

ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO BAIXO RENDIMENTO DE UM SISTEMA PRODUTIVO E ELEVAR SUA EFICIÊNCIA GLOBAL ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO DA TEORIA DA RESTRIÇÃO E DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO EM UM ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE CARTONAGEM.

Paulo Henrique Ramos Uchikawa (Instituto LACTEC) paulouchi@hotmail.com
Dr. Rodrigo Clemente Thom de Souza (Universidade Federal do Paraná - UTFPR)
usinadesolucoes@gmail.com

Resumo

A globalização e o avanço tecnológico tornam cada vez mais o mercado competitivo, pois não existe mais distância que impeça uma transação comercial. As empresas que trabalham em metodologias empíricas apresentam-se em situação desfavorável com essa intensa concorrência, porque os desperdícios intangíveis, por exemplo o tempo, fazem parte integrante de seus custos e, portanto, de seus resultados finais. A objetividade e o foco são as premissas deste trabalho, pois apresenta aos seus analistas quadros de simples compreensão e intervenção, tratando dos pontos de fragilidade e dos desperdícios. A lógica aplicada desta metodologia, baseia-se na objetividade a metodologia aplicada na Teoria das Restrições – TOC e as tratativas desenvolvidas pelo Sistema Toyota de Produção – STP mundialmente conhecido com Sistema Lean Manufacturing, trata das não conformidades dos processos produtivos gerados pelos desperdícios de seus recursos. A junção destas teorias e metodologias traz a eficácia nos resultados, a lógica operacional segue os 5 passos da teoria das restrições, usando com base de análise a OEE (Overall Equipments Effectiveness) Eficiência Global do sistema e a ocupação finita dos recursos, tratando as restrições através do Heijunka ponderando as cargas : Tempo; carga homem e carga máquina, em um ciclo contínuo de melhoria do sistema e seu resultados pela novamente suportada pela OEE do sistema em uma apresentação visual gráfica por Diagramas de Gantt e Pareto, permitindo uma análise do comparativo do planejado pelo executado, dando ao analista uma ágil intervenção no processo produtivo, a versatilidade da metodologia é apresentada em estudo de caso em uma Indústria de Cartonagem.

Palavras-Chaves: Lean Manufacturing. Teoria das Restrições. OEE. Heijunka. Indústria de Cartonagem.

1. Introdução

Diante de uma economia globalizada, faz-se necessário deixar de ser reativo e passar a ser proativo, desconstruir paradigmas para construir novas estratégias, promovendo mudanças, desde comportamentais até reengenharia do processo produtivo, que resultem em reflexos ágeis aos ataques da concorrência.

A fragilidade no processo operacional industrial agrega custo ao produto, gerado pelo desperdício ao longo de sua manufatura e este é invisível porque não é custeado na elaboração do preço dos produtos, onde só poderá ser detectado no resultado final, na consolidação do lucro. O grande reflexo desta cadeia de eventos acaba por onerar o preço do produto final, prejudicando diretamente o resultado das vendas, uma vez que o cliente não está disposto a pagar pela ineficiência produtiva da empresa.

A proposta deste artigo é demonstrar a eficácia de uma metodologia fundamentada na metodologia da lógica operacional da Teoria das Restrições (TOC – Theory of Constraints) e a metodologia do Sistema Toyota de Produção (Lean Manufacturing).

2. Metodologia

Para desenvolvimento do presente estudo, precedeu-se um levantamento teórico, abordando a aplicação da metodologia utilizada na Teoria das Restrições - TOC e da metodologia do Sistema Toyota de Produção – STO. Toda lógica operacional segue as bases da Teoria das Restrições.

A metodologia aplicada na lógica das análises segue a base da teoria das restrições em seus passos:

- 1) Identificar a restrição do sistema, aplicado a análise da capacidade finita o sistema é avaliado identificando os recursos restritivos;
- 2) Decidir como explorar a restrição do sistema, aplicado a análise OEE do recurso e da eficiência do Sistema, maximizar o tempo operacional do recurso restritivo sua performance e qualidade;
- 3) Subordinar todo o sistema à decisão anterior, eliminar excesso de produção dos recursos não restritivos;
- 4) Elevar a restrição balancear as cargas em um *Heijunka* do sistema, tempo, máquina e homem;
- 5) Retornar ao primeiro passo.

A eficácia dos resultados está na análise da capacidade finita dos recursos e sua OEE, a maximização do sistema é conquistada quando o sistema é equilibrado, tratando as restrições através do *Heijunka* ponderando as cargas: tempo, carga homem e carga máquina, em um ciclo contínuo de melhoria do sistema.

3. Fundamentação teórica

3.1. Sistema Toyota de Produção (STP)

Os princípios na sua visão geral, sob a ótica dos autores Jeffrey K. Liker David Meier (2007, p. 29-34), contextualizados no livro “O Modelo Toyota”:

- Filosofia como base;
- O processo certo produzirá os resultados certos;
- Valorização da organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros;
- A solução contínua da raiz dos problemas conduz à aprendizagem organizacional.

