplicação adesivo 90°							
Item	Ação	Operação	tempo 01 (min.)	tempo 02 (min.)	tempo 03 (min.)	Tempo otimizável	
1	Movimentação	Pegar tesoura na bancada colocar no disp.	00:01:15	00:01:12	00:01:17	S	
2	Setup	Prender a tesoura na máquina	N/A	N/A	N/A		
3	Processo	Aplicar o adesivo	00:00:49	00:00:48	00:00:50		N
4	Setup	Liberar tesoura	N/A	N/A	N/A		
5	Movimentação	Retirar tesoura da mesa de aplicação	00:00:51	00:01:09	00:00:58	S	
6	Processo	Acabamento do adesivo na bancada	00:00:25	00:00:25	00:00:25	S	
			00:03:20	00:03:34	00:03:30		

Fonte: O autor (2022).

5 CONCLUSÕES

Identificando as restrições do sistema e subordinando tudo à restrição e ao *takt* da demanda do produto foi possível aplicar o método de tambor-corda-pulmão obtendo um ganho de eficiência na célula de aplicação de PU. A empresa em questão utilizava 2 turnos de produção no setor de aplicação de adesivo PU para a meta diária de 1 (um) aviário. Com a aplicação e balanceamento da célula de PU e do dispositivo para a aplicação do PU, para o novo processo foi obtido a redução de 01 (um) turno de trabalho na célula e remanejado os colaboradores para outras áreas da empresa. Com a criação de um pulmão de produção de um dia após o gargalo, obtivemos um enorme ganho na produção e fluxo da empresa.

A empresa iniciou há pouco tempo esta forma de análise, visando estudar e tomar ações mais assertivas sobre os gargalos do sistema. Para que esta análise minuciosa do processo se torne algo comum no dia a dia da empresa, é necessário disseminar os conceitos da TOC, para que os próprios colaboradores dos processos com restrição de capacidade saibam que estão trabalhando em um gargalo e que ele merece toda a atenção.

REFERÊNCIAS

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. Porto Alegre: Bookman, 2002

CORBETT NETO, Thomas. **Contabilidade de Ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo com a Teoria das Restrições**. São Paulo: Nobel, 1997

GAITHER, N.; FRAIZER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2002.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A Síndrome do Palheiro**. São Paulo, IMAM, 1994.

GOLDRATT, Eliyahu M. **Mais que sorte...Um processo de Raciocínio**. São Paulo, Educator, 1992.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A Meta**. São Paulo, Educator, 1997, 1998, 2002.
GUERREIRO, R. **A meta da empresa: seu alcance sem mistérios**. São Paulo: Atlas, 1995.

GUERREIRO, R. **Os princípios da teoria das restrições sob a ótica da mensuração econômica**. Caderno de Estudos nº13, São Paulo, FIPECAFI – Janeiro a Junho/ 1996.

HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. **Gestão de custos: contabilidade e controle**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

KUNDE, Wilson Gunther. Teoria das Restrições II: O método Tambor - Pulmão – Corda. Sebrae blog. [S.l.], 30 out. 2009. Disponível em: . Acesso em: 30 abr. 2014.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A meta: um processo de melhoria contínua**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: Nobel, 2003.