

# **APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRICÇÕES E O INDICADOR TEEP PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES**

**REYNALDO PALOMINO CHILE (UFS)**

reychile@hotmail.com

**ANDRE LIUZ DA SILVA POMPEU (UFC)**

co\_industrial@maissabor.com.br

**SÉRGIO JOSÉ BARBOSA ELIAS (UFC)**

serglias@secrel.com.br

**VERUSCHKA VIEIRA FRANCA (UFS)**

veruschka@oi.com.br

**Resumo:** A FALTA DE CAPACIDADE DE PRODUÇÃO GERALMENTE LEVA ÀS EMPRESAS A TOMAR DECISÕES COMO HORAS EXTRA, ABRIR UM SEGUNDO TURNO OU À COMPRA DE NOVOS EQUIPAMENTOS. EM MUITOS CASOS, ESSA FALTA DE CAPACIDADE DEVE-SE AO MAU GERENCIAMENTO DOS POSTOS DE TRABALHO E MAU USO DOS EQUIPAMENTOS. NESTE SENTIDO, O PRESENTE ARTIGO BUSCA A APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRICÇÕES JUNTO AO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL EFETIVA DOS EQUIPAMENTOS (TEEP) COMO FERRAMENTA DE MELHORIA CONTÍNUA, PARA O AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA, SEM A NECESSIDADE DE SE ADOTAR AS MEDIDAS ANTERIORMENTE MENCIONADAS. APÓS O USO DESSAS FERRAMENTAS, OBTIVE-SE UM INCREMENTO INICIAL NA CAPACIDADE PRODUTIVA ATUAL, EM TORNO DE 175%, O QUAL PROVA QUE O BOM GERENCIAMENTO DOS POSTOS DE TRABALHO E CONHECIMENTO DO ÍNDICE TEEP, PERMITE EXPLORAR AS RESTRICÇÕES SEM O USO DE INVESTIMENTOS ADICIONAIS.

**Palavras-chaves:** TEORIA DAS RESTRICÇÕES, ÍNDICE TEEP, GERENCIAMENTO DOS POSTOS DE TRABALHO

# APPLICATION OF THEORY OF CONSTRAINTS AND TEEP INDICATOR FOR INCREASED PRODUCTIVITY IN A SOFT DRINK INDUSTRY

**Abstract:** *THE LACK OF CAPACITY OFTEN LEADS COMPANIES TO MAKE DECISIONS AS OVERTIME, OPENING A SECOND ROUND OR THE PURCHASE OF NEW EQUIPMENT. IN MANY CASES, THIS LACK OF CAPACITY DUE TO POOR WORKPLACE MANAGEMENT AND MISUSE OF EQUIPMENT. IN THIS SENSE,, THIS ARTICLE SEEKS TO APPLY THE THEORY OF RESTRICTIONS BY THE RATIO OF TOTAL EFFECTIVE EQUIPMENT PRODUCTIVITY (TEEP) AS A TOOL FOR CONTINUOUS IMPROVEMENT TO INCREASE PRODUCTIVE CAPACITY WITHOUT THE NEED TO ADOPT THE MEASURES MENTIONED ABOVE. AFTER USING THESE TOOLS, WE OBTAINED AN INCREASE IN CURRENT PRODUCTION CAPACITY OF AROUND 175%, WHICH PROVES THAT THE PROPER WORKPLACE MANAGEMENT AND KNOWLEDGE OF TEEP RATIO, LETS YOU EXPLORE THE RESTRICTIONS WITHOUT THE USE OF ADDITIONAL INVESTMENTS*

**Keyword:** *THEORY OF CONSTRAINTS, TEEP RATIO, WORKPLACE MANAGEMENT*

## 1. Introdução:

Os processos de manufatura na conjuntura atual são tanto mais efetivos quando a gestão da produtividade seja mais bem gerenciada em contra posição a necessidade de se realizar investimentos adicionais de capital.

Para tanto se faz necessário identificar as oportunidades de melhoria nos processos através de ações conjuntas entre os níveis operação e gerencial fazendo uso de métodos bem definidos por indicadores sólidos e eficazes que consigam mapear os passivos relacionados à função produção no sentido de nortear a tomada de decisão após a utilização de metodologias de resolução de problemas.