A capacidade produtiva estará comprometida quando o sistema estiver em desequilíbrio entre Demanda x Capacidade Produtiva para atingirmos este nível de eficiência. Para tal necessitamos tratar com atenção os sete desperdícios:

- 1) Superprodução: quando o sistema está em desequilíbrio, é produzido a mais do que a necessidade solicitada, pensando em uma eficiência individual dos recursos envolvidos ao invés da eficiência do sistema no todo;
- 2) Transporte: Corrêa, Gianesi e Caon (2011, p. 373) colocam que: toda a atividade e movimentação de material não agrega valor ao produto produzido e é necessária em função de restrições do processo e das instalações, que impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento;
- 3) Processamento: o questionamento desta fase é colocado pelos mesmos autores citados acima de uma maneira simples e rápida para checagem com três perguntas básicas:
 - Porque este item tem que ser feito;
 - Qual a sua função no produto;
 - Porque esta etapa do processo é necessária.

Importante ressaltar que, mesmo sendo necessária esta etapa, tem-se que validar o seu fluxo, pois qualquer processamento que eleve o custo do produto, e não o valor, deve ser analisado (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2011, p. 373).

- 4) Movimentação: Todo movimento desnecessário agrega custo, e não valor ao produto, gerando desperdício do tempo. Corrêa, Gianesi e Caon (2011, p. 373) enfatizam que, ainda que se decida pela automação, devem-se aprimorar os movimentos para, somente então, mecanizar ou automatizar; caso contrário, corre-se o risco de automatizar o desperdício;
- 5) Produtos com defeito: Este é o desperdício que mais impacta na visão pelo senso comum em uma indústria, pois ele é tangível, envolve a matéria-prima utilizada, porém, atrás deste produto defeituoso podem esconder-se vários outros problemas maiores que levaram a este resultado indesejado;
- 6) Estoque: Quando buscamos resultados maximizados, também buscamos o menor investimento possível para tal;
- 7) Tempo de espera: Tubino (2009, p. 114) e Corrêa, Gianesi e Caon (2011, p. 372) apresentam uma preocupação elevada neste desperdício, pois, caso não seja tratado com a importância

devida, consome alta taxa do equipamento. Tubino ressalta que este pode chegar a 80% do lead times da cadeia de valor, na espera para programação, nas filas de entrada dos centros de trabalhos e nas conclusões dos lotes. Corrêa, Gianesi e Caon (2011, p. 374) o apontam como um dos maiores e que mais afeta, dentre os outros desperdícios citados.

3.2. Teoria das restrições

Esta análise que Goldratt utiliza em sua teoria tem como base a visão holística que o mesmo faz sobre o processo em sua totalidade. Chiavenato (2005, p. 354) esclarece as premissas básicas desta Teoria Sistêmica (TS), que assim se fundamentam:

- 1) Os sistemas existem dentro de sistemas;
- 2) Os sistemas são abertos;
- 3) As funções de um sistema dependem de sua estrutura.

O holismo ou abordagem holística é a tese que sustenta que a totalidade representa mais que a soma de suas partes, como os organismos biológicos, sociedades ou teorias científicas (CHIAVENATO, 2005, p. 355).

Em síntese a Teoria das Restrições (TOC – *Theory of Constraints*) possui uma abordagem geral para ajudar as organizações e os indivíduos a determinar:

- O que mudar;
- Para que mudar;
- Como causar a mudança.

Para compreender toda essa dinâmica desenvolvida no software OPT – *Optimized production technology*, Slack et al. (2010, p. 473) descrevem os 9 princípios básicos que Goldratt lançou como regras de análise para o OPT:

- 1) Balancear o fluxo, não a capacidade;
- 2) O nível de utilização de não gargalo não é determinado por seu próprio potencial, mas por alguma restrição do sistema;
- 3) Ativação e utilização de recursos não são sinônimos;
- 4) Uma hora perdida em um gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro;
- 5) Uma hora economizada em um não gargalo é apenas uma miragem;
- 6) Os gargalos governam tanto o fluxo como os inventários;
- 7) O lote de transferência não precisa e, muitas vezes, não deve ser igual ao lote de processo;

- 8) O lote de processo deveria ser variável, e não fixo;
- 9) A programação deveria ser estabelecida analisando-se todas as restrições simultaneamente.
O *lead times* é resultante da programação e não pode ser predeterminado.

Porém para equilibrar a carga produtiva faz-se necessário tratar cada fase individualmente, buscando o equilíbrio do sistema produtivo.

A teoria desenvolve-se através da tratativa de cinco passos de focalização:

- 1) Identificar a restrição do sistema;
- 2) Decidir como explorar a restrição do sistema;
- 3) Subordinar todo o sistema à decisão anterior;
- 4) Elevar a restrição;
- 5) Retornar ao primeiro passo.

3.3. OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

Para falar de OEE, fazendo um breve histórico para compreendermos a sua necessidade, a sua origem está no TPM – *Total Productive Maintenance*, desenvolvido no Japão na década de 50, com o objetivo de eliminar as perdas, reduzindo os custos produtivos e a sigla TPM foi registrada pelo JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*.

