



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Identificando fatores restritivos através de ferramentas tradicionais: A cronoanálise sob a perspectiva das restrições em uma indústria moveleira de Teresina-PI

DERICK RAPHAEL SILVA CHAVES

Uespi - Universidade Estadual do Piauí
derickraphael65@gmail.com

JOSE ALBERTO ALENCAR LUZ

FSA - Faculdade Santo Agostinho
josealberto@socimol.com.br

HELANO DIÓGENES PINHEIRO

Universidade Estadual do Piauí
helanodp22@gmail.com

WANDEY JEFERSON SILVA

FSA - Faculdade Santo Agostinho
wandeyj@hotmail.com



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade

International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

IDENTIFICANDO FATORES RESTRITIVOS ATRAVÉS DE FERRAMENTAS TRADICIONAIS: A CRONOANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DAS RESTRIÇÕES EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA DE TERESINA-PI

Resumo

Este artigo objetiva identificar fatores restritivos no processo de produção, identificar e avaliar gargalos através da cronoanálise e verificar como incorporar a cronoanálise à Teoria das Restrições visando a melhoria contínua. A principal base do trabalho foi buscar na literatura dados sobre o tema nos maiores diretórios de dados científicos, a pesquisa foi realizada com 17 colaboradores em Teresina – PI, análise de documentos existentes, e neste contexto foi possível identificar fatores restritivos na indústria estudada obteve-se os resultados que confirmam a importância da incorporação de ferramentas à teorias tornando viável a melhoria continuada minimizando as restrições em sistemas de produção.

Palavras-chave: Restrições, Gargalos, Cronoanálise.

Abstract

This article aims to identify restrictive factors in the production process, identify and assess bottlenecks through chronoanalyse and check how to incorporate chronoanalyse the Theory of Constraints for continuous improvement. The main basis of the work literature for data on the subject in the largest scientific data directories the survey was conducted with 17 employees in Teresina - PI analysis of existing documents and in this context were identified constraining factors in the study was obtained industry the results which confirm the importance of incorporating tools to theories making possible the continuous improvement minimizing the restrictions on production systems .

Keywords: Restrictions , Bottlenecks , Chronoanalyse.



1. INTRODUÇÃO

Atualmente a meta das organizações está voltada para o aumento da produtividade, no entanto, no decorrer da cadeia de suprimentos, e da cadeia produtiva, há fatores que restringem a produção e promovem desperdícios, para tanto faz-se necessária a busca pela eliminação destas, para que se atinja a meta de maximização da produtividade.

Restrições são comuns em sistemas produtivos pois trabalham de forma cíclica e iterativa com o propósito de produzir bens. Senge (2008) trabalha sistema como um todo percebido, a partir do qual, os diversos elementos constituintes do sistema mantêm-se juntos, à medida que estes elementos afetam continuamente uns aos outros ao longo da dimensão temporal atuando para o alcance de um propósito.

Na gestão de operações a TOC se faz bastante relevante quanto a identificação e elevação de gargalos. Gupta e Boyd (2008) sugerem que a Teoria das Restrições (TOC) reúne qualidades suficientes para ser considerada uma teoria viável à gestão de operações (*OM – operational management*) em um sentido mais amplo. Os “gargalos” comprometem a eficiência do sistema, se fazendo necessário investigar quais são os fatores limitantes da produção em indústrias de painéis.

O consumo de painéis de madeira reconstituída foi crescente em todo o mundo na última década. Em 2012 a produção mundial total alcançou 299.512.338 m³ (FAO, 2013), com destaque para os painéis de partículas (aglomerados e OSB), compensados e MDF (BASSO et al., 2014).

O Brasil respondeu com 3,5% da produção mundial e o setor apresenta-se em constante crescimento. Na última década houve um incremento de produção de mais de 50%, passando de 6.603.986 m³ em 2002 para 10.164.022 m³ em 2012 (FAO, 2013). Este incremento se deu, principalmente, ao aumento da produção dos painéis de material particulado (aglomerado, OSB e MDF), (BASSO et al., 2014).

No artigo identifica-se os principais fatores restritivos do processo produtivo de uma indústria que atua na produção de guarda roupas e cômodas em Teresina – PI, além de descrever como a Teoria das Restrições incorpora a técnica de cronoanálise.

O artigo fundamenta-se sob a ótica da Teoria das Restrições, literatura básica para identificação de restrições (gargalos) em sistemas produtivos, e relacionou-se com a cronoanálise, técnica de tomada de tempos. Para tal analisou-se artigos de bases confiáveis, teorias e técnicas aplicadas à gestão de operações para proporcionar maior robustez à discussão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. BREVE HISTÓRICO

Durante a era científica da administração com a ORT (Organização Racional do Trabalho), propulsora do estudo dos tempos e movimentos Taylor (1990) afirma que os sistemas devem aplicar métodos científicos de pesquisa e experimentos para formular princípios e estabelecer processos padronizados, além disso, concluiu que os operários aprendiam a maneira mais eficiente de realizar a tarefa apenas observando a execução de outro operário mais capacitado, e dessa forma encontrando-se a maneira mais eficiente e o aumento da produtividade nivelando a capacidade produtiva individual entre eles.

O Taylorismo e o Fordismo foram as duas primeiras tentativas clara de racionalização do trabalho através da busca da eliminação de tempos desnecessários. No taylorismo houve a racionalização da produção através da ORT – Organização Racional do Trabalho, que



fraciona o trabalho enquanto no fordismo, o ritmo do trabalho é definitivamente retirado do controle do trabalhador.