A necessidade de tomada de decisão rápida e certa, vem-se tornando cada vez mais factível através da implementação da Gestão de Postos de Trabalho (GPT) a qual se fundamenta pela sinergia entre a Teoria das Restrições (TOC) proposta pelo físico israelense Eliyahu Goldratt e pelos métodos do Sistema Toyota de Produção proposto por Shingo Shigeo e Taiichi Ohno.

Segundo Antunes *et.al* algumas questões importantes envolvem a operação de um posto de trabalho, uma vez que muitos fatores e relações influenciam o comportamento dos recursos produtivos. As relações sistêmicas do posto de trabalho tendem a envolver diversos setores da empresa bem como seus respectivos profissionais. As principais áreas envolvidas são: i) Produção; ii) Qualidade; iii) Processo; iv) Manutenção; v) Segurança; vi) Melhorias.

O presente trabalho propõe a aplicação da teoria das restrições e a implementação do indicador de produtividade efetiva total dos equipamentos - TEEP em uma indústria de bebidas carbonatadas (Refrigerantes) utilizando a sopradora de garrafas PET como máquina piloto, por ser considerada a máquina gargalo do processo produtivo, para que sirva como base para o aprimoramento da Gestão de Postos de Trabalho no setor principalmente no que tange aos aspectos relacionados a: i) treinamento; ii) busca de saídas para o aumento do tempo disponível de produção através da reduções de tempos de setup; iii) análises das causas de anomalias; iv) melhoria no relato de paradas pelos operadores (diário de bordo); v) Elaboração de Instruções de trabalho.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. O Sistema Toyota de Produção

O SPT (Sistema Toyota de Produção) como um dos fundamentos conceituais do presente estudo, esclarece de acordo com Antunes (1998), que “Duas óticas inter – relacionadas norteiam o SPT, segundo seus autores clássicos Shigeo Shingo (1996 a, 1996b) e Taiichi Ohno (1997). A primeira relaciona-se com a necessidade de gerir eficazmente os postos de trabalho, ou seja, uma gestão conjunta das pessoas e máquinas. No sentido amplo consideram-se três aspectos: i) Visão sistêmica da empresa que implica na subordinação da utilização dos recursos de melhorias dos postos de trabalho em determinados locais da empresa; ii) Integrada/Unificada na medida em que as ações nestes Postos de Trabalho devem ser feitas em conjunto com os profissionais envolvidos; iii) Voltada aos resultados. Na abordagem do GPT, utilizando-se do IROG (Índice de Rendimento Operacional Global), é possível analisar as ações que provocam as paralisações de máquina. A GPT também permite

analisar outros aspectos como ferramental utilizado, instruções de trabalho e ergonomia. Na lógica do SPT, as melhorias no Posto de Trabalho devem ser executadas a partir das operações que restringem a operação do sistema de produção em termos qualitativos e quantitativos (gargalos produtivos).”

“A segunda ótica que norteia o STP está relacionada com as melhorias dos processos na organização, através das melhorias realizadas no fluxo das matérias primas/materiais no tempo e no espaço, as quais estão relacionadas com: i) Sincronização da Produção e ii) Melhorias nas operações mais lentas do Sistema ( gargalos)”.

Chiaradia (2004) afirma que o STP, apoiado nos pilares do JIT e Automação, tem sua operacionalização conduzida a partir de técnicas e sistemas desenvolvidos ao da consolidação desse sistema. Pode-se citar como exemplo o sistema Kanban, Poka yokes, Troca rápida de Ferramentas (TRF), Andon, Leiaute em forma de U, flexibilização da mão de obra (Shojinka), a busca pela causa raiz dos problemas perguntando-se 5 porquês, entre outros que juntos, buscam a completa eliminação das perdas, que é a essência do STP.

No final dos anos 80 intensificou-se no mundo ocidental a publicação de artigos e a realização de debates sobre o STP tanto sob a ótica macro das cadeias produtivas, como do ponto de vista mais estrito da Engenharia Industrial/Engenharia de Produção (ANTUNES, 2008). O que se percebe, segundo o autor, é que na maioria das vezes, é uma tendência à simplificação do Sistema Toyota de Produção, ora sendo tratado como sinônimo de *Just in Time*, ora é considerado um sinônimo de *Just in Time/ Controle da Qualidade Total*, passando a idéia de que é possível adaptar o “modelo japonês de gestão”.