Devido à necessidade de quantificar o desempenho dos equipamentos, mas também como uma avaliação métrica da melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos, Seiichi Nakajima (1989) desenvolveu a OEE, como sendo a metodologia capaz de avaliar o sistema produtivo, pois reflete de forma tridimensional as principais perdas relacionadas com o equipamento. Esta análise de desempenho se compõe por três fatores representativos: disponibilidade, performance e qualidade.

As indústrias usam como benchmark os padrões da *World Class* OEE, onde estudos apresentam a melhor eficiência como sendo de 85% considerando os valores das eficiências da disponibilidade, performance e qualidade.

3.3.1 Disponibilidade

A *World Class* aponta como sendo 90% o valor a ser alcançado. Este indicador refere-se à disponibilidade de tempo destinado à produção, subtraindo as paradas planejadas como: manutenção preventiva, intervalos de troca de turnos. Todas as paradas não planejadas são, assim, chamadas de *downtime* e o tempo que sobra de Tempo Operacional.

O cálculo deste indicador tem que levar em consideração todos os eventos porventura ocorridos durante o tempo disponibilizado para o recurso operacionalizar.

3.3.2 Performance

A *World Class* aponta como sendo 95% o valor a ser alcançado. A performance está relacionada com a capacidade instalada nominal pela realizada.

Assim como a eficiência da disponibilidade está vulnerável a eventos ocasionais, a performance também sofre em razão da ineficiência do operador, falta de treinamento, matéria-prima fora das especificações.

3.3.3 Qualidade

A *World Class* aponta como sendo 99% o valor a ser alcançado.

A qualidade de um produto está relacionada a um padrão determinado pela empresa para atender às especificações de um público-alvo.

A *World Class* aponta a eficiência ideal para a OEE como sendo 85% e este valor é calculado através dos três indicadores: Disponibilidade, Performance e Qualidade.

O OEE permite controlar quatro finalidades adicionais:

- Planejamento da Capacidade;
- Controle do processo;
- Melhoria do Processo;
- Cálculo dos custos das perdas de produção.

Seiichi Nakajima (1989) enfatiza que a OEE não deve ser usada como critério de aceitação do equipamento, uma vez que envolve fatores externos ao próprio equipamento, e que a OEE não é um fator de rateio de avarias, mas um sistema de detecção de perdas.

4. Aplicação da metodologia proposta

A aplicação da Metodologia será demonstrada a aderência e a versatilidade em um estudo de caso, do Sistemas de Gestão à TOC – *Theory of Constraints* e ao *Lean Manufacturing*.

Este trabalho demonstra o estudo de caso em indústrias manufatureiras: empresa de cartonagem (embalagens de papelão), necessitando ser corrigidos os processos em razão das queixas:

- Perda de venda porque não entrego meus pedidos;
- Atraso nas entregas dos pedidos;
- Baixa eficiência produtiva;
- Excesso de horas extras;
- Custo alto de seus produtos;
- Índice de reprocesso elevado;
- Índice de segunda qualidade elevado;
- Baixa qualificação em sua mão de obra;
- Falhas de comunicação;
- Incredibilidade das informações geradas e gerenciadas.

Administrar os recursos é o grande desafio em uma empresa manufatureira, onde o equilíbrio entre a necessidade da demanda e a capacidade produtiva deve estar sincronizado em um único objetivo ou foco: ser lucrativa.

Obter o controle do processo está sob total vigilância, isto é, analisar a capacidade finita de seus recursos em suas movimentações requisitadas pelos roteiros de produção, solicitadas pelos produtos a serem produzidos; ou seja, colocar o processo sob controle para avaliar qualquer interferência que venha a comprometer os prazos preestabelecidos de entrega dos pedidos.

Ao tratar de prazo, determina-se um comprometimento do recurso tempo, horizonte de planejamento e “este horizonte deve ser coerente com a inércia das decisões que serão tomadas” (CORRÊA; CORRÊA, 2009, p. 334).

O *lead time* das fases de cada processo envolvido na manufatura do produto determinará o tempo a ser calculado mediante a carga de recursos disponibilizados para o processo produtivo.

Focar nestes problemas e não tratar as causas é promover um efeito acumulativo dos problemas no fluxo produtivo, gerando gargalos nos processos produtivos devido à baixa eficiência em seus resultados finais.

Os levantamentos dos dados apresentavam um número de pedidos em atraso elevado, chegando a representar mais de 25%.

A metodologia propõe uma sequência operacional, através da alocação de sua demanda demonstrar os possíveis gargalos e dados gráficos em BI - *Business Intelligence*, proporcionando uma análise rápida e simplificada de suas necessidades, possibilitando o nivelamento destas cargas em um sincronismo, sempre objetivando a maximização de seus recursos e redução dos custos operacionais.

Fazendo a utilização de ferramentas, como o diagrama de Pareto e o diagrama de Ishikawa, necessitamos detectar, ou melhor, identificar as causas que levam ao efeito que é o gargalo em determinada fase ou fases do processo.

Várias leituras permeiam as interpretações falhas quando não possuímos bases ou elementos concretos para uma análise precisa.

Ao tratarmos tantos pontos em desequilíbrio como os que afetam os resultados necessários, demonstra-se uma sensibilidade, em razão de o mesmo ser um sistema aberto suscetível a eventos estocásticos.