“Na racionalização taylorista – afirma André Fourgeaud – a tarefa fracionária é minuciosamente regulada no boletim de trabalho, origem rígida em que os movimentos por realizar são calculados em segundos e centésimos de segundos. Nas oficinas de Ford, continua este autor, todas as execuções do trabalho são igualmente medidas pelo cronômetro: o estudo cronométrico é também aqui, a base do fracionamento do trabalho: mas não se trata, neste caso, senão de um conjunto cronométrico de toda a execução de uma tarefa e *nunca* dos tempos dos movimentos isolados (RAMOS, 2009, p.63)”.

A ORT atua com base em aspectos peculiares para o desenvolvimento do estudo de restrições, como: análise do trabalho e estudo dos tempos e movimentos; divisão do trabalho e especialização do operário; estudo da fadiga humana; incentivos salariais; condições de trabalho e a padronização.

Com a linha de montagem fordista, os sistemas de racionalização do trabalho de Taylor alcançaram seu ponto máximo em termos de produtividade.

O passo seguinte veio com a contribuição japonesa, que manteve os ganhos de produtividade sem os inconvenientes desperdícios provocados pela produção em massa.

A produção enxuta veio como uma evolução que sobrepôs o sistema de produção em massa. E trouxe consigo muitos benefícios para a produção. Identificou-se que no Japão o sistema produtivo era mais eficiente e possuía uma qualidade e produtividade melhor.

A produção enxuta surgiu como uma mudança na manufatura, pois a mesma impôs a mudança em todos os estágios do processo de disponibilização do produto para o cliente, entre eles: a relação com os fornecedores, projeto e engenharia, organização e distribuição interna da fábrica. Isso fez com que a produtividade fosse aumentada.

Enquanto a produção em massa trabalha na produção de altas quantidades de produtos acabados, a produção enxuta propõe produzir somente o necessário e em lotes de fabricação pequenos, além de permitir alta variedade de produtos.

Com a difusão das técnicas produtivas, as empresas competidoras tendem a adotar procedimentos cada vez mais parecidos, afetando seu potencial competitivo, tanto para diferenciar-se dos competidores como para aumentar a rentabilidade de suas operações.

A abordagem inicial da produção enxuta diz respeito ao gerenciamento da qualidade, pois era um fator pouco observado na produção em massa e alvo da produção enxuta.

Na produção enxuta busca-se aprimorar sempre os métodos e produtos para se obter a qualidade e, com isso, alcançar a eliminação do desperdício em todas as etapas da produção.

A tecnologia de otimização da produção (OPT) proposta por Goldratt foi posteriormente desenvolvida para melhorar o sistema produtivo e planejar considerando as capacidades de cada seção, dessa forma identificando os limitantes, explorando a restrição, após isso, balanceando as outras seções e posteriormente fazendo com que o gargalo seja elevado quanto à capacidade. Por último após a elevação de capacidade para que o processo de melhoria continue, retorna-se ao primeiro passo e dessa forma se obtém o melhoramento contínuo.

2.2. TEORIA DAS RESTRIÇÕES – THEORY OF CONSTRAINTS (TOC)

A *Theory of Constraints* (TOC) é uma filosofia gerencial desenvolvida na década de 1980 por Eliyahu Goldratt. A teoria das restrições tem como objetivo principal na sua implantação, a identificação e eliminação de gargalos em processos através da sincronização



da produção, seja qual for a área de aplicação (comércio, indústria, administração superior, ou um setor específico). Pergher et al. (2011) consideram que a teoria das restrições é formada por um conjunto de indicadores, divididos entre as classes locais e globais, com o objetivo comum de gerenciar globalmente a organização na direção da meta da empresa.

Para Santos et al. (2010), a teoria das restrições, também conhecida como manufatura síncrona ou tambor-pulmão-corda, é fundamentalmente um processo de melhoramento contínuo baseado em uma metodologia composta de cinco etapas em que a gestão das restrições leva a empresa a uma visão sistêmica global.

Conforme Goldratt (1992 *apud* Gusmão 2004) A TOC tinha como objetivo resolver problemas pontuais da área da manufatura, mais precisamente como uma técnica de planejamento da produção com ênfase na administração de gargalos e na sincronização da produção, a partir da utilização de um sistema de informação específico denominado *software* da OPT (*Optimized Production Technology*). Servindo de base para formulação de princípios básicos que guiam TOC, fazendo com que a logística e programação da produção fosse beneficiada.

Após o desenvolvimento do sistema de gerenciamento otimizado de produção e formulação de princípios de uma teoria de gerenciamento, alguns conceitos inovadores como o de TPC (Tambor – Pulmão - Corda), foram sendo incorporados a TOC.

Lacerda & Rodrigues (2007) diferenciam o software OPT do pensamento OPT, ao afirmar que o pensamento OPT é a formalização de princípios que embasava o software OPT e que o livro A Meta propunha popularizar tal pensamento e princípios.

Os princípios básicos da TOC tratam especificamente que: toda organização tem uma meta ser alcançada, onde os recursos das mesmas devem ser subordinados para o alcance da meta da organização; as organizações são mais que a soma de suas partes, pois interagem entre si, para o alcance da meta; o desempenho de uma organização está restringido por poucas variáveis, pois todos os sistemas são dependentes entre si (Ptak e Schragenheim 1999).