## 2.2. A Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt, trouxe um entendimento mais amplo a respeito de como uma organização pode obter lucro no presente e no futuro (sua meta) através da proposição de indicadores globais ( Lucro Líquido – LL, Retorno sobre Investimento – RSI e Caixa – C) e indicadores operacionais (ganho – G, Investimento ou Inventário – I e Despesas Operacionais – DO) bem como da definição clara de gargalos produtivos e recursos com capacidade restrita – CCR’s elaborando também os cinco passos para o atingimento da meta.

Posteriormente, Goldratt ampliou sua visão da meta global das empresas adicionando outros dois tópicos que se referem a: i) “Satisfazer os empregado hoje e no futuro” e ii) “Satisfazer os clientes hoje e no futuro” (ANTUNES, *apud* ALVAREZ, 1996). Segundo Goldratt, as idéias de “satisfazer os empregados e clientes hoje e no futuro” são pressupostos básicos sem os quais torna-se impossível de atingir a meta econômica de ganhar dinheiro hoje e no futuro.

As três medidas para relacionar o impacto de uma determinada ação no chão de fábrica, sobre medidas financeiras, os chamados indicadores operacionais, são definidos como: i) Ganho (G) é o índice pelo qual a empresa gera dinheiro através das vendas; ii) Investimento ou Inventário (I) é todo o dinheiro que a empresa investe na compra de coisas que pretende vender e iii) Despesas Operacionais (DO) é todo o dinheiro que a empresa gasta para transformar investimento em ganho (KLIPPEL, 2003).

Segundo Antunes (2008), a abordagem “hierárquica”, em termos dos indicadores operacionais, proposta por Goldratt é completamente coerente com o conceito – síntese mecanismo da função produção. A visão dos indicadores operacionais ganho e investimentos (com exceção dos aspectos relativos aos equipamentos que, na visão da TOC, se relacionam

aos investimentos) está vinculada, essencialmente, ao fluxo de materiais no tempo e no espaço. Neste sentido, estão ligados à função processo, que é priorizada no âmbito do Sistema Toyota de Produção/"produção enxuta". Por sua vez, o indicador operacional despesas operacionais está fortemente ligado às pessoas, à utilização dos equipamentos e à relação entre pessoas e equipamentos. Nesse sentido, as despesas operacionais são diretamente afetadas por melhorias que possam ser realizadas a partir da noção de função operação.

Os cinco passos utilizados pela TOC (Antunes, 1998) são: Passo 1 – Identificar as restrições do sistema (mercado, capacidade); Passo 2 – Explorar da melhor maneira possível as restrições pois a empresa não poderá vender mais do que é possível fluir pela restrição; Passo 3 – Subordinar ou sincronizar os demais recursos a trabalhar pelo ritmo da restrição; Passo 4 – Elevar a capacidade das restrições; Passo 5 – Voltar ao passo 01 após quebrada uma restrição (melhoria contínua) não permitindo que a inércia se transforme em restrição.

Dentro do escopo do presente estudo se faz necessário mencionar à luz da TOC dois conceitos importantes: o de gargalo e o de Recursos com Capacidade Restrita (CCRs). Entende-se como gargalo como aqueles onde a capacidade de produção é inferior a demanda. Os Recursos com Capacidade Restrita são aqueles em que em média a capacidade é superior a demanda, porém devido a um conjunto de aspectos conjunturais acabam restringindo o desempenho global do sistema (Antunes, 1998).

### 2.3. Gestão de Postos de Trabalho

Segundo Antunes e Klippel (2001), a maneira pela qual os postos de trabalho de um sistema produtivo de uma organização são gerenciados, consiste em uma das questões mais relevantes no que tange a administração da produção.

A gestão dos postos de trabalho tem sua eficácia garantida, na medida em que todos os esforços de uma equipe multidisciplinar de profissionais ligada aos setores industriais são aplicados com foco nos resultados. Para tanto, uma rotina de trabalho deve ser traçada para: i) entender a métrica utilizada como linguagem de mensuração dos resultados; ii) utilizar métodos de resolução de problemas para a identificação e bloqueio das causas fundamentais das anomalias que impedirão o atingimento das metas.