4.1. Primeira fase: análise de suas restrições

A fragilidade do sistema está na ausência de compreendermos a restrição e como ela se manifesta, a ocupação de seus recursos e o comportamento dos mesmos em sua OEE individual e do sistema como um todo.

O SGR desenvolvido utiliza-se do ERP, recebendo do mesmo o MRP gerado, e, através dos dados de engenharia de produto, fluxo produtivos, ficha de consumo e tempo operacionais, desenvolve todas as análises, gerando BI, em apresentação gráfica de fácil interpretação maximizando as ações corretivas quando as mesmas se fizerem necessárias.

- a) Fluxo produtivo: Há necessidade de visualizarmos os fluxos operacionais, uma visão sistêmica da movimentação das OFs – Ordens de Fabricação nos recursos produtivos, proporcionando ao analista condições de uma melhor avaliação de sua programação;
- b) Ocupação dos Recursos: a TOC e o *Lean* têm como foco a maximização da produtividade de seus recursos restritivos;

c) Eficiência Global.

A OEE se torna uma ferramenta muito importante neste processo investigativo, pois retratará exatamente o comportamento dos recursos de uma forma individual.

4.2. Segunda fase: explorar as restrições do sistema

Para alcançar os objetivos se faz necessário ter o foco nos processos de forma simples e acurada nos seus dados levantados. A empresa apresenta um quadro que demonstra o horizonte de planejamento dos recursos, conforme Figura 1, e as alocações das ordens de fabricação respeitam a capacidade instalada; então, para saber o porquê dos atrasos, cabe analisar a OEE dos recursos antecessores para, assim, agirmos em um PDCA eficaz.

Figura 1 - Horizonte de planejamento.

		1/11	2/11	3/11	4/11	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11
IP 3	H. DISP.	8,33	8,33	0,37	0,17	1,17	0,65	2,09	8,42	8,42
	CX DISP.			1554,42	713,72	4916,98	2737,67	8743,02		
	M² DISP.			1315,63	604,08	4161,63	2317,11	7399,92		
	Q. CX			22920,00	24420,00	18910,00	22950,00	17800,00		
	M² 6			28055,81	24448,21	13799,08	13977,20	34562,99		
IP 4	H. DISP.	7,48	7,48	6,40	5,85	3,43	1,00	5,16	7,48	7,48
	CX DISP.			7219,00	6606,00	3875,00	1124,00	5819,00		
	M² DISP.			2870,85	2627,08	1541,01	446,99	2314,10		
	Q. CX			2100,00	3150,00	24500,00	12550,00	4500,00		
	M²			966,00	2614,20	3545,25	6051,05	5475,70		

A Figura 2 demonstra esta programação, usada como exemplo a programação do dia 4/11 para análise, onde a disponibilidade de Demanda e o Tempo Operacional é o fator determinante para alocação no recurso.

Figura 2 - Quadro de apresentação da ocupação do tempo operacional disponível nos recursos IP4, IP3 e CL2.