Segundo Watson et al. (2007), as técnicas da TOC foram evoluindo da OPT para outros conceitos segmentados que são classificados na literatura como “Eras” de acordo com seu surgimento em ordem cronológica:

- Era 1 – OPT – conforme descrito anteriormente, a Optimized Production Technology foi o início do desenvolvimento da TOC com a criação de um programa de agendamento para aumentar a produção, chamado de “o algoritmo secreto”.
- Era 2 – A Meta – também conforme apresentado anteriormente. O livro A Meta tinha como objetivo principal educar trabalhadores para seguir os horários da OPT.
- Era 3 – A Síndrome do Palheiro – surgiu quando os defensores da TOC consideraram que a contabilidade de custos tradicional era antiquada, pois poderia fornecer informações enganosas para a tomada de decisão. Assim, nessa era articulam-se as medidas da TOC.
- Era 4 – O Processo de Raciocínio – iniciou-se em 1994 com a publicação do livro “It's Not Luck” (Não é sorte) por Goldratt. Conforme sua preferência pelo método socrático e dirigido a auto-descoberta, este não é um livro de receitas para a implementação de soluções genéricas TOC. Ao contrário, apresenta um roteiro para descobrir soluções inovadoras para problemas complexos não estruturados: os processos do pensamento (PP). O objetivo identifica claramente as políticas de gestão como uma fonte significativa de eventuais limitações.
- Era 5 – A Corrente Crítica - é um método de programação e controle de projetos baseados na lógica TOC.

O Processo de Aperfeiçoamento Contínuo surgiu ainda nos primeiros anos da formulação da teoria das restrições e assim como a OPT, proporcionou a sistematização da produção, o desenvolvimento da mesma e dos indicadores de desempenho. No entanto à



medida que foi se aplicando a TOC em organizações percebeu-se que as restrições passaram a ser em estruturas de alta complexidade de análise e para tal Eliyahu Goldratt criou o método *Thinking Process* e disseminou em seu livro “Mais que sorte: Um processo de raciocínio” (GOLDRATT, 1994).

A Teoria das Restrições se tratando da logística, basicamente refere-se ao balanceamento do fluxo do processo e extinção dos gargalos num sistema de produção através do processo de focalização de 5 etapas. De acordo com Goldratt (1997 citado por NEUMANN, 2004), deve-se:

- i) **identificar** as restrições do sistema;
- ii) **explorar** a restrição; para então **subordinar** todos os demais recursos a ela;
- iii) **eleva**r a sua capacidade e;
- iv) se a atual restrição não for mais um gargalo, **encontrar** a próxima retornando ao passo inicial.

Segundo Barnard (2010) uma das principais proposições da TOC para um processo de melhoria contínua, baseado em como lidar com as restrições, é o ciclo representado pelos cinco passos de focalização (Five Focusing Steps – 5FS). Por tanto o gerenciamento das restrições é uma ferramenta para controlar e planejar a produção de bens e serviços.

2.3 CRONOANÁLISE

O estudo dos tempos e movimentos na indústria é de grande importância para o desenvolvimento das organizações modernas. Foi um dos pilares da produção em larga escala, na qual, geralmente, se obtém o lucro através da quantidade produzida e, conseqüentemente, de produtos vendidos.

Campos (2004 apud CHIROLI, 2011) relata, que as organizações humanas são constituídas em três elementos básicos: *hardware*, *software* e *humanware*, respectivamente, equipamentos, materiais e os métodos e o ser humano.

O tempo das operações, setups e manutenção de máquinas, assim como, a movimentação de pessoas, materiais e capacidade produtiva de pessoas e máquinas, guiam o ritmo da produção e impactam diretamente na quantidade produzida.

Barnes (1977 apud CHIROLI, 2011) explica que o estudo de movimentos e de tempos é o estudo dos sistemas de trabalho com os objetivos de desenvolver o melhor método, padronizar o sistema escolhido, determinar os tempos de operações em ritmo normal, orientar e treinar.

Ainda sobre Chirolí, o mesmo ressalta que a cronoanálise é uma ferramenta aplicada para cronometrar e estudar o tempo que uma pessoa leva para realizar uma operação, em um processo industrial. Assim, por meio da cronometragem, calcula-se o tempo que um operador qualificado, trabalhando em ritmo normal, executa seu trabalho sem dificuldade.

Outro fator de extrema importância quando se trata de maximização da produtividade são as metas, elas quem regulam os tempos padrões de produção e tem como objetivo um planejamento para a melhor utilização dos recursos como: tempo e materiais disponíveis. É importante também por ser uma ferramenta que proporciona a avaliação e/ou mensuração do nível de rendimento de acordo com a capacidade produtiva de cada seção.

Para Costa et al. (2008), o estudo de tempos e movimentos objetiva a determinação da capacidade produtiva de um setor ou de uma linha de produção. Desta forma, é possível a comparação com a capacidade real, gerando informações para tomada de decisões.



Segundo Oliveira (2009, apud CHIROLI, 2011), a cronoanálise é o método utilizado para cronometrar o tempo de execução de tarefas no fluxo produtivo, para que se possa posteriormente, realizar análise dos tempos de tolerância de acordo com as necessidades fisiológicas do funcionário, possíveis quebras de máquinas, entre outros fatores, diminuindo ainda possíveis fadigas e eliminando ociosidade. Ao determinar-se o tempo padrão (TP) de uma tarefa, afirma Moreira (1993), que ao menos dois fatores de grande utilidade são alcançados, que são o estudo posterior para determinar o custo industrial associado ao produto e a possibilidade de se poder avaliar através de resultados obtidos no TP se houve melhorias significativas no método de trabalho.

Além disso, a cronoanálise também é responsável pelo estudo da ergonomia, visando uma postura melhor para realização de operações, melhoria no processo produtivo e adaptações de layout, sempre buscando uma maior produtividade.

Martins e Laugeni (2005) contextualizam que as medidas de tempos e padrões de produção são dados importantes para estabelecer padrões, a fim de obter um planejamento da fábrica utilizando os recursos disponíveis, avaliar o desempenho da empresa, fornecer dados para que se possam determinar custos de fabricação, orçamentos, custo de novos produtos, abertura para o estudo de balanceamento de estrutura de produção, comparações e análises.

Com isso nota-se que a melhoria contínua vem como consequência da implantação desta técnica ou ferramenta de trabalho.

Os procedimentos de coleta de dados na cronoanálise são os fatores que mais podem interferir na qualidade dos dados coletados e influenciam diretamente na definição das metas de produção.

