

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES

Plácido Carlos Fernandes de Queiroz (Universidade Federal Rural do Semiárido)

placidocarlosfq@gmail.com

Manoel Isac Maia Junior (Universidade Federal Rural do Semiárido)

m_isac@hotmail.com

Resumo

O objetivo primordial foi investigar os principais problemas do seu processo produtivo utilizando as ferramentas da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints – TOC*), que busca aperfeiçoar a produção de uma organização por meio da identificação das restrições do sistema, minimizando-as ou eliminando-as, e sugerir a implementação de mudanças a fim de melhorar o desempenho global da fábrica. Os resultados apontaram que a principal restrição do sistema é a etapa ponto de córs. Assim foram usados alguns princípios da teoria das restrições como forma de tentar minimizar os impactos causados nessa etapa em relação ao restante do processo. Foi sugerida, então, a utilização das ferramentas citadas como forma de solução para as restrições. Agora surge a necessidade do emprego, pela empresa, das sugestões propostas, de modo a evidenciar - ou não - a melhoria nos resultados. A pesquisa desempenhada é aplicada e exploratória, e, para proceder à coleta de dados, foram realizadas entrevistas e visitas à fábrica.

Palavras-Chaves: Teoria das restrições. Gargalo. Processo produtivo.

1. Introdução

A principal importância para a criação de métodos que auxiliem a tomada de decisão se dá devido a grandiosidade do mercado e sua crescente concorrência. Seguindo esse contexto foi desenvolvida por Eliyahu Goldratt, no ano de 1970 a Teoria das Restrições também denominada TOC, utilizada para aprimorar e acelerar o desempenho das organizações. A TOC serviu como base para a criação de um software de programação denominado de Optimezed Production Technology ou Tecnologia da Produção Otimizada (OPT), que foi projetado como uma técnica de planejamento com ênfase em gargalos. (VILLAR; SILVA; NÓBREGA, 2008).

Esse estudo tem como objetivo analisar os principais problemas do processo produtivo fazendo-se o uso das ferramentas da teoria das restrições - TOC e propor mudanças na busca

de melhorar o desempenho geral da fábrica. Através de entrevistas colheram-se os dados necessários e feito observações nos processos de produção. Utilizaram-se os princípios da TOC baseados nos cinco passos e as regras de programação. Dessa forma será possível identificar as possíveis restrições de capacidade das operações e tentar minimizar os impactos causados por ela.

2. Referencial teórico

2.1. Teoria das restrições

A teoria das restrições se baseia como o próprio nome diz, em restrições, necessitamos entender o que é uma restrição. Uma restrição é qualquer máquina ou atividade numa empresa que a impede ou limita a sua capacidade produtiva. É claro que a aplicação da TOC em uma empresa tem que ser levada em conta a definição dos objetivos feitos por elas a serem atingidos. Para a maior parte das empresas, o objetivo principal é o lucro presente e sua sustentabilidade no futuro.

Conforme Corrêa e Gianesi, (1996), os gargalos são considerados como recursos restritivos, ou seja, aqueles que limitam a capacidade produtiva e os não-gargalos possuem capacidade maior do que a demanda, sendo assim, deverá haver um balanceamento do fluxo, devendo os recursos não gargalos estar subordinados aos gargalos para que não haja um acúmulo de estoques. Existem dois tipos básicos de restrições:

- a) Físicas: Na maior parte das vezes estão relacionadas a recursos: máquinas, equipamentos, veículos, instalações, sistemas etc;
- b) As restrições não-físicas podem ser a demanda por um produto, um procedimento corporativo ou mesmo um paradigma mental no encaminhamento de um problema.