### 2.4. Cálculo dos Indicadores OEE e TEEP

Segundo Rodrigues Silva (2003), A Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) teve origem no TPM (Total Productive Maintenance) parte integrante do SPT (Sistema Toyota de Produção) e seu criador Seiichi Nakajima, desenvolveu-o como meio de quantificar não apenas o desempenho dos equipamentos, mas também como métrica da melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos.

Para Santos (2007) a OEE é uma ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM. A utilização desse indicador conforme a metodologia TPM permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Essas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em um ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade, performance e qualidade dos equipamentos.”

Com respeito às perdas, Rosa *apud* Fujioo Cho (2008), define as mesmas como “qualquer coisa além do mínimo de quantidade de equipamentos, materiais, componentes, espaço e homem – hora, que não seja absolutamente essencial para agregar valor ao produto. Por outro lado, Silva (2003), afirma que, segundo Nakajima, as perdas de produção se dão

devido a problemas relacionados com equipamentos e têm três origens: i) Perdas causadas pelas paradas não planejadas; ii) Perdas resultantes do equipamento não funcionar à velocidade nominal e iii) Perdas de produtos que não cumprem as especificações.

Segundo Chiaradia (2004) as seis grandes perdas identificadas por Nakajima nos equipamentos estão associadas a três índices que formam o cálculo da OEE, conforme mostra a Figura 1. Nesta figura, a perda 1 “quebra” e 2 “Set-up e regulagens” fazem parte do índice de disponibilidade; as perdas 3 “pequenas paradas” e 4 “queda de velocidade” influenciam a performance, enquanto que o índice de Qualidade é composto pelas perdas 5 “Problemas de qualidade e re-trabalho” e 6 “queda de rendimento”.

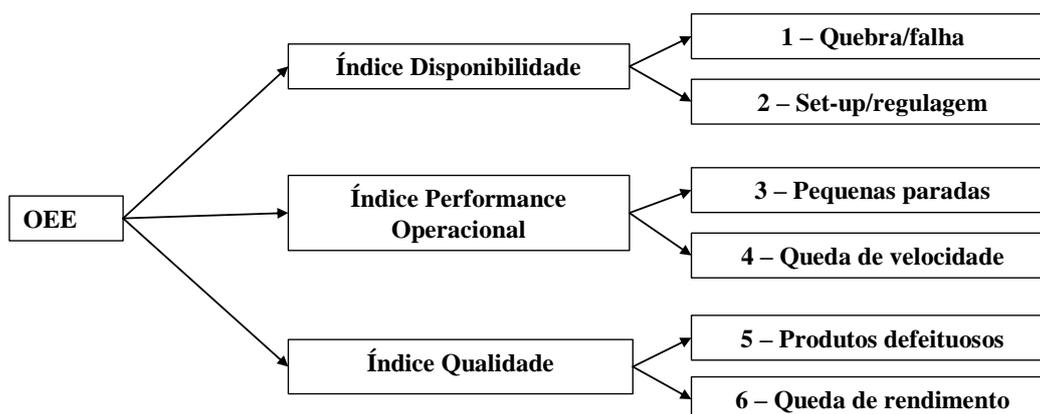


FIGURA 1 – Relacionamento entre a OEE e as seis grandes perdas. Fonte: Chiaradia (2004)

### Cálculo da OEE

Segundo Chile (2009), o OEE – Overall Equipment Effectiveness – ou Eficiência Global dos Equipamentos é usado para identificar as “6 maiores perdas”. Essas perdas são as causas mais comuns dos desperdícios de tempo e de eficiência de produção de ativos industriais. Seu cálculo é obtido através da multiplicação dos índices de disponibilidade, performance e qualidade, conforme mostra a Equação 1.

$$OEE = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3 \quad (1)$$

Onde:

$\mu_1$  = índice de disponibilidade (ou índice de tempo operacional - ITO)

$\mu_2$  = índice de performance operacional (ou índice de performance operacional – IPO)

$\mu_3$  = índice de qualidade (ou índice de produtos acabados – IPA)

O índice de disponibilidade é calculado através da seguinte fórmula

$$\mu_1 = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo programado}}$$

Onde;

Tempo programado = Tempo disponível – Paradas programadas

Tempo operacional = Tempo disponível – Paradas programadas e não programadas

O tempo programado, também chamado de Tempo de Carga (HANSEN, 2006), representa uma porção do tempo disponível que o recurso está programado para produzir

O Tempo Operacional (TO) ou tempo real de operação, também chamado de runtime ou uptime, representa a porção do tempo total disponível no qual o sistema está realmente produzindo.