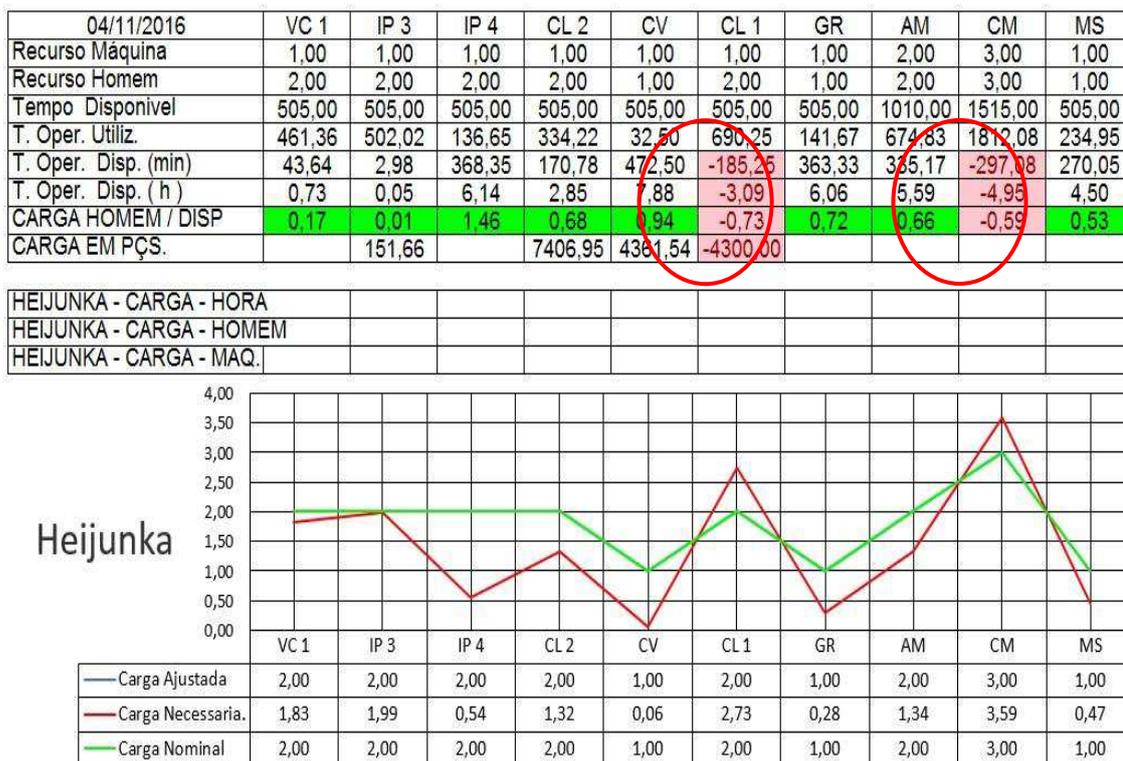


Nesta fase temos que equacionar todas as possíveis variáveis que impactariam no descumprimento das metas traçadas, no planejamento da programação, por meio do sistema *Lean*, com muita importância, pois as variáveis poderão afetar os resultados através dos desperdícios, tempo de espera, excesso de processamento. A análise do CRP (*Capacity Requirements Planning*) tem como

objetivo planejar a capacidade de curto prazo. Corrêa, Gianesi e Caon (2011, p. 308) enfatizam que este deve estar sincronizado com o MRP.

O balanceamento da produção de dá através do nivelamento das cargas e o sistema *Lean* trata este assunto como *heijunka*. Nele está escondido o mais importante dos desperdícios: o tempo de espera, pois ele retarda os processos posteriores, gerando custos invisíveis. A Figura 3 demonstra a operação de *heijunka*, onde as cargas excessivas estão apresentadas em vermelho.

Figura 3 - Módulo de análise de operação do *heijunka*.



4.3. Terceira fase: submeter o sistema a decisão superior

Esta fase se dá em paralelo ao realizar o *heijunka* do sistema.

4.4. Quarta fase: elevar a capacidade do sistema

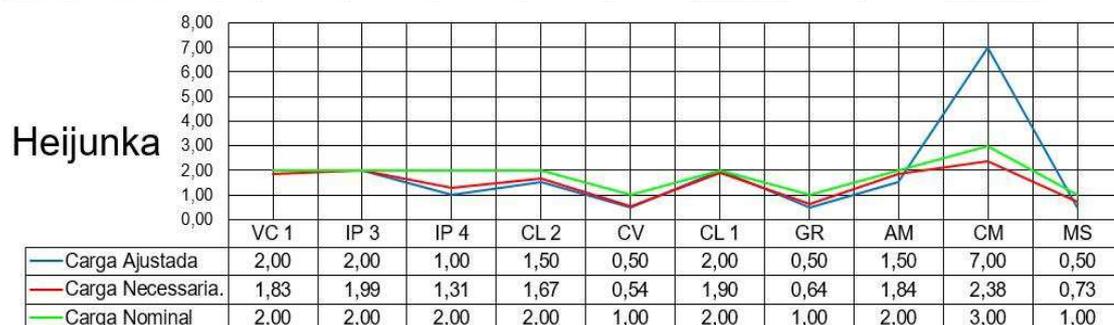
Ajustar a programação pela carga produtiva disponível demanda uma análise em três níveis, pois temos três variáveis compondo o *heijunka* – nivelamento que são: tempo, carga máquina e carga homem.

Utilizando o segundo princípio e terceiro da TOC, que é explorar e elevar a capacidade restritiva, onde cada minuto ganho no recurso restritivo representa um minuto ganho em todo o sistema. Na Figura 4 o ajuste é realizado, este balanceamento das cargas ou nivelamento, assim tratado pelo STP-*Lean Manufacturing* como *heijunka*, usando os três parâmetros de análise. É importante ressaltar que este movimento de cargas tem que requerer um conhecimento acurado das particularidades de cada processo pelo analista que executará o *heijunka*, conforme demonstrado abaixo.

Figura 4 - Módulo de análise de *heijunka* realizado.

04/11/2016	VC 1	IP 3	IP 4	CL 2	CV	CL 1	GR	AM	CM	MS
Recurso Máquina	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	1,00
Recurso Homem	2,00	2,00	1,00	1,50	0,50	2,00	0,50	1,50	7,00	0,50
Tempo Disponível	505,00	505,00	445,00	445,00	445,00	505,00	505,00	757,50	3955,00	505,00
T. Oper. Utiliz.	461,36	502,02	136,65	346,72	36,25	480,25	141,67	674,83	3603,75	234,95
T. Oper. Disp. (min)	43,64	2,98	308,35	98,28	408,75	24,75	363,33	82,67	351,25	270,05
T. Oper. Disp. (h)	0,73	0,05	5,14	1,64	6,81	0,41	6,06	1,38	5,85	4,50
CARGA HOMEM / DISP	0,17	0,01	0,69	0,33	0,46	0,10	0,36	0,16	0,62	0,27
CARGA EM PÇS.		151,66		4108,93	3382,76					

HEIJUNKA - CARGA - HORA			-1,00	-1,00	-1,00				1,00	
HEIJUNKA - CARGA - HOMEM			-1,00	-0,50	-0,50		-0,50	-0,50	4,00	-0,50
HEIJUNKA - CARGA - MAQ.						-4300,00			4300,00	



O *heijunka* realizado utiliza-se de três variáveis:

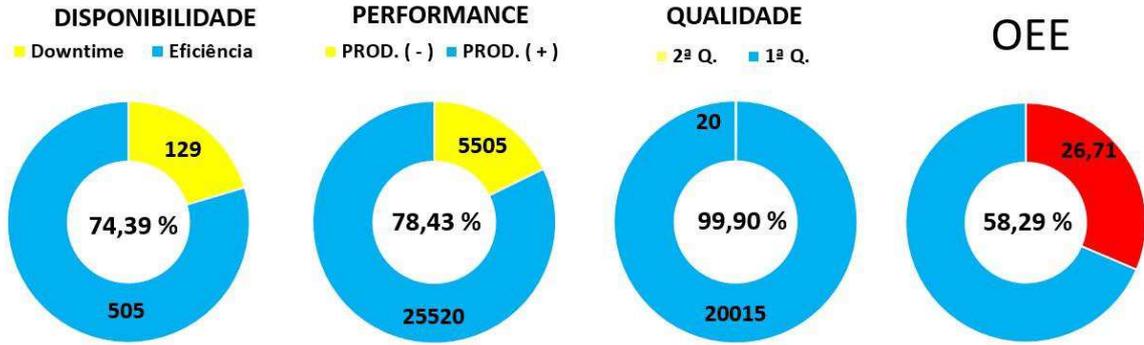
- Tempo: o remanejamento do horário de almoço dos operadores das máquinas dos recursos não críticos;
- Carga máquina: remaneja-se a carga programada analisando os produtos para um fluxo secundário sem que comprometa a qualidade do produto;
- Carga homem: remanejam-se dos recursos não restritivos os operadores auxiliares para o recurso restritivo.

Neste exemplo toda a restrição foi contemplada, porém quando este fato não ocorre, requer que se faça uso do terceiro princípio da TOC, ou seja, submeta o sistema à capacidade restritiva.

Controlar a programação sem indicadores é uma missão impossível. Tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacitação dos funcionários, visão geral dos princípios do sistema *Lean* (LIKER; MEIER, 2007 p. 31).

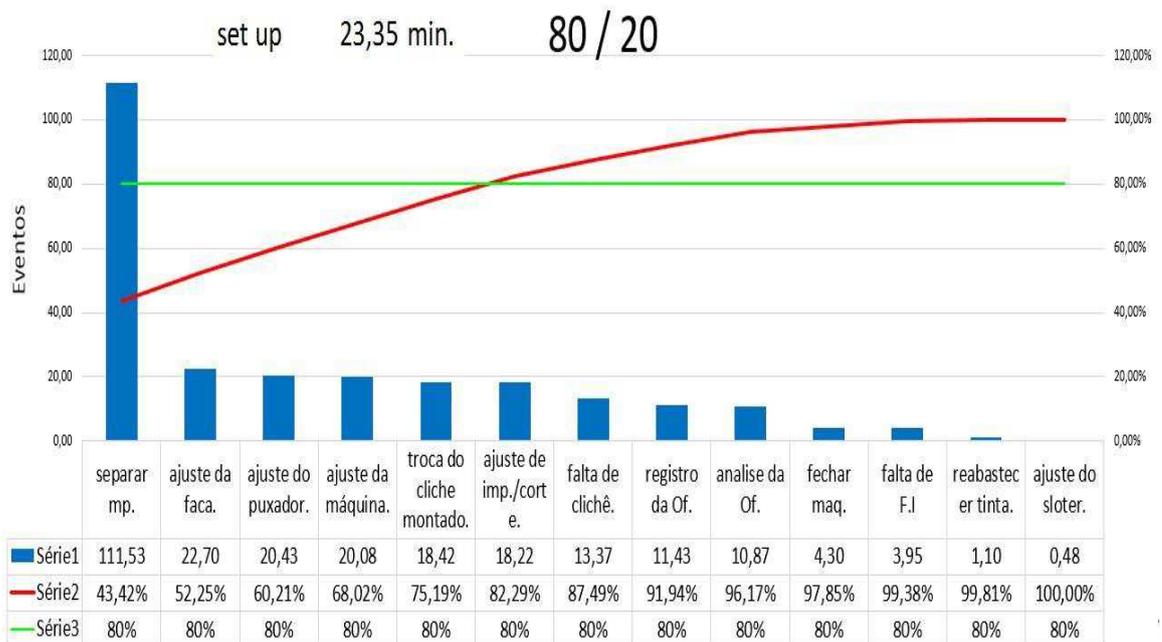
A falta de visão sistêmica dos efeitos colaterais que o planejamento sofre em razão dos eventos estocásticos implica de maneira drástica nos custos operacionais, pois compromete o cumprimento das metas estipuladas nos recursos posteriores. A Figura 5 demonstra a eficiência do recurso restritivo, a IMP 3.

Figura 5 - Quadro de eficiência OEE do recurso IMP 3.



A Figura 6 demonstra o diagrama de Pareto apresentando os eventos geradores de desperdício do tempo operacional.

Figura 6 - Diagrama de Pareto – 80/20 recurso IMP 3.



A Figura 7 demonstra o impacto representado pelo diagrama de Pareto que afetaram a sua OEE, demonstrado na Figura 10.