2.2. Aplicação e implementação da teoria das restrições

A teoria das restrições tem cinco passos para se chegar no objetivo, esses cinco passos são um ciclo onde o quinto sempre voltara para o primeiro, pois quando se melhora uma restrição, fazendo com que a mesma não seja mais restrição, outra atividade passa a ser o novo gargalo da produção. Os cinco passos são:

I. Identificar a restrição/gargalo do sistema produtivo: Numa empresa industrial, a restrição pode ser o tempo disponível ou a capacidade de uma máquina, de um departamento ou de uma estação de trabalho. Para empresas de serviços ou de alta tecnologia, a restrição pode ser o tempo disponível dos funcionários mais capacitados.

II. Calcular a rentabilidade por unidade de recurso consumida na restrição: Este valor é obtido pela divisão da rentabilidade ou margem de contribuição unitária pelo consumo de recursos da restrição para produzir um produto. A chave para maximizar o lucro é concentrar na produção e na comercialização de produtos com a maior rentabilidade por unidade de recurso consumida na restrição.

III. Subordinar o sistema à restrição: Os recursos e estoques devem ser gerenciados de modo a prover exatamente o necessário para atingir os objetivos definidos para a restrição. Este passo pode implicar na ociosidade de recursos que não são restrições. Normalmente o sistema é subordinado a restrição através de um método de programação e controle da produção chamado de Tambor-Pulmão-Corda (Drum-Buffer-Rope ou DBR).

IV. Romper ou elevar a restrição do sistema: Através da melhoria contínua das operações, da aquisição de capacidade ou de flutuações na demanda, por exemplo, a restrição do sistema pode ser rompida ou elevada, de modo que a esta restrição deixe de sê-lo. Uma nova restrição física ou não física, interna ou externa, assumirá o papel da restrição anterior.

V. Identificar a nova restrição do sistema caso a restrição seja rompido: Deve ser observado, no entanto, que a implementação da TOC pode exigir uma mudança substancial na maneira com que a empresa opera. Por exemplo, suponha que, numa empresa, produzir e comercializar o produto de menor preço unitário e maior demanda maximize o lucro (objetivo). Se a empresa remunera sua força de vendas com base em comissões como um percentual da receita, pode existir um incentivo implícito para vender os produtos mais caros. Este cenário demandaria uma nova política de remuneração da força de vendas.

2.2.1. Os princípios da teoria das restrições

1. **Balancear o fluxo e não a capacidade:** A importância está no equilíbrio do fluxo de produção da fábrica e não da demanda, ou seja, a ênfase recai sobre o fluxo de materiais e não na capacidade instalada dos recursos. Mas para isso é necessária a identificação das restrições do sistema que vão limitar o fluxo.
2. **O nível de utilização de um recurso não-gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial, mas por outra restrição do sistema:** Determina que a utilização de um recurso não-gargalo é estabelecida em função das restrições existentes no sistema, por limitação de capacidade de um recurso ou de demanda de mercado.

3. **A utilização e a ativação de um recurso não são sinônimas:** A utilização representa o uso do recurso não-gargalo de acordo com a capacidade do recurso gargalo, já a ativação, representa o uso do recurso não-gargalo em volume maior do que a capacidade do recurso gargalo, este não contribui com os objetivos da otimização que seria o balanceamento do fluxo.
4. **Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro:** Tendo em vista que deve haver um balanceamento do fluxo estabelecido pelo gargalo, qualquer tempo perdido neste, diminui o tempo total disponível para atender o volume, sendo assim, somente haverá benefício na programação da produção reduzindo o tempo de preparação nos recursos gargalos, aumentando assim a capacidade do fluxo.
5. **Uma hora economizada onde não é gargalo é apenas uma ilusão:** A economia de tempo em um recurso gargalo é uma miragem, pois tendo em vista que os recursos não-gargalos trabalham de acordo com o nível do gargalo, esta economia não trará nenhum benefício, pois estaria elevando o montante de tempo ocioso já existente.
6. **Os gargalos governam os ganhos e o inventário:** Conforme exposto acima o sistema é governado pelo recurso gargalo, tendo em vista que este determina o fluxo de produção e conseqüentemente o inventário e os ganhos.
7. **O lote de transferência não pode e muitas vezes não deve ser igual ao lote de processamento:** O lote de transferência deve ser de acordo com a capacidade do setor em que será executada a próxima atividade no produto, tendo em vista que não é vantajoso repassar todo lote processado se este não puder ser efetivamente concluído em uma próxima etapa.
8. **O lote de processo deve ser variável e não fixo:** Os lotes de processamento podem variar de uma operação para outra, ao contrário dos modelos de sistemas tradicionais, conduzindo a um problema de escolha do tamanho do lote a ser adotado, uma vez que as características das operações individuais podem conduzir a um cálculo de lote diferente.
9. **Os programas devem ser estabelecidos considerando todas as restrições simultaneamente:** A programação da produção, o quanto e quando se deve produzir, seguirá de acordo com as restrições do sistema.