O índice de eficiência, por sua vez, é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\mu_2 = \frac{\sum[\text{Quantidade produzida} \times \text{Tempo de ciclo}]}{\text{Tempo Operacional}}$$

Onde, o numerador representa o tempo de agregação de valor (TAV).

Finalmente, o índice de qualidade, pode ser representado pela equação:

$$\mu_3 = \frac{\sum[(\text{Quantidade produzida} - \text{Refugos e retrabalhos}) \times \text{tempo de ciclo}]}{\sum[\text{Quantidade produzida} \times \text{tempo de ciclo}]}$$

Aqui, o numerador representa o tempo de agregação de valor, apenas dos produtos bons.

Uma vez conhecido o indicador OEE, pode-se obter a capacidade disponível (CD) de um equipamento, em unidades de tempo, a partir da seguinte equação

$$CD = \text{Tempo programado} \times OEE$$

A capacidade disponível, também chamada de Capacidade líquida (MOELLMANN, 2005) e representa a quantidade de tempo padrão produzido, em condições normais de funcionamento, isto é, levando em consideração todos os tipos de paradas.

Para o cálculo da capacidade disponível em unidades de produto, caso a máquina produza apenas um único produto, basta dividir o resultado anterior pelo tempo de ciclo, isto é:

$$CD = (\text{Tempo programado} \times OEE) / \text{Tempo de ciclo teórico}$$

A capacidade Bruta (CB) pode ser calculada da seguinte maneira:

$$CB = \text{Tempo programado} / \text{Tempo de ciclo (em unidades de produto)}$$

O uso deste indicador, é usado para a análise de recursos considerados não-gargalos.

### Calculo da TEEP

Segundo Chile (2009), a TEEP - Total Effective Equipment Productivity – ou Produtividade efetiva total dos equipamentos, a diferença da OEE, leva em consideração, além das 6 grandes perdas (ver figura 1), perdas de tempo que não dizem respeito ao funcionamento da máquina, e que são chamadas de paradas programadas (refeições, ginástica laboral, manutenção preventiva, etc). O cálculo da TEEP é representado pela seguinte equação e usado para a análise de recursos considerados gargalos:

$$TEEP = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3 \quad (1)$$

Onde:

$\mu_1$  = índice de utilização do equipamento (U)

$\mu_2$  = índice de performance operacional (ou índice de performance operacional – IPO)

$\mu_3$  = índice de qualidade (ou índice de produtos acabados – IPA)

O índice de utilização é calculado através da seguinte fórmula

$$\mu_1 = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo disponível}}$$

A capacidade disponível e bruta são representadas pelas seguintes equações:

CD = Tempo disponível x TEEP (em unidades de tempo)

CD = {Tempo disponível x TEEP}/tempo de ciclo (em unidades de produto)

CB = Tempo disponível / tempo de ciclo

No processo de aplicação da TOC em processos produtivos, a exploração do gargalo (Passo 2) é realizada através do uso do indicador TEEP, num processo de melhoria contínua, o qual será aplicado no presente trabalho.

### 3. Estudo do Caso

O presente estudo de caso foi realizado em uma indústria de bebidas carbonatadas (refrigerantes) onde foi utilizada a métrica TEEP como metodologia de mensuração de perdas e implementação de ações para a redução do tempo de paradas programadas e não programadas com o intuito de aumentar a produtividade sem a necessidade de realizar investimentos de compra de maquinário. Propõe-se também a implementação da abordagem GPT de forma sistemática para a manutenção dos resultados obtidos bem como aumentar a eficiência operacional.