Para todo procedimento de coleta existe um método que deve ser seguido e direcionamento para o melhor aproveitamento das informações.

Segundo Michelino (1964, apud CHIROLI *et. al.* 2011), um Estudo de Tempos é composto por quatro fases:

- Preliminares - consiste em entrar em contato com o ambiente de trabalho, identificar a operação, verificar o material e o equipamento e anotar a data e hora do estudo;
- Análises da Operação - esta fase engloba as seguintes atividades: descrever a operação em seu conjunto; verificar as condições de trabalho; traçar o croqui do lugar de trabalho; descrever os elementos da operação; e, criticar o método usado.
- Cronometragem - esta etapa consiste em definir os pontos de leitura, ler e anotar os tempos de vários ciclos sucessivos, tomar nota de qualquer irregularidade, avaliar e anotar a atividade do operador e anotar os coeficientes de fadiga.
- Cálculos - esta fase é composta das seguintes atividades: eliminar erros e irregularidades; calcular as médias das atividades e dos tempos; normalizar os tempos médios; calcular os tempos-base; determinar o tempo-base do ciclo por unidade; determinar as tolerâncias para demora; e, calcular o tempo-padrão por unidade.

Camarotto (2005 apud CHIROLI, 2011) apresenta uma metodologia básica para o estudo, que afirma que a realização do estudo dos tempos completo, é necessário realizar oito etapas básicas:

1. Selecionar o trabalho ou processo a ser estudado;
2. Registrar por observação direta enquanto acontece o trabalho, através de técnicas apropriadas e manter os dados para futuras análises;
3. Examinar os dados registrados para verificar sua adequação com os objetivos propostos, sua ordenação, magnitudes e os melhores meios para sua obtenção;
4. Idealizar o método mais econômico e racional para as circunstâncias em estudo;



5. Medir a quantidade de trabalho que o método escolhido exige e calcular o tempo padrão para sua execução;
6. Definir o novo método e seus tempos correspondentes para que possa se tornar rotina;
7. Implantar o novo método com prática geral e;
8. Manter o uso da nova prática mediante procedimentos de acompanhamento e controle adequado.

Todas essas formas são trabalhadas como papel primordial do cronoanalista, ou supervisor de produção, o que proporciona melhoria a contínua.

Slack et al (2002, apud PEINADO, 2007) adotam a seguinte definição para a avaliação de ritmo dos tempos observados:

Processo de avaliar a velocidade de trabalho do trabalhador relativamente ao conceito do observador a respeito da velocidade correspondente o desempenho padrão. O observador pode levar em consideração, separadamente ou em combinação, um ou mais fatores necessários para realizar o trabalho, como a velocidade de movimento, esforço, destreza, consistência etc.

A determinação do tempo normal para uma operação não contém qualquer tipo de tolerância e é composta somente pelo tempo coletado e a velocidade ou ritmo que o operador desempenha a tarefa.

O tempo normal deve ser executado pelo funcionário qualificado e operando em ritmo normal. O mesmo é definido da seguinte forma segundo Peinado (2007):

$$TN = TC \times V \quad \left\{ \begin{array}{l} TC - \text{Tempo Cronometrado} \\ V - \text{Velocidade (\%)} \\ TN - \text{Tempo Normal} \end{array} \right.$$

No tempo padrão para determinada operação, é acrescido a variável tolerância onde a mesma se refere às necessidades fisiológicas como: ir ao banheiro, beber água e etc.; às necessidades da produção como: regulagem de máquinas, setups e lubrificações. Conforme sugerido por Stevenson (2001 apud. PEINADO,2007 p.102).

Sendo assim, Peinado (2007) define o TP definido pela seguinte fórmula:

$$TP = TN \times FT \quad \left\{ \begin{array}{l} TP - \text{Tempo Padrão} \\ TN - \text{Tempo Normal} \\ FT - \text{Fator de Tolerância} \end{array} \right.$$



Quadro 1 – Tolerâncias de trabalho

DESCRIÇÃO	%	DESCRIÇÃO	%
A. Tolerâncias invariáveis:		4. Iluminação deficiente:	
1. Tolerâncias para necessidades pessoais	5	a. ligeiramente abaixo do recomendado	0
2. Tolerâncias básicas para fadiga	4	b. bem abaixo do recomendado	2
B. Tolerâncias variáveis:		c. muito inadequada	
1. Tolerância para ficar em pé	2	5. Condições atmosféricas (calor e umidade) – variáveis	0-10
2. Tolerância quanto à postura		6. Atenção cuidadosa	
a. ligeiramente desajeitada	0	a. trabalho razoavelmente fino	0
b. desajeitada (recurvada)	2	b. trabalho fino ou de precisão	2
c. muito desajeitada (deitada, esticada)	7	c. trabalho fino ou de grande precisão	5
3. Uso de força ou energia muscular (erguer, puxar ou levantar)		7. Nível de ruído:	
Peso levantado em quilos		a. contínuo	0
2,5	0	b. intermitente – volume alto	2
5,0	2	c. intermitente – volume muito alto	5
7,5	2	d. timbre elevado – volume alto	5
10,0	3	8. Estresse mental	
12,5	4	a. processo razoavelmente complexo	1
15,0	5	b. processo complexo, atenção abrangente	4
17,5	7	c. processo muito complexo	8
20,0	9	9. Monotonia:	
22,5	11	a. baixa	0
25,0	13	b. média	1
27,5	17	c. elevada	4
30,0	22	10. Grau de tédio	
		a. um tanto tedioso	0
		b. tedioso	2
		c. muito tedioso	5

Fonte: Stevenson 2001 (*apud* Peinado 2007 p. 102)

As tolerâncias são fatores fundamentais para a definição de metas de trabalho e na determinação dos tempos padrões, para cada tipo de fadiga se define uma tolerância mínima que esteja de acordo com o que o ser humano pode executar da melhor forma sem prejuízos à saúde.