2.2.2. Tambor-Pulmão-Corda (DBR)

O DBR é o método de programação e controle da produção que permite subordinar o sistema à restrição. Seu objetivo é assegurar a máxima utilização da restrição para atender à demanda. O Tambor (Drum) é a programação detalhada da restrição, com os itens a serem produzidos, suas quantidades, os horários de início e de término. A demanda é o ponto de partida para a determinação do Tambor.

Os recursos que não são restrição devem seguir o ritmo da restrição. É por isto que a programação da restrição é chamada de Tambor, por "determinar o ritmo de toda a tropa". Os recursos que não são restrição devem ser gerenciados de modo a não faltarem itens na restrição, caso contrário, o objetivo será ameaçado. Como os recursos que não são restrição possuem maior capacidade que a demanda, não é necessário programá-los. O método DBR sinaliza para a liberação dos itens necessários para a alimentação do Tambor e para que os recursos que não são restrição processem esta quantidade o mais rápido possível.

Em função das incertezas, uma proteção deve ser criada para a liberação dos itens algum tempo antes de seu processamento na restrição. Esta proteção é chamada de Pulmão (Buffer), e na TOC, o Pulmão é medido em unidades de tempo, e não quantidades de itens. Em linhas gerais o Pulmão é criado para proteger a programação. É uma antecipação do instante de liberação dos itens de modo a garantir o cumprimento do programa de produção. Na TOC pode haver três tipos de pulmão:

1. Pulmão da Restrição (Constraint Buffer): Objetiva proteger o Tambor com a liberação antecipada dos itens para a restrição.

2. Pulmão do Carregamento (Shipping Buffer): A restrição não é o único elemento com programas a serem observados. O carregamento dos produtos acabados também deve ser protegido com um pulmão, de modo a ser assegurada a confiabilidade dos prazos para os clientes.

3. Pulmão da Montagem (Assembly Buffer) - Quando os itens que foram processados pela restrição devem ser montados com itens que não passaram pela restrição, é necessário criar outra proteção. Neste caso, todas as partes que passaram pela restrição devem ser utilizadas para formar o produto acabado e desta forma, nenhum item "não-restrição" deve estar faltando. Nem todas as empresas industriais necessitam dos três tipos de pulmão. Esta decisão depende do tipo de processo e da localização da restrição. Se existe uma restrição

física, associada a um recurso, haverá pelo menos dois pulmões, o da restrição e o do carregamento. O Pulmão da Montagem será necessário se houver uma operação que conjuga itens que foram com outros que não foram processados por restrições. Todos os itens se enquadram em duas alternativas:

- Os itens que são processados pela restrição terão em seu fluxo dois pulmões: da Restrição e do Embarque;
- Os itens que são montados com outros itens que são processados pela restrição terão em seu fluxo dois pulmões: da Montagem e do Embarque.

Tomando 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 que será processada pela restrição.