Para tanto, foi escolhida como máquina piloto, a sopradora de garrafas PET por se tratar de um equipamento restritivo (considerada gargalo) em função de sua produção nominal quando comparada à máquina de envasamento de refrigerantes.

A máquina de envasamento processa 10.000 garrafas/hora enquanto a sopradora processa 4000 garrafas/hora. O sistema é *off line* ou seja, as garrafas sopradas são armazenadas no armazém até atingir uma quantidade suficiente (pulmão) para serem envasadas de acordo com a programação de produção.

A linha de sopro operava 18:00hs/dia dividida em dois turnos: 06:00 – 16:00 e 22:00 – 06:00 de segunda à sábado, ficando ociosa seis horas por dia (de 16:00 – 22:00).

A máquina tinha de parar para a refeição, pois o horário da mesma impedia o revezamento dos operadores (11:00 às 13:00 e 23:00 à 01:00). O setup (troca de molde) era realizado em 00:52.

Em função do aumento da demanda, fruto de um incremento nas vendas que a empresa está vivenciando, as rotinas de manutenção autônoma relativas à limpeza (inspeção), lubrificação, reaperto e pequenas intervenções por parte do operador ficaram prejudicadas bem como a realização das manutenções periódicas culminando em um aumento das quebras/falhas da máquina (redução do IPO).

A tabela 1, mostra os resultados da produção em um período de um semana de trabalho e o indicador TEEP para a máquina sopradora.

TABELA 1 – Planilha de Acompanhamento de Paradas

Paradas de máquina		22/fev	23/fev	24/fev	25/fev	26/fev	27/fev
Classificação	Motivo	Paradas programadas (em minutos)					
o							

MA	Manutenção	120	120	120	120	120	120
DE	Almoço	60	60	60	60	60	60
SE	Setup		52		52		
HSMO	Horas sem mão de obra	360	360	360	360	360	360
Somatório das Paradas Programadas		540	592	540	592	540	540
		Paradas Não Programadas (em minutos)					
		Componentes da Sopradora					
CJ	Conjunto de transferência	100	15	20		20	57
MO	Molde		40		80	331	
AL	Alimentador	21	16	14	20	8	
TRP	Transporte			15		25	
CE	Conjunto de Estiramento	30	65	107	74		33
FO	Forno	103	30	25		15	38
CH	Chiller						
Tempo Total de Parada não programadas		254	166	181	174	399	128
Tempo Disponível		1080	1080	1080	1080	1080	1080
Tempo Programado		540	488	540	488	540	540
Tempo Real de operação		286	322	359	314	141	412
		Volume de Produção em unidades de garrafas					
Produção Total		18.876	21.252	23.694	20.724	9.306	27.192
Perda de Garrafas (refugo)		249	120	102	156	114	252
Produção de garrafas boas		18.627	21.132	23.592	20.568	9.192	26.940
		Cálculo dos indicadores					
Índice de Utilização (U)		26,48%	29,81%	33,24%	29,07%	13,06%	38,15%
Índice de Performance Operacional (IPO)		99,00%	99,00%	99,00%	99,00%	99,00%	99,00%
Índice de Produtos Aprovados (IPA)		98,68%	99,44%	99,57%	99,25%	98,77%	99,07%
TEEP= U x IPO x IPA		25,87%	29,35%	32,77%	28,57%	12,77%	37,42%
Capacidade disponível (unid/dia)		18627	21132	23592	20568	9192	26940
Capacidade Bruta (TEEP)		72000	72000	72000	72000	72000	72000

Nestas condições de trabalho, a “capacidade disponível” da máquina sopradora é de 120.051 garrafas por semana para uma TEEP média semanal de 27,79%

Em função dos valores obtidos para a TEEP, percebe-se que há muito espaço para melhorias; podendo aumentar a capacidade produtiva do equipamento acima de 120.051 unidades por semana.

De acordo com a planilha de acompanhamento de paradas observou-se algumas oportunidades de melhoria com relação à redução das paradas programadas e não programadas para aumento dos tempos “programado” e “real de operação” e conseqüente aumento da TEEP.