Figura 7 - OEE correspondente do recurso CL 2.

IP 4	OCUP/MAQ.	DISPONIBILIDADE	27,06%	OEE		
	2,00	PERFORMANCE	99,87%			26,96%
	26,00	QUALIDADE	99,78%			
IP 3	OCUP/MAQ.	DISPONIBILIDADE	74,39%	OEE		
	16,00	PERFORMANCE	78,43%			58,29%
	10,00	QUALIDADE	99,90%			
CL 2	OCUP/MAQ.	DISPONIBILIDADE	45,31%	OEE		
	10,00	PERFORMANCE	69,96%			31,66%
	6,00	QUALIDADE	99,88%			
CL 1	OCUP/MAQ.	DISPONIBILIDADE	91,14%	OEE		
	6,00	PERFORMANCE	100,00%			91,08%
	3,00	QUALIDADE	99,93%			

A Figura 7 demonstra o efeito gerado no rendimento dos recursos que possuem a IMP 3 como fornecedora. Este efeito dominó é facilmente visualizado na Figura 8, pois o sistema demonstra vários pontos acima de suas capacidades produtivas, sinalizados na cor vermelha, uma vez que o sequenciamento tenha respeitado a carga produtiva de cada recurso.

Figura 8 - Horizonte de planejamento alterado.

		1/11	2/11	3/11	4/11	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11	11/11	12/11
IP 3	H. DISP.	8,33	8,33	0,85	0,05	1,17	-0,26	2,09	8,42	8,42	0,50	-4,50	8,42
	CX DISP			3547,58	208,14	4916,98	-1070,23	8743,02			3765,12	-18837,67	
	M ² DISP.			2978,44	174,75	4128,15	-898,54	7340,38			61,08	-15815,55	
	Q. CX			19738,00	25520,00	310,00	22950,00	17800,00			22480,00	40880,00	
	M ² -6			18072,11	3277,11	13799,08	13977,20	34562,99			9131,33	17769,52	
IP 4	H. DISP.	7,48	7,48		5,85	3,43	1,00	5,16	5,48	7,48	2,96	4,64	6,71
	CX DISP			7219,00	6606,00	3875,00	1124,00	5819,00			3337,00	5239,00	7568,00
	M ² DISP.			2870,85	2627,08	1541,01	446,99	2314,10			1327,06	2083,45	3009,64
	Q. CX			2100,00	3150,00	24500,00	12550,00	4500,00			8755,00	22405,00	1500,00
	M ²			966,00	2614,20	3545,25	6051,05	5475,70			7620,21	3900,77	1426,50

Eliminando desperdícios: Ferramentas do *Lean*, através dos dados revelados pelo relatório do diário de bordo da máquina, é possível diagnosticar pelo diagrama de Pareto, as causas que levaram ao baixo desempenho do recurso.

A Figura 5 apresenta a OEE após correções das não conformidades apresentadas na Figura 9, apresenta seu desempenho com sua OEE próxima dos padrões da *World Class* de 85%.

Figura 9 - Painel de controle da produção.

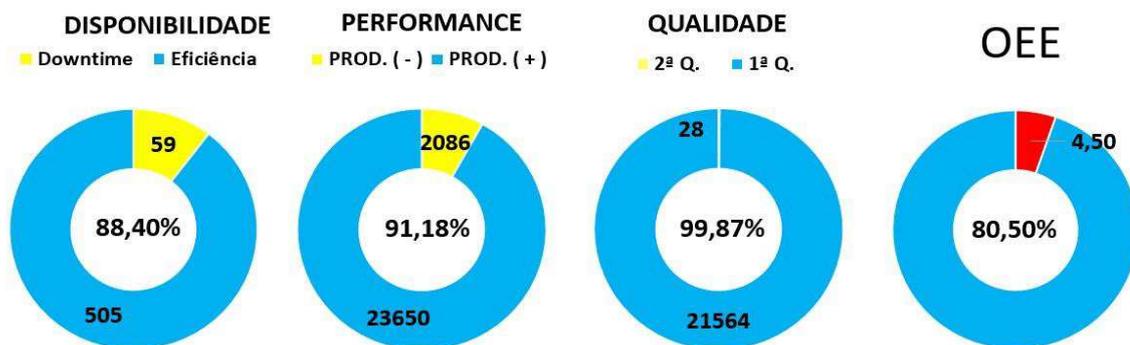
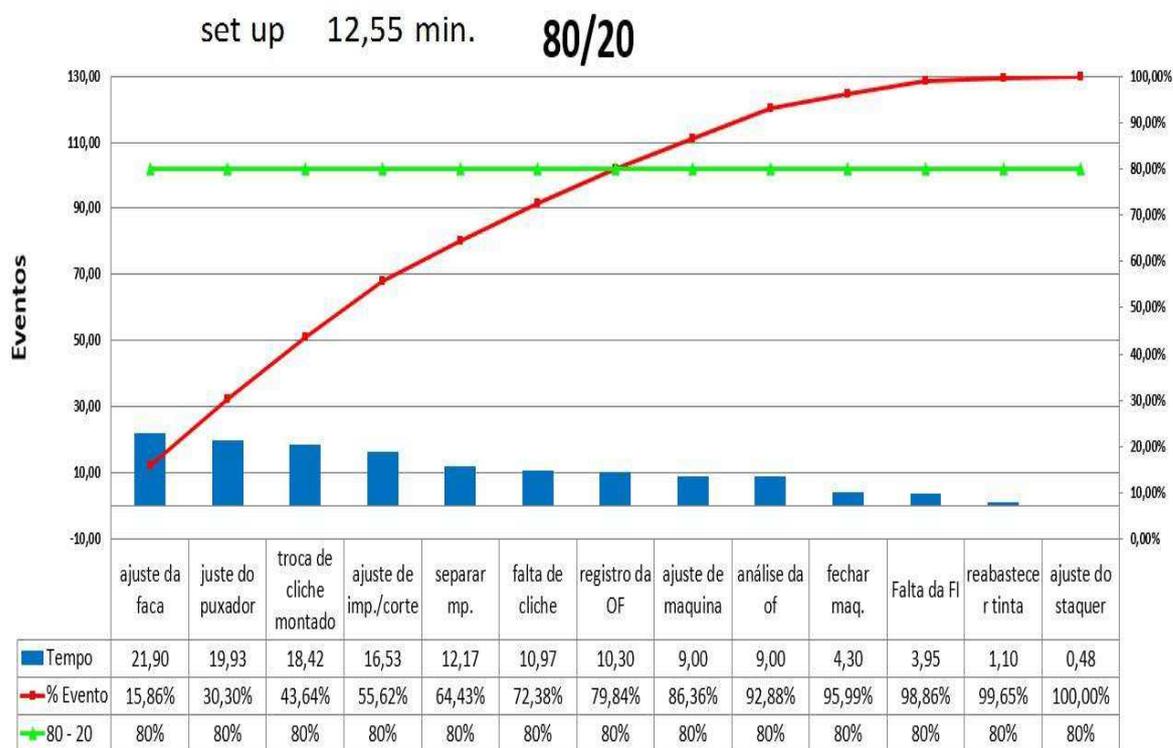


Figura 10 - Análise de Pareto.



Na eliminação dos desperdícios conjugando o sistema ao recurso restritivo, neste caso em análise uma redução do *setup* de 23,35 min para 12,55 min (Figura 9), no processo de TRF, ferramentas foram aplicadas traduzindo-se em ganho de produtividade e um sistema de programação visual para agilizar a movimentação de carga dos paletes na entrada da máquina (boca da máquina), treinamento de polivalências para o auxiliar do operador e para equipe de suporte para substituição em caso de absenteísmo do operador e auxiliar do recurso.

4.5. Quinta fase: reavaliar o sistema

Nesta fase, deve-se retornar ao primeiro passo, descrito no item 4.1.

5. Considerações Finais

Demonstrar a versatilidade e eficácia da filosofia do STP – *Lean Manufacturing* e suas ferramentas de gestão, associadas com a análise da Teoria das Restrições (TOC) para maximizar os recursos disponíveis tendo como meta o aperfeiçoamento contínuo da empresa, em um *Kaizen* contínuo, base da filosofia *Lean*, objeto deste artigo, aprofundar o conhecimento sobre a metodologia e

técnicas da Teoria das Restrições e a filosofia do Sistema Toyota de Produção – STP - *Lean Manufacturing* que são aplicadas na maximização dos recursos disponíveis, desenvolver a capacidade analítica do sistema produtivo em uma visão sistêmica do mesmo, desenvolver uma metodologia eficaz na detecção dos fatores restritivos, alinhamento e correção das não conformidades.

Demonstra a eficácia da associação do TOC com o STP, no planejamento estratégico das empresas, onde uma das principais causas de não se atingir as metas é o “Tempo”; o equilíbrio desta associação permite administrá-lo, tê-lo como um aliado, pois, tendo gestão sobre o mesmo, não mais se fica à deriva dos fatos, torna-se proativo com relação a eles, e não mais reativo aos mesmos.

O artigo demonstra a eficácia na análise da TOC, buscando a análise da capacidade finita, que há capacidade de prever eventos futuros “gargalos” e, desta forma, reduzir ao máximo o impacto que estes poderiam gerar sobre os resultados planejados. Chiavenato (2005, p. 84) ressalta com propriedade que “toda a capacidade produtiva é avaliada em função do tempo, qualquer que seja o produto/serviço produzido ou a produzir”.

Equacionar qualquer intervenção externa ou interna que porventura pudesse afetar a meta desejada é uma tarefa contínua em um processo produtivo.

As ferramentas adotadas nas correções realizadas nos processos produtivos elevaram a OEE do recurso de 58,29% para 80,50% no período analisado, correspondendo a um aumento produtivo de 14,62% por dia.

REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de produção**: uma abordagem introdutória. 7. reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e de operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 3. reimp. São Paulo: Atlas, 2009.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão. 5. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2011.

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

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O Modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

OEE.com © 2002-2016 Vorne Industries Inc. Disponível em: <www.oee.com>. Acesso em: 2 abr. 2015.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

STONER, James A. F.; FREEMAN, R. Edward. **Administração**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 1999.

TUBINO, Dalvino Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.