3. MÉTODOS DA PESQUISA

Para alcançar o objetivo de pesquisa proposto, utilizou-se de pesquisa descritiva com o objetivo descrever os elementos do processo produtivo, identificando os fatores restritivos da produção com uso da técnica de cronoanálise. Para coleta de dados, utilizou-se de técnicas padronizadas de coleta de dados tais como: questionário e observação sistemática (Gil, 2008).

Os procedimentos técnicos para levantamento de dados para o estudo de caso foram realizados através de pesquisa documental, pesquisa de campo e entrevista, além de, um levantamento bibliográfico para maior fundamentação. Os dados foram analisados a luz da teoria das restrições

O trabalho foi realizado em uma indústria moveleira de grande porte, com capacidade média de produção mensal de 3600 guarda roupas, com mais de 30 anos no mercado, na cidade de Teresina no estado do Piauí.

O questionário foi aplicado com a população de 16 colaboradores que atuam na linha de produção de móveis de painéis onde permitiu-se a escolha de mais de uma alternativa e a enumeração de alternativas entre 1 e 3 quanto a grau de relevância. Para a identificação do gargalo foi analisado um dos doze modelos de guarda roupa seguindo as etapas previstas pela cronoanálise, para que a coleta de todos os 144 tempos padrões, divididos em cinco secções, fosse possível. Através da ferramenta de “filtros” do *Microsoft Office Excel 2011*, as operações e tempos padrões foram listados e agrupados por secção e, dessa forma, obteve-se o tempo padrão para processamento por secção (CORTE, ESQUADRA BORDA, FURAÇÃO, PINTURA e EMBALAGEM).



A análise do questionário foi feita de acordo com a frequência de escolha de cada colaborador e foi elaborado gráficos para melhor visualização.

4. ANÁLISES DOS RESULTADOS

4.1 – FATORES RESTRITIVOS NA INDÚSTRIA DE PAINÉIS

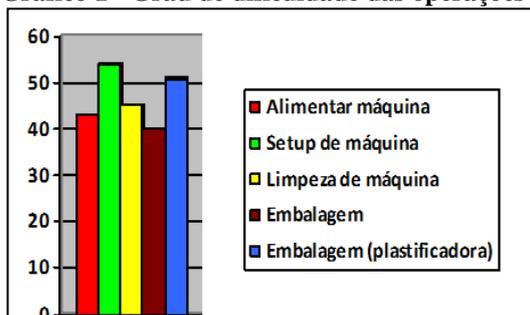
A partir da análise observacional por ficha de acompanhamento, pode-se verificar que existem efeitos indesejáveis que impactam na produtividade e eficiência do setor:

1. Setups de máquinas - Duram cerca de uma hora e vinte minutos no caso da linha de furação; esquadra borda 30 minutos; corte 20 minutos; pintura 50 minutos; embalagem 20 minutos.
2. Alto inventario de material – Estoques de subprodutos em processo indicando secção com menor capacidade, logo os mesmos são “sintomas” do gargalo.
3. Esforço físico e fadiga - Por se tratar de peças geralmente entre 1 e 10 quilos, além de um efeito indesejável é fator a ser considerado na tolerância conforme Stevenson (2001 *apud* Peinado 2001).
4. Manutenção corretiva - Por se tratarem de máquinas desatualizadas para a demanda
5. Lead time elevado
6. Demanda instável - Em períodos de elevação no número de pedidos a quantidade de mão de obra empregada alinha-se à nova demanda

Tais resultados da ficha de acompanhamento confirmam que há sintomas de efeitos indesejáveis e que há fatores que limitam a produtividade em algum momento no processo produtivo que será identificado mais a frente.

Analisando o questionário obteve-se os seguintes gráficos:

Gráfico 1 - Grau de dificuldade das operações

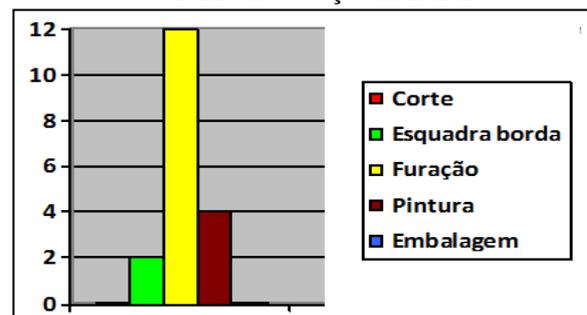


Fonte: Gráfico gerado pela pesquisa, 2016

À respeito da secção mais lenta, segundo a população questionada acreditava-se que a linha de furação e logo após a linha de pintura seriam as secções mais lentas respectivamente.

Verificou-se que o setup de máquina é a operação com maior dificuldade, visto que se demanda muito tempo para realizá-la, seguido das operações na embalagem (plastificadora), pois a mesma envolve uma máquina com temperatura elevada e que envolve esforço físico elevado segundo a amostra analisada.

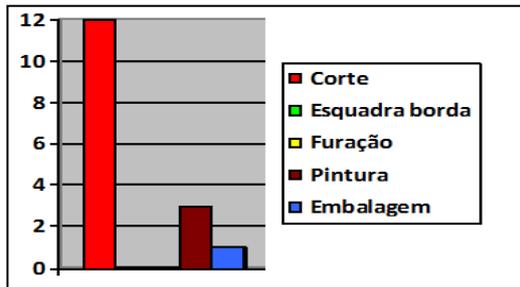
Gráfico 2 – Secção mais lenta



Fonte: Gráfico gerado pela pesquisa, 2016



Gráfico 3 – Secção mais veloz

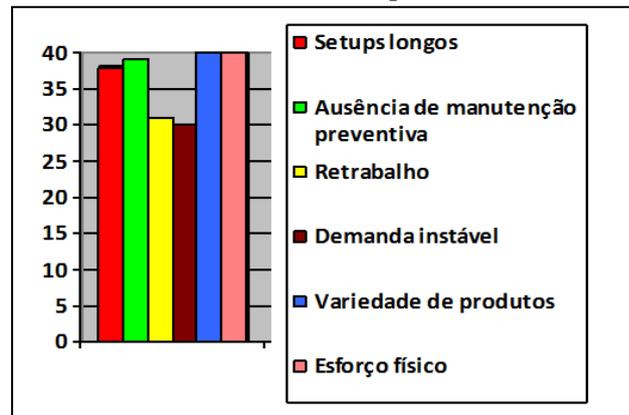


Fonte: Gráfico gerado pela pesquisa, 2016

Verificou-se os fatores que mais impactam na produtividade conforme literatura e segundo o questionário são respectivamente: Variedade alta de produtos e esforço físico, ausência de manutenções preventivas e setups longos.

A secção com maior capacidade produtiva segundo a entrevista foi a secção de corte, seguida da secção de pintura as quais, posteriormente serão avaliadas quanto aos tempos e capacidades, permitindo a visão real entre as secções.

Gráfico 4 – Limitantes da produtividade

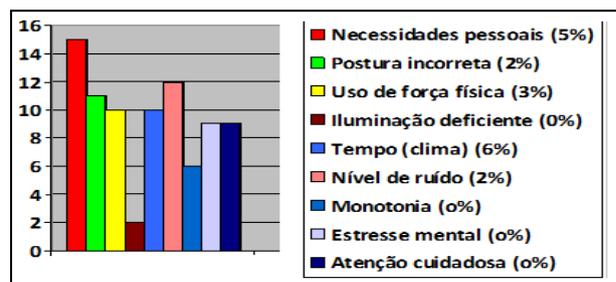


Fonte: Gráfico gerado pela pesquisa, 2016

4.2 - IDENTIFICANDO GARGALOS ATRAVÉS DA CRONOANÁLISE

Foi considerado no cálculo do tempo padrão tolerância de 18% para as operações de acordo com o quadro 1 segundo Peinado (2001 p. 102) e segundo os cinco itens de maior frequência obtida através questionário como fatores mais relevantes.

Gráfico 5 – Fatores considerados para a tolerância



Fonte: Gráfico gerado pela pesquisa, 2016

A identificação do processo é feita no momento em que se aborda o chefe de setor e operador para conscientização da tomada de tempo e solicitação para realização da atividade em ritmo normal.

As observações são feitas durante a execução da operação e através da ficha de acompanhamento.

Após isso os dados registrados são examinados verificados e definido se estão de acordo com a realidade.

Calculou-se o tempo padrão de operações para obter a meta para cada operação e repassou-se as informações a respeito de métodos, metas, tempos padrões e postura adequada para a realização do trabalho, sempre fazendo o acompanhamento dos procedimentos adotados.



Através dos tempos coletados permite-se a identificação da secção com menor desempenho, levando em consideração a realidade atual setorial e capacidade produtiva, dessa forma obteve-se os seguintes quadros.

A linha de corte possui o menor tempo padrão para processamento de peças, fazendo da mesma secção de maior capacidade, apesar de possuir número de pessoas inferior a maioria das secções.

Quadro 2: Análise da linha de corte

Linha de Corte		
Tempo padrão	11,097	min
Tolerância	18	%
Numero de pçs/pessoa/hr	4,582	
Quant. Pessoas	3	
Produção Grupo/Dia	115,9125	
Tempo disponível	60	min

É a linha mais constante, a que apresenta o menor número de parada de máquina e é a secção que tem desempenho mediano quanto aos tempos padrões, portanto está exatamente entre as secções mais rápidas e as mais lentas.

Quadro 3: Análise da linha de esquadra borda

Linha de Esquadra borda		
Tempo padrão	18,417	min
Tolerância	18	%
Numero de pçs/pessoa/hr	2,761	
Quant. Pessoas	4	
Produção Grupo/Dia	93,0672	
Tempo disponível	60	min

Quadro 4: Análise da linha de furação

Linha de Furação		
Tempo padrão	17,209	min
Tolerância	18	%
Numero de pçs/pessoa/hr	2,955	
Quant. Pessoas	3	
Produção Grupo/Dia	99,643	
Tempo disponível	60	min

A linha de furação se mostrou, a secção com o segundo melhor desempenho para o modelo de guarda roupa.

Na linha de pintura identificou-se o maior tempo padrão, indicando ser a secção de restrição do sistema produtivo da indústria moveleira.

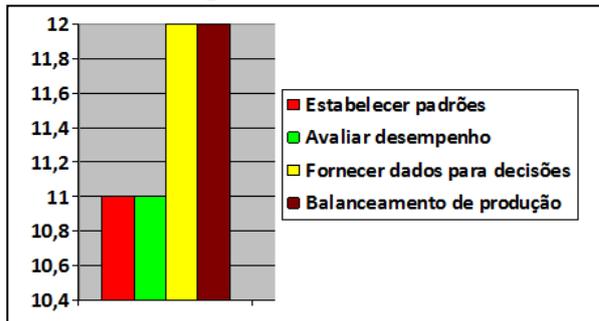
Figura 4: Análise da linha de pintura

Linha de Pintura		
Tempo padrão	20,424	min
Tolerância	18	%
Numero de pçs/pessoa/hr	2,49	
Quant. Pessoas	4	
Produção Grupo/Dia	83,9628	
Tempo disponível	60	min

Quanto aos tempos, considera-se a secção de embalagem como sendo a segunda secção mais lenta de todo o sistema.