Foi realizado um brainstorming com a participação dos coordenadores de Produção, Qualidade, Manutenção, RH e Diretoria industrial e elaborado o plano de ação (5W1H) abaixo:

TABELA 2 – Plano de ação 5W1H

O QUE	POR QUE	QUEM	QUANDO	ONDE	COMO
Elaborar escala 6X2 na sopradora	Para redução de Horas Sem Mão de Obra (HSMO) e aumento do tempo disponível	Coordenador de Produção	Imediato	Sopradora a ESA 4000	Elaborando as escalas 6x2
Mudar o Horário de refeição para 10:30 às 13:30	Para que os operadores possam se revezar nos horários de refeição	Coordenador de RH	Imediato	Sopradora a ESA 4000	Contatar a prestadora de serviço de alimentação
Aquisição de porta molde reserva	Para redução do tempo de Setup	Diretor industrial	Imediato	Sopradora a ESA 4000	Aprovando orçamento já realizado pela coordenação de Produção
Reorganizar metodologia de check list de Manutenção Autônoma	Para que as manutenções autônomas seja realizadas nos horários pré determinados	Coordenador de manutenção	Imediato	Sopradora a ESA 4000	Elaborando o cronograma com o PCM

Após a execução das ações que levaram pouco mais de 01 mês, os resultados de aumento do tempo programado (redução das paradas programadas) e do tempo operacional (relacionado com a redução das paradas não programadas) foram visíveis e refletiram sobremaneira no aumento do índice de Utilização (U). Alguma demora se deveu aos treinamentos realizados com os operadores e auxiliares novatos que incluíram treinamentos de integração na CIA, treinamentos nos padrões sistêmicos (BPF e Segurança) bem como treinamento nas Instruções de trabalho da máquina sopradora ESA 4000 (*on the job*). A tabela 3, mostra os valores obtidos em uma semana de produção, após a implementação das melhorias.

TABELA 3 – Planilha de Acompanhamento de Paradas

Paradas de máquina		12/abr	13/abr	14/abr	15/abr	16/abr	17/abr
Classificação	Motivo	Paradas Programadas em minutos					
MA	Manutenção Autônoma	120	120	120	120	120	120
AL	Almoço	-	-	-	-	-	-
SE	Setup		20		20		20
HSMO	Horas sem mão de obra						-

Somatório de PP		120	140	120	140	120	140
		2	2,33	2	2,33	2	2,33
Paradas não Programadas em minutos							
Componentes da Sopradora							
CJ	Conjunto de transferência	30	15				
MO	Molde	8	34	8	8		33
AL	Alimentador	46	29	28	54	74	76
TRP	Transporte	12		3			15
CE	Conjunto de Estiramento			21			
FO	Forno						
CH	Chiller						
Tempo Total de Parada não programadas		96	78	60	62	74	124
Tempo Disponível		1080	1080	1080	1080	1080	1080
Tempo Programado		960	940	960	940	960	940
Tempo real de operação		864	862	900	878	886	816
Volume de produção em unidades de garrafas							
Produção Total		54804	55002	58038	56388	56652	50976
Perda de Garrafas (refugo)		225	338	375	263	263	83
Produção de garrafas boas		54579	54664	57663	56125	56389	50893
Cálculo dos indicadores							
Índice de Utilização (U)		80,00%	79,81%	83,33%	81,30%	82,04%	75,56%
Índice de Performance Operacional (IPO)		95,15%	95,71%	96,73%	96,33%	95,91%	93,71%
Índice de Produtos Aprovados (IPA)		99,59%	99,39%	99,35%	99,53%	99,54%	99,84%
TEEP= U x IPO x IPA		75,80%	75,92%	80,09%	77,95%	78,32%	70,68%
Capacidade Disponível (unid/dia)		54579	54664	57663	56125	56389	50893
Capacidade Bruta (TEEP)		72000	72000	72000	72000	72000	72000

Após a implementação das melhorias propostas pelo plano de ação (5W1H), observa-se um aumento considerável nos resultados nos índices de utilização (U) e tempo operacional (ITO), restando que a empresa mantenha uma gestão focada na sistemática da GTP para a manutenção e melhoria dos resultados alcançados.