3. Metodologia

Em suma, para a realização desta pesquisa, inicialmente foram estudados em profundidade os conceitos da base teórica adotada, isto é, os conceitos da Teoria das Restrições. Para a coleta de dados, foram realizadas entrevistas com uma gerente de produção. Também foram realizadas observações nos processos de produção no interior da fábrica durante a realização de algumas visitas. Após essa fase, as entrevistas continuaram por redes sociais e por troca de mensagens via correio eletrônico para o esclarecimento de dúvidas que iam surgindo no decorrer da pesquisa. Após a coleta dos dados, foram usados os cinco passos para a focalização e as regras de programação da produção da Teoria das Restrições.

4. Estudo de caso

4.1. Descrição da empresa

Este estudo foi realizado em uma prestadora de serviços do grupo Guararapes Confecções S/A. Está localizada no município de Mossoró/RN, começou a atuar no mercado em meados de 2015. Seu mix de produtos é composto por calças, shorts e saias, tendo como matéria prima o jeans. A matéria prima é oriunda da matriz que fica situada na cidade de Natal/RN.

4.2. Processo produtivo

Figura 1 – etapas do processo de confecção de costura

ETAPAS	OPERAÇÃO
1	FRENTE BOLSO (PREGAR VISTO)
2	PREGAR BOLSO FRENTE
3	ACABAMENTO
4	FIXAÇÃO DO BOLSO
5	PREGAR ZIPER
6	FAZER O JOTA DO ZIPER
7	UNIÃO DAS PARTES (FRENTE FRONTAL)
8	FECHAMENTO DAS PALAS
9	MARCAÇÃO
10	PREGAR BOLSO TRASEIRO
11	INSPEÇÃO DE QUALIDADE
12	FECHAMENTO LATERAL
13	DESPONTO LATERAL
14	FECHAMENTO ENTRE PERNA
15	CÓS
16	COLOCAÇÃO DA ETIQUETA
17	PONTO DE CÓS
18	BAINHA
19	ACABAMENTO
20	PASSANTE CINTO
21	LIMPEZA
22	INSPEÇÃO DE QUALIDADE

Fonte: Autoria própria

Inicia-se a partir da coleta do jeans no estoque para dar início à primeira etapa de preparação da peça na primeira estação de trabalho, que é pregar a vista do produto, feito isso será costurado o bolso da frente e realizado o acabamento.

Após o término do acabamento, é o momento de fixar as partes internas dos bolsos. Feito isso, é fixado o zíper e feito o “jota” do mesmo, que é finalizado na união das partes, dianteira e traseira. Finalizando, assim, a primeira parte do processo.

A segunda parte, do início com o fechamento das palas e a marcação dos bolsos traseiros para que seja pregado no processo seguinte e indo até uma inspeção de qualidade intermediária, etapa em que o produto semiacabado será analisado em buscas de possíveis avarias.

Caso o item não esteja de acordo com os critérios de qualidade, ele irá voltar à primeira operação, onde será desmanchado e terá sua produção reiniciada. Caso o item esteja conforme com os padrões de qualidade, prosseguirá na linha de montagem para a etapa em que ocorrerá o fechamento lateral da peça, seguido pelo desponto lateral e fechamento entre perna, assim finalizando mais uma etapa do processo produtivo.

Na última etapa é inserido o cós, seguido pela prega da etiqueta e após isso é feito o ponto de cós. Uma operação bastante detalhada, umas das mais complexas no processo de confecção de roupas. E por fim, teremos o processo de costura da bainha, acabamento, fixação dos passantes do cinto, limpeza final da peça, onde será retirado as sobras de linha para enfim, a peça ser encaminhada para a inspeção de qualidade para que se possa avaliar a conformidade

final do produto. Caso esteja conforme as especificações emitidas pela Guararapes S/A, o item vai para o estoque final, caso contrário, a peça será concertada.

4.3. Aplicação da teoria das restrições

Ao definir as etapas do processo produtivo de uma facção de costura e identificar as características da empresa, será necessário aplicar os cinco passos da Teoria das Restrições (TOC), para identificação das deficiências, de forma que seja possível mitigar os problemas encontrados e sugerir soluções para a reestruturação do processo produtivo da empresa.

4.3.1. Identificação da restrição do sistema

De acordo com Noreen et al. (1996), as restrições podem ser identificadas facilmente, desde que a fábrica seja bem organizada, por meio da localização de inventários de material em processo. Através de uma reunião com a gerente de produção foi possível estabelecer a meta prevista por dia, para estimar a meta foi utilizada a seguinte equação:

$$\left\{ Md = \left(\frac{QMD * QF}{TP} \right) * 0,70 \right\} = \left\{ Md = \left(\frac{480 * 23}{23,36} \right) * 0,70 \right\} = 330 \text{ PEÇAS POR DIA}$$

- Quantidade de minutos por dia (QMD): quantidade de minutos trabalhado por dia;
- Quantidade de funcionários (QF): quantidade de funcionários;
- Tempo de produção da peça (TP): tempo de produção da peça, sendo este fornecido pela Guararapes S/A, através do relatório de produção.

Ao realizar os cálculos, foi possível estimar que a meta por dia era de 320 peças, com esse dado é possível determinar o takt-time. Para determinar o takt-time, utilizamos a seguinte expressão:

$$\text{TAKT TIME} = \frac{\text{Tempo disponível para produção (segundos)}}{\text{Número de unidades a serem produzidas}} * 0,70$$

- TDP: tempo disponível de produção;
- NP: Número de unidades a serem produzidas.

A partir dos cálculos, foi encontrado um takt-time de 61,1 segundos, então é possível notar que existem alguns recursos que apresentam tempos bem superiores em relação aos demais. Como a produção mensal pretendia era de 320 peças e cada operação deve trabalhar de acordo com o takt-time encontrado, é possível observar que existem 9 operações que superam o ritmo de produção desejado, é possível observar isso no quadro 2.

Figura 2 – Recursos Críticos

OPERAÇÃO	TEMPO MÉDIO (S)
UNIÃO DAS PARTES	129,92
PREGAR BOLSO TRASSEIRO	68,675
INSERIR O CÓS	76,412
PONTA DE CÓS	373,84
BAINHA	106,85
ACABAMENTO	83,025
PASSANTE DO CINTO	146,09
LIMPEZA FINAL	127,32
INSPEÇÃO DE QUALIDADE	116,84
TAKT-TIME	61,1

Fonte: Autoria Própria

É possível observar, a operação ponta de cós possui um tempo extremamente elevado em relação as demais operações, é notório o atraso que ela causa no processo de produção do produto, ela foi considerada como a principal restrição, na qual as ações de melhoria devem se concentrar.

4.3.2. Explorando a restrição do sistema

A restrição foi encontrada baseada na análise dos tempos de operação, foi possível observar que a restrição do sistema se encontra na operação ponta de cós, devido ela apresentar um maior tempo de processo, esses tempos podem ser visualizados a partir do anexo. Foi coletado uma amostra de vinte tempos por cada operação, tendo em vista que quanto maior o número de amostras, maior sua precisão. Após identificada a restrição do sistema, é planejado como obter o máximo desempenho daquela operação. A operação ponto de cós foi identificado como sendo o gargalo do sistema de acordo com o quadro (1), mesmo com dois funcionários nesta mesma operação. Para que o gargalo não fique ocioso é necessário explorá-lo por completo, então foi sugerido ao gerente de produção a inserção de um estoque pulmão antes da operação gargalo para que no momento que ocorrer paradas inesperadas, como a quebra de máquinas nas etapas anteriores o gargalo, evitando que o mesmo fique ocioso indo de encontro ao quarto princípio da teoria das restrições.

Figura 3 – Quantidade de peças produzidas no dia

OP - 155179	08:00	09:00	10:30	11:30	14:00	15:00	16:00	17:30	TOTAL
SEGUNDA-FEIRA	40	40	40	80	30	20	0	0	250
TERÇA-FEIRA	10	20	20	50	10	30	30	40	210
QUARTA-FEIRA	30	20	40	40	30	30	20	40	250
QUINTA-FEIRA	20	0	30	40	20	40	40	30	220
SEXTA-FEIRA	25	30	40	10	30	30	30	0	195

Fonte: autoria própria

A figura apresenta a quantidade de peças produzidas e armazenadas, durante o período de uma semana, é possível observar algumas áreas em vermelho onde não houve produção. Essas áreas representam a produção no momento em que houve a quebra de uma máquina antes do recurso gargalo, devido não existir um estoque pulmão a produção ficou parada por falta de peças.

Foi observado durante um determinado período, a máquina que mais apresenta problemas é justamente uma das máquinas que antecedem o gargalo. Apesar de existir um mecânico disponível para eventuais problemas, notou-se que a empresa não possui uma gestão de manutenção de seus equipamentos. A manutenção é feita apenas de forma corretiva, portanto, sugere-se que seja desenvolvido um plano de manutenção preventiva para diminuir uma possível parada indesejada da operação gargalo por problemas de maquinário.

4.3.3. Subordinando os demais recursos

A etapa gargalo é quem dita o ritmo do processo produtivo, desta forma as demais operações devem se adequar ao gargalo, ou seja, devem operar em função do gargalo. Csillag e Corbett (1998), diz que tal etapa tem como objetivo proteger o conjunto de decisões relativas ao aproveitamento da restrição durante as operações diárias. Não podem deixar faltar material para a restrição trabalhar, pois assim ela pararia e o desempenho do sistema seria afetado negativamente. Porém, os recursos não restritivos não devem trabalhar mais rápido que a restrição, pois não estariam aumentando o nível de produção da linha.

4.3.4. Elevando a capacidade da restrição

Esta etapa tem o objetivo de aumentar a capacidade das máquinas que representavam as restrições analisando também a viabilidade econômica de realizar essa mudança.

As medidas sugeridas para elevar a capacidade das restrições seriam o treinamento do operador através de cursos de capacitação afim de diminuir o tempo para cumprimento dessa atividade e também a adoção de premiações para o colaborador que errar menos como a inclusão de um ganho variável por peça produzida.

A empresa não tinha disponibilidade de investir em novos recursos. A solução seria extrair o máximo da capacidade de ambas as restrições, fazendo com que as mesmas trabalhassem o tempo todo sem interrupções.

Segundo Noreen et al. (1996), nesta etapa deve-se “elevar” a utilização da restrição. Desta maneira, parte do trabalho que rotineiramente passaria pela restrição pode ser enviado para fábricas externas e, se a restrição for uma máquina, outra pode ser adquirida.

Para Cogan (2007), melhoramentos, como redução do tempo de preparação de máquinas, redução do tempo de parada de manutenção preventiva ou aumento do nível de habilidade do operário, podem ser realizados para melhorar o desempenho do sistema. 5. Elevar a inércia do sistema.

4.3.5. Elevando a inércia do sistema

No último passo, Csillag e Corbett Neto (1998) dizem que é preciso renovar o ciclo de melhoria para elevar a inércia do sistema. Se a restrição dos passos anteriores foi quebrada deve-se começar de novo.

De acordo com Travessini et al. (2013), se no quarto passo a restrição foi elevada e deixou de ser o elo mais fraco da corrente, deve-se retornar ao primeiro passo e identificar novamente o que impede a organização de alcançar um melhor desempenho. Desta forma, evita-se que inércia se torne a restrição do sistema.

5. Conclusão

Partindo do pressuposto de que a meta de toda empresa é ganhar dinheiro, a metodologia abordada pela Teoria das Restrições é fundamentada no ganho e não nos custos.

Esta metodologia estabelece o alcance desta meta através dos cinco passos: identificar as restrições do sistema; explorar as restrições do sistema; subordinar qualquer outra coisa à decisão acima; elevar as restrições do sistema; se nos passos anteriores uma restrição foi quebrada, volte ao primeiro passo, mas não deixe que a inércia se torne uma restrição do sistema.

A partir do estudo realizado em uma empresa de confecção de roupas, foi possível verificar que a identificação das restrições nas atividades não é uma tarefa fácil, em comparação com outros estudos realizados em empresas de natureza industrial. Mas sua aplicação não se restringe somente à empresa de manufatura, pois a ideia principal é focalizar a atenção nos problemas que possam impedir a empresa no alcance de suas metas, podendo então ser aplicada em qualquer entidade.

No estudo realizado foi identificada a restrição se encontra na operação ponta de cós, a partir destas informações obtidas, verificou-se a necessidade de explorar esta restrição, através o

treinamento do operador através de cursos de capacitação afim de diminuir o tempo para cumprimento dessa atividade e também a adoção de premiações para o colaborador que errar menos como a inclusão de um ganho variável por peça produzida. Conclui-se que a Teoria das Restrições pode ser utilizada como instrumento de gestão na atividade. Com efeito, ressalta-se que, nessa atividade, há um imenso campo para aplicação desta teoria e conceitos na condução de seus negócios.

REFERÊNCIAS

COGAN, Samuel. **Contabilidade Gerencial: uma abordagem da teoria das restrições**. São Paulo: Saraiva, 2007.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G.N. **Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CSILLAG, J. M.; CORBETT NETO, T. **Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura de empresas no Brasil**. São Paulo: Núcleo de Pesquisas e Publicações. EAESP/FGV/NPP, 1998. (Relatório de Pesquisas n. 17).

NOREEN, E. W.; SMITH, D.; MACKAY, J. T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: um relatório independente**. São Paulo: Educator, 1996.

TRAVESSINI, R. ZOCHE, L. BAUMGARTNER, D. BACK. L. **Identificação de gargalo em uma indústria de mangueiras com auxílio da Teoria das Restrições**. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa, 2013.

VILLAR, A. M.; SILVA, L. M. F. & NÓBREGA, M. M. **Planejamento, programação e controle da produção**. João Pessoa: Universitária, 2008.

Anexo

OPERAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Y
FRENTE BOLSO (PREGAR VISTO)	9,2	7,7	10,4	11,3	9,9	8,2	8,5	9,3	10,6	12,8	10,5	8,6	8,2	10,1	9,6	10,7	11,4	11	7,4	9,1	9,725
PREGAR BOLSO FRENTE	24,3	25,6	28,7	19,6	17,8	28,7	24	28	25,4	24,9	23,8	22,2	22,7	24,8	25,7	28,1	27,8	23,5	22,8	23,7	24,605
ACABAMENTO	29,3	33,7	38,5	35,6	33,4	32,5	38,6	35,5	33	32,1	35,8	39	34,8	37,8	31,9	32,4	32,7	34,6	31,6	38,9	34,585
FIXAÇÃO DO BOLSO	62,5	55	56,7	60,1	49,5	49,1	50,3	56,5	65,7	54,3	54,8	61,2	57,9	62,1	60	59,8	59,3	58,4	48,3	49,6	56,555
PREGAR ZIPER	35,5	34,8	33,5	36,6	35	34,2	33,8	35,8	34,2	34,5	36,7	36,6	33,8	32,9	35	35,6	34,7	35,8	35,2	36,3	35,025
FAZER O JOTA DO ZIPER (FRONTAL)	57,94	57,15	56,11	58,36	58,75	57,73	56,25	58,83	55,72	58,26	59,94	58,4	57,38	57,23	59,37	57,24	55,53	59,61	56,23	55,55	57,579
UNIÃO DAS PARTES (FRENTE FRONTAL)	134,95	144,16	131,89	144,3	135,58	127,8	127,1	132,35	138,57	120,71	134,74	128,2	121,02	128,13	129,35	122,33	121,81	123,22	130,67	121,56	129,92
FECHAMENTO DAS PALAS	18,09	16,1	16,24	17,21	18,97	17,21	18,18	16,42	16,18	17,7	16	18,55	18,04	18,81	18,04	17,69	16,6	18,64	16,47	18,97	17,506
MARCAÇÃO	20,44	21,59	21,32	21,6	20,36	21,64	20,99	20,76	20,96	21,29	21,61	20,41	21,24	21,79	20,29	21,32	20,88	20,51	20,2	21,13	21,017
PREGAR BOLSO TRASEIRO	65,99	70,69	69,54	67,85	70,98	67,61	66,84	68,87	69,06	68,34	70,83	66,53	65,73	69,97	68,2	68,63	67,85	71,91	70,46	67,61	68,675
INSPEÇÃO DE QUALIDADE	45,6	47,3	44,5	48,3	39,8	43,8	44,4	43,8	37,3	44,2	41	39,3	41,1	47,5	46,7	44,3	47,1	42,2	38,7	38,7	43,28
FECHAMENTO LATERAL	64,1	63,2	61,2	59,7	59,1	60	61,9	63,9	62,8	61	59,6	61,1	63,9	63,1	62,8	62,1	58,1	58,6	58	58	61,11
DESPONTO LATERAL	50,38	49,25	45,45	47,24	49,57	47,4	45,39	50,21	45,08	48,38	48,89	48,62	46,47	48,6	47,48	47,08	50,44	44,81	49,56	50,44	48,037
FECHAMENTO ENTRE PERNA	48,14	46,79	54,17	53,09	47,19	47,77	50,55	50,4	54,03	47,14	47,32	47,51	51,41	45,67	52,33	47,85	54,72	52,6	49,3	51,34	49,966
CÓS	81,37	74,92	78,68	74,81	79,16	70,2	77,93	71,81	74,35	70,19	75,63	76,41	79,19	75,47	80,65	79,16	75,54	76,87	80	75,9	76,412
COLOCAÇÃO DA ETIQUETA	35,98	36,94	37,58	33,1	37,13	31,61	34,17	31,63	36,05	30,93	35,92	32,53	35,47	34,24	31,32	37,55	32,83	37,39	32,13	33,57	34,404
PONTO DE CÓS	364,66	379,73	382,43	367,9	378,25	371,8	376,1	373,81	382,07	379,99	372,47	367,5	371,9	369,4	366,08	370,61	381,98	375,32	371,04	373,64	373,84
BAINHIA	95,8	105,78	98,29	116,74	102,25	109,93	121,6	96,38	98,68	83,93	81,12	89,19	81,07	83,04	82,91	79,51	81,95	83,87	82,96	85,12	83,025
ACABAMENTO	85	79,28	87,57	82,55	82,83	79,01	85,32	80,64	83,63	83,93	84,12	89,19	81,07	83,04	82,91	79,51	81,95	83,87	82,96	85,12	83,025
PASSANTE CINTO	148,47	143,11	145,73	150,17	141,55	148,54	141,1	144,7	147,91	148,96	146,73	144,7	141,86	151,04	143,12	142,28	140,92	147,08	151,87	151,94	146,09
LIMPEZA	128,93	127,44	128,79	126,68	126,65	125,78	124,3	127,25	129,64	129,62	122,15	127,3	129,93	123,3	130,17	122,64	131,16	131,97	130,09	122,48	127,32
INSPEÇÃO DE QUALIDADE	119,07	117,87	112,53	119,52	112,37	117,91	113,1	119,16	119,08	116,73	119,51	117,7	118,85	119,74	117,45	117,92	113,92	112,54	118,76	113,04	116,94
TOTAL	1722,3																				
TOTAL	28,706																				