Figura 5: Análise da linha embalagem

Linha de Embalagem		
Tempo padrão	19,5	min
Tolerância	18	%
Numero de pçs/pessoa/hr	2,608	
Quant. Pessoas	4	
Produção Grupo/Dia	87,9249	
Tempo disponível	60	min

**Gráfico 6 – Principais benefícios da Cronoanálise**

Os resultados obtidos com a frequência na questão 6 revelam que os principais benefícios da cronoanálise são: fornecer dados para tomada de decisão, balanceamento de secção ou estruturas produtivas e permitir o estabelecimento de padrões de metas de produção e de processos, possibilitando a avaliação constante do desempenho da empresa.

Fonte: Gráfico gerado pela pesquisa, 2016

Tais benefícios identificados estão de acordo com a teoria (Barnes 1977 *apud* Chirolli e Martins e Laugeni, 2005).

4.3 - TEORIA DAS RESTRIÇÕES INCORPORANDO A CRONOANÁLISE.

O procedimento de coleta utilizados foram seguidos da seguinte forma:

1. Identificou-se o processo e o produto a ser estudado.
2. Registrou-se por observação direta enquanto acontece o trabalho.
3. Examinou-se os dados registrados
4. Calculou-se o tempo padrão para sua execução conforme Stevenson (2001 *apud* Peinado 2007).
5. Verificou-se a secção de menor capacidade através dos tempos.
6. Sugeriu-se a estratégia de elevação do gargalo.

Procedimentos de coleta proporcionaram uma visão real do setor estudado estando de acordo com o que propõe Camarotto (2005) e Goldrat (1997 *apud* Neumann 2004) incorporando a técnica de cronoanálise ao processo de focalização de cinco etapas proposto pela TOC.

As capacidades produtivas de cada setor quando desbalanceadas geram gargalos e um dos objetivos da cronoanálise é realizar o balanceamento que possibilite uma melhor programação de produção. De acordo com isso Martins e Laugeni (2005) antes do balanceamento, se estabelece padrões através dos tempos e, daí fazer análises de desempenho.

Temos tal incorporação enquanto na teoria das restrições temos na primeira fase do processo de focalização de cinco etapas a identificação do gargalo, na cronoanálise se faz necessário para que se possa definir por onde se iniciar o processo de cronometragem, através do mapeamento do processo produtivo, associando assim as duas teorias para a identificação do gargalo.

Na segunda fase se explora a restrição objetivando identificar o gargalo, quando incorporada a cronoanálise à TOC pode-se através das metas calculadas e capacidades de produção perceber que a identificação da secção com menor desempenho foi facilitada.

Na terceira fase temos a subordinação à restrição onde as demais seções são condicionadas a trabalhar no mesmo ritmo do gargalo e assim evitar pulmão e desperdícios de materiais, no caso estudado, foi feito através do balanceamento das seções de acordo com as capacidades de produção identificadas.



Na quarta fase, a elevação da capacidade é feita somente quando há alteração em algum dos fatores de produção, ou seja, elevando capacidade da máquina, alterando quantidade de operários, ou otimização de layout.

Na quinta fase é realizada a análise da implantação e o retorno ao primeiro passo, para que se identifique o novo gargalo e assim realizar o mesmo processo de subordinação e elevação das capacidades.

Associando a concepção de Barnard (2010) à realidade estudada, entende-se que as restrições influenciam na disponibilidade da produção como um todo, e por isso é necessário focar na melhoria contínua, eliminando desperdícios e balanceando a produção, para promover uma mudança de paradigmas após sua implantação.

O estudo dos sistemas de trabalho com o propósito de desenvolver o melhor método, padronizar o sistema e determinar os tempos padrões em ritmo normal possibilita o melhoramento contínuo reafirmando o que relata (Barnes 1977 *apud* Chirolli). A cronoanálise é uma ferramenta que atua diretamente na determinação de metas, ergonomia e melhores práticas.

Para a cronoanálise só é possível elevar as capacidades alterando fatores como: quantidade de pessoas, desempenho da máquina, tempos de paradas, entre outros, o mesmo afirma Costa et al. (2008) que quando se eleva determinada capacidade pode-se ter uma visão real do funcionamento do sistema, dessa forma o funcionamento de uma segunda linha de pintura elevaria a capacidade produtiva da mesma proporcionando uma exploração da restrição de forma eficiente.

Essa metodologia de identificação de gargalos através dos tempos e movimentos dos processos que compõem o ciclo produtivo de fabricação de determinado produto, promove a identificação de quais seções operam a uma velocidade menor que as demais linhas provocando o que chamamos de gargalos e, através disso pode-se desenvolver estratégias para minimizar esse acontecimento melhorando o ciclo produtivo, a produtividade e consequentemente a eficiência de cada seção

5. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo identificar fatores restritivos no processo de produção, identificar gargalos através da técnica de cronoanálise e verificar como incorporar a cronoanálise à Teoria das Restrições visando a melhoria contínua.

A metodologia aplicada fornece aplicação e resultados fidedignos à realidade do campo estudado para maior conhecimento sobre o tema e as principais constatações sobre o tema foram:

O fato de a indústria estudada ter um setor para que se possa verificar continuamente a necessidade de melhorias e retomadas de tempos padrões atualização das metas proporciona a melhoria contínua.

A tomada de tempos é a atividade essencial da cronoanálise, além de melhorias ergonômicas, mapeamento de fluxo de materiais, ritmo e intensidade da produção, estudo da fadiga, tornando a tolerância é um fator importante para determinação de metas.

Os tempos padrões proporcionaram a visualização de que quanto menor o tempo padrão, mais ágil é o processo em cada seção, a partir daí, conclui-se que a linha de pintura é a seção menos afetada com quaisquer fatores que limitem a produção, a única das cinco seções que realizam manutenções e limpezas preventivas, logo uma das que menos apresenta dificuldades para produzir, porém em aversão ao resultado obtido através do gráfico 2, é a seção que mais leva tempo para processamento de peças (*lead time*) logo a seção gargalo do sistema.



Na linha de embalagem onde tem-se a capacidade produtiva proporcional a quantidade de colaboradores, deixa a seção vulnerável à fadiga do mesmo, fazendo com que em alguns momentos possa se tornar o gargalo do setor.

Identificada a restrição conclui-se que o setup de máquinas de modo geral, considerado fator limitante no gráfico 1, não afeta e nem compromete a capacidade geral do sistema, assim como as peças relativamente pesadas e fadiga.

Para tanto, ferramentas como o estudo dos tempos e movimentos se fazem extremamente útil na atualidade para a identificação de restrições nos sistemas

A associação da TOC com a técnica de cronoanálise proporciona o melhoramento contínuo dos processos, além disso, o processo de identificação através da cronoanálise isenta a necessidade da primeira etapa do processo pela TOC, visto que a medida de tempos e capacidades é algo monitorado constantemente, logo, mais consistente. Contudo é necessária a adoção das melhores práticas, para que se obtenham os melhores resultados.

Reavaliar continuamente o processo de raciocínio e focalização e refazê-lo é o que vai proporcionar a organização uma melhoria continuada, pois a TOC se trata de uma ferramenta de gerenciamento dos sistemas produtivos transformando restrições em efeitos desejáveis, minimizando custos, através de balanceamento de capacidades e fluxo, portanto a associação dessas duas teorias é de fundamental importância para que se possa verificar e otimizar os processos.

Como indicação de trabalhos futuros a TOC quando associada a custos de produção é um campo vasto a ser explorado pela pesquisa científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNARD, A. Continuous Improvement and Auditing. In: COX III, J.F.; SCHLEIER, J.G. (Org.). **Theory of Constraints Handbook**. New York: McGraw-Hill, 2010, p.403-454.
- BASSO, Vanessa M. FIGUEIRÓ, C. G. ANDRADE, Bruno G. de. JACOVINE, L. A. G. CARNEIRO, A. de C. O. - **Mercado de produtos madeireiros certificados na indústria de painéis**. Revista da Madeira. Ed. nº140, outubro 2014. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/revista-madeira>> Acesso em 11 de setembro de 2016.
- CHIROLI, Daiane M. de G., LEAL, Gislaine C. L., VIEIRA, Priscila N. **Uso da cronoanálise para implantação do plano mestre de produção: Um estudo de caso em uma empresa avícola**. Ingepro – Inovação, Gestão e Produção, vol. 3, nº 5, maio, 2011.
- COSTA, F. N. et al. **Determinação e análise da capacidade produtiva de uma empresa de cosméticos através do estudo de tempos e movimentos**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, XXIII., 2008, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro. ENEGEP, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_069_496_10717.pdf>. Acesso em 1 de jan. 2016.
- FORRESTER, J. W. **Principle of systems**. Productivity Press. 1990
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOLDRATT, E. M.; COX, J. A **Meta: um processo de melhoria contínua**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2003
- GOLDRATT, Eliyahu M.; Cox, JEFF. **Mais que sorte, um processo de Raciocínio**. São Paulo: Educator, 1994.
- GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1992.
- GUPTA, M. C., BOYD, L. H. **Theory of constraints: a theory for operations management**. International Journal of Operations & Production Management. v. 28, n. 9-10, p. 991-1012. 2008.



GUSMÃO, Sergio L. L. de, **Proposição de um esquema integrado a teoria das restrições e a teoria de custos de transação para identificação e análise de restrições em cadeias de suprimentos: Estudo de casos na cadeia de vinhos finos do Rio Grande do Sul.** Tese de doutorado.

KLIPPEL, A.F. **Estratégia de gestão dos postos de trabalho – Um estudo de caso na indústria de alimentos.** Artigo publicado no XIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Ouro Preto, 2003.

LACERDA, D., & Rodrigues, L. H. (2007). **Compreensão, aprendizagem e Ação: A abordagem do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições.** Resende: SEGeT.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção.** 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2005. p. 562.

NEUMANN, Carla Simone Ruppenthal; GIACOMETT Giovanni Tadeu Simões Pires; NARDI, Katiúscia Costa; SILVA, Sílvio Ceronida. **Otimização do gargalo produtivo: do levantamento à implementação das melhorias.** Florianópolis: XXIV ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0103_1913.pdf>. Acesso em 5 de jul. 2016.

PEINADO, Jurandir. GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP. 2007.

PERGHER, I., Rodrigues, L. H., & Lacerda, D. P. (2011). **Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da Teoria das Restrições.** Gestão & Produção, 18(4), 673-686. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X201100040000>>.

PTAK, C. A.; SCHRAGENHEIM, E. **ERP: Tools, techniques, & applications for integrating the supply chain.** CRC Press, 1999.

RAMOS, Alberto Guerreiro. **Uma introdução ao histórico da organização racional do trabalho.** Brasília: Conselho Federal de Administração. 2009. p. 63.

Santos, R. F. (2010). **Proposta de um Modelo de Gestão Integrada da Cadeia de Suprimentos: Aplicação no Segmento de Eletrodomésticos.** (Tese de doutorado). Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina – Arte e prática da organização que aprende.** 23° Ed. Editora Best Seller, 2008.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** 3 ed. São Paulo: ATLAS, 2009.

TAYLOR, F. W.; **The Principle Of Scientific Management.** 8° ed. São Paulo: Atlas, 1990.

WATSON, K. J.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, S. C. **The evolution of a management philosophy: The theory of Constraints.** Journal of Operations Management, v. 25, p. 387– 402, 2007.