Percebeu-se um aumento substancial da capacidade produtiva da máquina de sopro em função das melhorias aplicadas o qual praticamente triplicou, passando de 120.051 para 330.313 garrafas por semana; isto é, um incremento de 175,14%. Sendo sua capacidade bruta semanal de 432.000 garrafas por semana; tendo margem para mais melhorias.

Fica, pois como proposta a disseminação da metodologia do cálculo do IROG bem como a aplicação da GTP em toda a fábrica no que concerne a treinamentos sistemáticos aos operadores quanto ao correto preenchimento do diário de bordo e cálculo da métrica TEEP (para máquinas gargalos) ou OEE (para máquinas não-gargalos), treinamento nas instruções de trabalho, manutenção das reuniões das equipes multidisciplinares da gestão da empresa com a participação de membros da função operação, implementação do sistema de monitoramento das restrições (SMR) como forma de mapeamento do processo produtivo, nas outras máquinas da linha de produção para a obtenção de resultados ainda mais consistentes.

### Conclusões:

A métrica do índice TEEP foi aplicada em uma empresa de refrigerantes como uma ferramenta de melhoria contínua, para explorar o gargalo no processo descrito na teoria das restrições e nos conceitos delineados pela GPT para que pudesse alcançar o objetivo a que se propõe que é mostrar que as melhorias dos processos produtivos são factíveis não apenas no

âmbito dos grandes investimentos em tecnologias, mas e principalmente, através de ações conjuntas de equipes multidisciplinares utilizando metodologias de melhoria de resultados tão amplamente descritos na literatura.

Após uma primeira análise e aplicação da metodologia de melhoria contínua TEEP, foi obtido um incremento de 175,14% na produção atual, tendo espaço para um incremento ainda maior, já que sua capacidade bruta semanal (432.000) é ainda superior à produção semanal alcançada após as melhorias (330.313). O método consistiu em unir os conceitos da Teoria das Restrições, Sistema Toyota de Produção e TPM para obter dados necessários que pudessem servir de base para a implantação de melhorias no que diz respeito à redução das paradas programadas e não programadas (relacionadas com o funcionamento do equipamento) na máquina sopradora a que se constituía uma máquina restritiva ao processo de fabricação de bebidas carbonatadas (refrigerantes).

#### Referências

ANTUNES, J.. *Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta*. Porto Alegre: Bookman, 2008

ANTUNES, J. *Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: Uma Discussão Sobre a Possibilidade de Unificação da Teoria das Restrições e da Teoria que Sustenta a Construção de Sistemas de Produção com Estoque Zero*, Dissertação de Doutorado no PPGA/UFRGS, Porto Alegre, 1998

ANTUNES, José Antonio Valle & KLIPPEL, Marcelo. (2001) – *Uma Abordagem Metodológica para o Gerenciamento das Restrições dos Sistemas Produtivos: A Gestão Sistêmica, Unificada/Integrada e Voltada aos Resultados do Posto de Trabalho*, Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Salvador – BA

ROSA, B.. *Manutenção com foco no operador*. Fundação Vale do Rio Doce

CHIARADIA, A. J. P.. *Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: Um estudo de caso na indústria automobilística*. (Dissertação de Mestrado, UFRGS) Porto Alegre, 2004

CHILE, Reynaldo Palomino. *Apostila da disciplina de Planejamento e Controle da Produção*. Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, 2009.

FALCONI, Vicente Campos.. *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia -a -Dia* INDG, 2004

HANSEN, R. C.. *Eficiência Global dos Equipamentos: Uma poderosa ferramenta de produção / manutenção para o aumento dos lucros*. Porto Alegre: Bookman, 2006. 264p.

KLIPPEL, Altair Flamarion, ANTUNES, José Antônio Valle, KLIPPEL, Marcelo, & JORGE, Rafael Rovaris *Estratégia da Gestão dos Postos de Trabalho – Um Estudo de Caso na Indústria de Alimentos*, Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção

MOELLMANN, Artur Henrique et al. *Aplicação da teoria das restrições e do indicador de eficiência global do equipamento para melhoria de produtividade em uma linha de fabricação*. XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 7 a 9 de novembro de 2005

SANTOS, Ana Carolina Oliveira & Santos, Marcos José.. *Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de melhoria Contínua do Sistema de Manufatura – Um Estudo de Caso*, Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção