

Identificação de restrição no departamento auxiliar produtivo

Marinette Santana Fraga (IES/Funcec) - marinettefraga@yahoo.com.br

Ronara Cristina Bozi dos Reis (Unifei Itabira) - rcbreis@ig.com.br

Antônio Agostinho Nunes Agostinho Nunes (IES-FUNCEC) - toninhonunes@oi.com.br

Resumo:

O objetivo deste trabalho é identificar a origem de restrições em departamentos auxiliares produtivos. Baseia-se na abordagem dos custos e na visão sistêmica das empresas. A relevância do tema é justificada pela necessidade de transcender à identificação das restrições nos departamentos produtivos principais para as demais áreas. Aplicar-se-á a teoria das restrições conciliada com a gestão de custos, buscando demonstrar que é possível criar valor e otimizar custos por meio do conhecimento do processo produtivo. O fator restritivo pode ser monitorado e proporcionar redução de custos e aumento de lucratividade. Utilizou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica, a documental, a de campo e um estudo de caso. Como uma das considerações finais, cita-se que o departamento produtivo pode ter perda com a espera dos resultados de análise química, levando ao atraso na correção dos componentes dos aços e em sua qualidade. Orienta-se que a teoria da restrição deve ser aplicável de forma integrada a todas as áreas das entidades e não somente ao departamento de produção, pois o “elo fraco” da produtividade pode ser proveniente dos processos de suporte, ou seja, dos departamentos auxiliares. O importante é conhecer todo o fluxo produtivo e não somente identificar a restrição local, pois a empresa é um sistema aberto, logo as suas partes são interdependentes e sofrem impactos de toda e qualquer restrição seja endógena ou exógena.

Palavras-chave: Restrições. Custo. Ganho.

Área temática: Custos da Qualidade

Identificação de restrição no departamento auxiliar produtivo

Resumo

O objetivo deste trabalho é identificar a origem de restrições em departamentos auxiliares produtivos. Baseia-se na abordagem dos custos e na visão sistêmica das empresas. A relevância do tema é justificada pela necessidade de transcender à identificação das restrições nos departamentos produtivos principais para as demais áreas. Aplicar-se-á a teoria das restrições conciliada com a gestão de custos, buscando demonstrar que é possível criar valor e otimizar custos por meio do conhecimento do processo produtivo. O fator restritivo pode ser monitorado e proporcionar redução de custos e aumento de lucratividade. Utilizou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica, a documental, a de campo e um estudo de caso. Como uma das considerações finais, cita-se que o departamento produtivo pode ter perda com a espera dos resultados de análise química, levando ao atraso na correção dos componentes dos aços e em sua qualidade. Orienta-se que a teoria da restrição deve ser aplicável de forma integrada a todas as áreas das entidades e não somente ao departamento de produção, pois o “elo fraco” da produtividade pode ser proveniente dos processos de suporte, ou seja, dos departamentos auxiliares. O importante é conhecer todo o fluxo produtivo e não somente identificar a restrição local, pois a empresa é um sistema aberto, logo as suas partes são interdependentes e sofrem impactos de toda e qualquer restrição seja endógena ou exógena.

Palavras-chave: Restrições. Custo. Ganho.

Área Temática: 4 – Gestão da Qualidade

1. Introdução

A identificação dos custos é uma das principais funções na gestão empresarial. Devido às mudanças das necessidades advindas da globalização, as organizações passaram a adotar a visão estratégica para a gestão de seus custos. Esta visão transcende a avaliação de estoques e a redução de custos para a criação de valor, melhoria dos processos produtivos e maximização do retorno dos investimentos dos acionistas.

A gestão empresarial baseada em estratégias de custos e produção visa suprir as necessidades do sistema econômico e dos mercados buscando a continuidade e sobrevivência das entidades. Em custos e processo produtivo, o ideal seria a aplicação do princípio da causalidade. Este foi desenvolvido por Koliver (2009) e tem como premissa que quem deve arcar com o custo é quem os originou.

Assim, uma boa gestão empresarial deve conhecer que o custo de uma restrição pode estar sendo subsidiado por todo o processo produtivo, mesmo sendo ele o que “sofre” as consequências e não sendo o causador da sua origem.

Nos processos produtivos das indústrias, a visão de identificação dos custos vem adotando novos conceitos para o seu gerenciamento e monitoramento. Por processo produtivo, entende-se o conjunto de atividades logicamente relacionadas e coordenadas, visando à obtenção de resultados, para as quais são consumidos recursos. Ele pode ser composto por departamentos principais (produção) e pelos de suporte (auxiliares). Uma das teorias aplicadas aos processos produtivos é a Teoria das Restrições, conhecida como TOC e, em inglês, por *Theory of Constraints*. Para o conteúdo desenvolvido utilizar-se-á a sigla TOC.

Segundo Martins (2003), a TOC busca identificar as restrições do processo produtivo com o objetivo de otimizar a produção nesses pontos críticos e, assim, maximizar o resultado da empresa. Uma das críticas atribuída a TOC é do seu foco no curto prazo.

Uma restrição pode está em qualquer ponto da empresa e não necessariamente no processo produtivo principal. As restrições podem ser classificadas em: internas (exemplo: processo produtivo) ou externas (exemplo: demanda do mercado). Sob a abordagem dos custos de qualidade a restrição é classificada como um custo de falha interna.

Para Maier (1997), os custos da qualidade têm a finalidade de fornecer à direção da empresa um instrumento de decisão para otimizar a qualidade e minimizar os custos. A restrição, também, pode ser classificada quanto ao controle, como um custo controlável. Tais custos podem ser controlados por alguém dentro de sua área de atividade.

Este trabalho tem como objetivo identificar se há restrição no departamento produtivo auxiliar de uma empresa siderúrgica mineira que fabrica aço. Utilizou-se de pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e estudo de caso. Os dados foram coletados e organizados em planilhas e gráficos para facilitar a análise e interpretação.

O fluxo de produção de aço passa por diversas fases para chegar ao produto final. Uma das partes que visa o controle da composição dos elementos do aço é realizada por um departamento auxiliar: o laboratório de análises químicas. Este departamento faz a análise química das amostras de aço durante o processo produtivo e envia os resultados ao departamento de produção que analisa os resultados e monitora o fluxo.

O diagnóstico operacional da pesquisa constatou que há um tempo entre o envio da amostra pelo departamento de produção ao laboratório e o retorno da resposta de sua análise química. Esse diagnóstico identificou que o referido tempo provocava formação de gargalos de produção em razão da demora na comunicação entre o setor produtivo e o laboratório.

O desenvolvimento do trabalho foi estruturado de forma encadeada para facilitar o conhecimento do assunto. Após este primeiro tópico da introdução seguem: o segundo tópico que retrata o contexto a TOC, o terceiro abordando os custos e a qualidade; o quarto tem como ênfase as decisões e os indicadores; o quinto demonstra o estudo de caso; o sexto analisa os resultados e, por último, seguem as considerações finais.

2. Contextualizando a Teoria das Restrições

A TOC é uma das formas de gerenciamento de restrições empresariais para obtenção de ganhos financeiros. O cerne da teoria é que a meta da empresa é ganhar dinheiro através da produção. Para os autores deste artigo, ganhar dinheiro representa uma visão imediata e de curto prazo, porém, necessária para alcançar as metas de longo prazo. Foi inicialmente descrita pelo Dr. Eliyahu Goldratt (1996) em seu livro “A Meta”. O cerne da teoria é que a meta da empresa é ganhar dinheiro através da produção. Para os autores deste artigo, ganhar dinheiro representa uma visão imediata e de curto prazo, porém, necessária para alcançar as metas de longo prazo.

As principais obras de Goldratt foram: “A corrida pela vantagem competitiva”, em 1985; “A síndrome do palheiro, garimpando informação num oceano de dados”, nos anos 90; e, em “Mais que sorte, um processo de raciocínio”, em 1994. O conteúdo desses livros evidencia que a produção é o pilar do desenvolvimento da TOC.

Segundo Guerreiro (1999), os nove princípios básicos de produção são os descritos abaixo de forma comparativa com a ótica convencional:

CONVENCIONAL	TEORIA DAS RESTRIÇÕES
Balancear a capacidade e manter o fluxo;	Balancear o fluxo, não a capacidade;
O nível de utilização de um trabalhador é determinado por seu próprio potencial;	O nível de utilização de um não-gargalo não é determinado por seu próprio potencial, mas por alguma restrição do sistema;
Utilização e ativação de recursos são a mesma coisa;	Ativação e utilização de recursos não são sinônimos;
Uma hora perdida em um gargalo é somente uma hora perdida daquele recurso;	Uma hora perdida em um gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro;
Uma hora economizada em um não-gargalo é uma hora economizada daquele recurso;	Uma hora economizada em um não-gargalo é apenas uma miragem;
Os gargalos limitam temporariamente o fluxo, mas têm pouco impacto sobre o inventário;	Os gargalos governam tanto o fluxo como os inventários;
Deveria ser desencorajada a programação de lotes pequenos e sobrepostos;	O lote de transferência não precisa e, muitas vezes, não deve ser igual ao lote de processo;
O lote de processamento deveria ser constante no tempo e durante sua rota;	O lote de processo deveria ser variável e não fixo;
Os programas deveriam ser determinados na seqüência, predeterminando o tamanho dos lotes, atribuindo prioridades e estabelecendo programas de acordo com o lead time; ajustando a programação de acordo com a aparente restrição de capacidade, repetindo-se os três passos anteriores.	A programação deveria ser estabelecida, analisando-se todas as restrições simultaneamente. Os <i>lead times</i> são resultantes da programação e não podem ser predeterminados.

Fonte: Guerreiro (1999).

Figura 1 – Regras de programação de produção.

Entre a produção tradicional e a proposta da TOC, criou-se o modelo de decisão que envolve cinco passos: identificar as restrições do sistema; explorar as restrições do sistema; subordinar qualquer outra coisa à decisão acima; elevar as restrições do sistema; retornar ao primeiro passo como forma contínua de monitorar o sistema. Comparando os passos de decisões e o objetivo de longo prazo das organizações, verifica-se que o último busca agregar valor aos investimentos dos detentores de capital sem prejudicar a continuidade da empresa investida. Entretanto, há alguns tipos de obstáculos na obtenção dos objetivos, que são, de forma técnica, conhecidos por restrição.

Guerreiro (1996) corrobora com o assunto da TOC, especificando que há dois tipos de restrições. Primeiramente, aborda as restrições de natureza física ou de recursos, que englobam mercado, fornecedor, máquinas, materiais, pedido, projeto e pessoas. Englobam as limitações de recursos para se cumprir uma demanda ou aumentar o *output* do processo em determinado período de tempo. Ela é conhecida como gargalo. Contrário às físicas, há também as restrições não-físicas, tais como a demanda por um produto, um procedimento corporativo ou mesmo um paradigma mental no encaminhamento de um problema.

A principal análise observada pelos autores deste artigo é de que a restrição em qualquer parte do sistema é, também, um custo, que pode ser classificado como controlável. Há, então, um “novo” cenário para a gestão dos custos e dos processos produtivos.

3. Custos na era contemporânea: qualidade e custos da qualidade

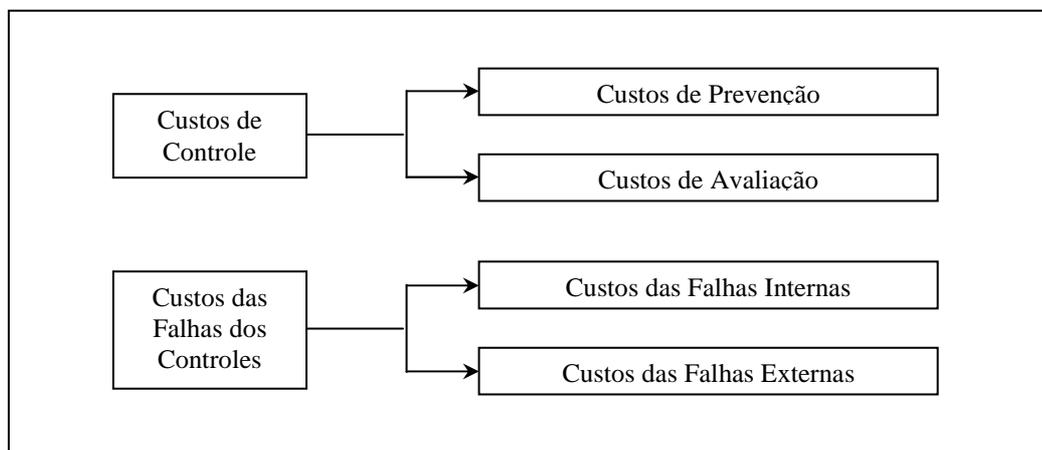
A gestão dos custos é responsável por diversas funções empresariais. Na abordagem contemporânea dos custos, verifica-se que a preocupação são com estratégias e procedimentos inovadores. É preciso, buscar conhecer e identificar novas classificações dos custos que atendam às novas necessidades empresariais.

Segundo Porter (1989), é importante a compreensão minuciosa dos custos, qualquer que seja a estratégia da organização. Para Leone (1980) e Martins (2003) custos referem-se ao valor dos fatores de produção consumidos na produção de outros bens e serviços. Uma das modernas classificações dos custos englobam a denominação dos custos da qualidade. Todavia, a qualidade não é um conceito novo. Paladini (1995) descreve que “essa noção foi evoluindo ao longo do tempo, dadas as especificidades que cada período apresentou na história do desenvolvimento humano.”

O histórico da qualidade demonstra que, inicialmente, nos anos 50, os custos da qualidade eram associados às inspeções e testes, sendo partes integrantes das operações produtivas, pois esses custos não eram estendidos a todas as funções da empresa (JURAN E GRZYNA 1988). Para Feigenbaum (1986), a qualidade de produto e serviços é conceituada como “a combinação de características de produtos e serviços referentes a marketing, engenharia, produção e manutenção, através das quais produtos e serviços em uso corresponderão à expectativa do cliente”.

Já Crosby (1994) definiu qualidade como a “conformidade com os requisitos”. Desta forma, se um produto satisfaz todos os requisitos de acordo com seu modelo padrão, ele é um produto de qualidade. Uma vez definido o que é qualidade, foram necessárias medidas que propiciassem sua implantação, surgindo os Custos da Qualidade. Robles (2003) corrobora com o assunto: “alguns autores da gestão da qualidade dedicaram apreciável espaço em suas obras para a apuração dos Custos da Qualidade”. Dentre esses autores, destacam-se: Juran e Feigenbaum que abordaram a metodologia de apuração dos custos de Qualidade. Outro autor é Crosby que dedicou um capítulo de sua obra, dando importância aos Custos da Qualidade.

Os Custos da Qualidade foram relatados e discutidos inicialmente por J. M. Juran em 1951 em seu livro Quality Control Handbook. Ele comparava esses custos como sendo “o ouro da mina”. Para Feigenbaum (1994), os custos da Qualidade são aqueles associados com a definição, criação e controle da qualidade, assim como a determinação do valor e retorno da conformidade com a qualidade, confiança e requisitos de segurança. Os custos da Qualidade podem ser avaliados nas seguintes categorias:

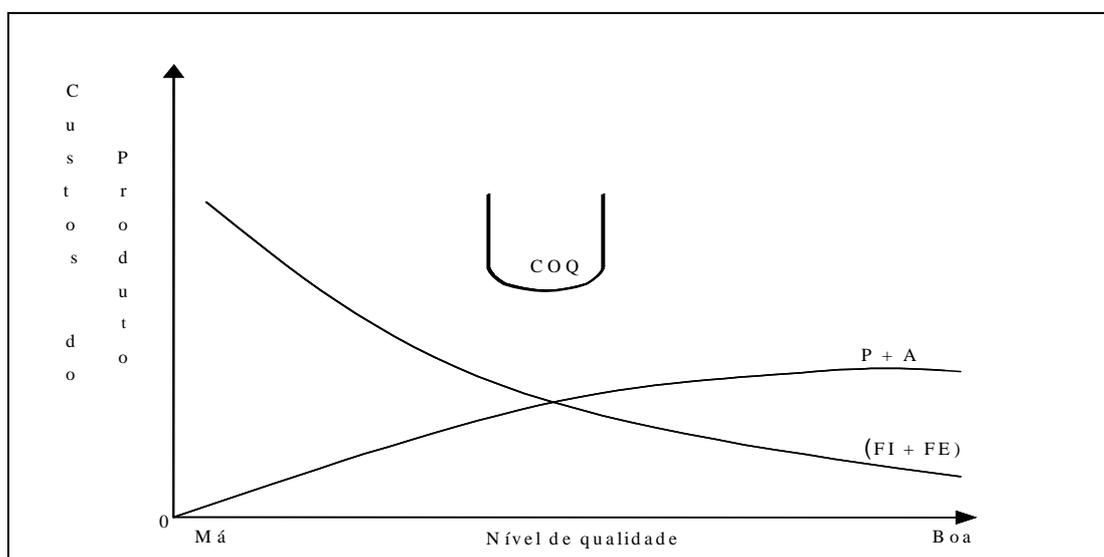


Fonte: Robles (2003).

Figura 2 – Categorias dos Custos da Qualidade.

Explicar-se-ão os termos do quadro acima para melhor compreensão. Os custos de prevenção são incorridos para prevenir a má qualidade nos produtos ou serviços que estão sendo produzidos. Os custos de avaliação são incorridos para determinar se produtos ou serviços estão em conformidade com os seus requisitos ou necessidades dos clientes. O principal objetivo da função de avaliação é evitar que produtos que não estão em conformidade sejam enviados aos clientes. Os custos de falhas internas são incorridos, porque os produtos ou serviços não estão em conformidade com as especificações ou necessidades dos clientes. Os custos de falhas externas são incorridos porque produtos e serviços não estão em conformidade com os requisitos ou não satisfazem as necessidades dos clientes após serem entregues aos mesmos.

A configuração clássica das relações dos custos da qualidade, normalmente, é apresentada pela figura a seguir, conhecido como Modelo Juran do Custo Ótimo da Qualidade:



Fonte: Juran (1988).

Figura 3 – Custo Ótimo da Qualidade.

A visualização da figura mostra que ao nível baixo de gasto em prevenção (P) e avaliação (A), o custo das falhas é alto (nível de qualidade). Supondo-se gasto zero em prevenção e avaliação, o custo das falhas (Falha Interna – FI e Falha externa- FE) retrata que o produto pode estar 100% defeituoso. Por outro lado, quando a produção está 100% boa, é possível que o custo com prevenção e avaliação seja bem elevado.

Diante do exposto nos parágrafos anteriores, recorreu-se a Gutzeit (1997) que menciona as principais razões para se adotar os Custos da Qualidade: assegurar que cada tipo de despesa seja mantido dentro de limites predeterminados ou aceitáveis; assegurar que o volume de trabalho seja condizente com os benefícios dele advindos; assegurar que a ênfase correta seja colocada em cada uma das categorias dos Custos da Qualidade possibilitando a identificação de áreas de ação que devem ser atacadas prioritariamente, visando a minimizar os custos totais. Segundo Paladini (1995), os principais benefícios da avaliação dos custos da qualidade são: redução do custo de fabricação; melhoria da gestão administrativa; diminuição dos refugos; melhoria no planejamento e na programação das atividades; melhoria da produtividade; aumento do lucro.

Em síntese, os custos da qualidade têm a finalidade de fornecer à direção da empresa um instrumento de decisão para otimizar a Qualidade e minimizar os custos, através de um

adequado emprego de recursos (MAIER,1997).Diante de tais benefícios,selecionou-se um dos custos da qualidade referente as falhas internas para ser objeto de pesquisa numa empresa siderúrgica. Sua preocupação era com determinados produtos que estavam sendo retornados ao processo produtivo. Após a teoria estudada, os autores, deste artigo, perceberam que se tratava da necessidade de verificação da existência do retrabalho nos processos produtivo que leva a minimização de tempo, dos custos e dos defeitos provenientes de falhas internas.

O retrabalho é a ação tomada para corrigir produtos não-conformes, decorrentes de falhas internas do processo. Tais produtos são passíveis de recuperação e podem, ainda, atender aos requisitos especificados. Todavia, a ação de fazer novamente a atividade eleva os custos totais, implicando em reinspeções e reavaliações de 100% dos itens recuperados.O custo do retrabalho constitui apenas uma parte do custo provocado pela baixa qualidade. Baixa qualidade gera queda qualitativa e de produtividade ao longo de toda a linha de produção, e alguns dos produtos defeituosos acabam saindo pela porta da fábrica e caindo nas mãos do consumidor. No próximo tópico, é demonstrado alguns indicadores relacionados com as decisões gerenciais.

4. Decisões e indicadores

As tomadas de decisões gerenciais abordam diversos indicadores, conforme os objetivos determinados pelas empresas. Há prioridades para os que refletem o ganho, os investimentos e a despesa operacional. Todos estes elementos são necessários para formar o resultado financeiro das organizações.

Conforme Guerreiro (1996), a característica principal da TOC é ganhar dinheiro, através da produção contínua, eliminando ou reduzindo suas limitações. Desta forma, de um lado, haverá a otimização dos recursos e a maximização do ganho e, de outro, a minimização das despesas operacionais e do estoque. O autor define os conceitos dos indicadores usados na TOC:

- a) Ganho (*Throughput*): retrata o índice pelo qual o sistema gera dinheiro através das vendas. É a diferença entre o preço de venda e o montante de todos os valores pagos a fornecedores que tem relação com os produtos vendidos, independentemente do momento das compras. Goldratt (1992) inclui, nos valores pagos, os seguintes itens: fretes, subcontratação, comissões a vendedores, taxas alfandegárias;
- b) Rentabilidade: representa a taxa decorrente da comercialização de produtos que irá compor o lucro. Corresponde à diferença entre o preço de venda e o custo variável das matérias-primas. Os demais custos irão para as despesas operacionais. Pode-se calcular a rentabilidade por unidade de recurso consumida na restrição. Este valor é obtido pela divisão da rentabilidade ou margem de contribuição unitária pelo consumo de recursos da restrição para produzir um produto. O ponto central chave para maximizar o lucro é concentrar na produção e na comercialização de produtos com a maior rentabilidade por unidade de recurso consumida na restrição;
- c) Estoques: conceituado sob a ótica financeira como sendo todo o investimento em dinheiro nos itens destinados à possível venda, sejam eles classificados no circulante ou no não circulante imobilizado. O termo estoque é definido por Goldratt (1992), de forma generalizada, como inventário. O autor menciona que há duas categorias quando o termo geral é aplicado: a primeira refere-se aos estoques de matéria-prima, produtos em processo, produtos acabados e a segunda, aos outros ativos que fazem parte do imobilizado. Todos estes elementos têm um grande impacto sobre a competitividade da empresa.

- d) Despesas Operacionais: referem ao dinheiro que a entidade gasta para a transformação do investimento em ganho. É todo o dinheiro gasto com algo que não possa ser guardado para um uso futuro, logo, é consumido nas operações, levando à obtenção do ganho. Para Corbett (2007), corresponde a todo o dinheiro que se coloca de forma permanente dentro da entidade, para mover suas engrenagens, como, por exemplo, salários (desde o presidente da empresa até a mão-de-obra direta), alugueis, luz, encargos sociais, depreciações, parte refugada dos materiais estocados etc.

Estes indicadores, mencionados por Guerreiro (1996), são identificados por Goldratt e Cox (1997) como elementos essenciais para a avaliação de desempenho e são:

- a) Lucro Líquido: representa quanto de dinheiro a empresa está gerando em um determinado período. É calculado pela diferença entre o ganho e as despesas operacionais;
- b) Retorno sobre Investimento: é o lucro líquido dividido pelo estoque. Representa o esforço necessário para o alcance de determinado nível de lucro;
- c) Fluxo de Caixa: um controle necessário para acompanhamento das entradas e saídas de recursos financeiros, que norteia a continuidade empresarial. É mais que um medidor do alcance da meta, é considerado uma situação necessária para a sobrevivência da empresa.

Com base nas propostas de indicadores, têm-se as seguintes fórmulas:

1^a) Margem líquida = rentabilidade - despesas operacionais.

2^a) Retorno Sobre o Investimento (RSI) = (rentabilidade – despesas operacionais) / estoque.

3^a) Produtividade = rentabilidade / despesas operacionais. Giro = rentabilidade / estoques.

Pelos indicadores e pressupostos da TOC, as prioridades das decisões são: aumentar ganho, diminuir investimentos, reduzir despesa operacional. A teoria vem tendo aplicação em três diferentes níveis de tomada de decisão: gerência da produção, na resolução de problemas relacionados aos gargalos; a programação e redução dos estoques; análise de rentabilidade. Seu foco demonstra a mudança de decisões com base em custo para as que preocupam com a melhoria contínua das operações, afetando a lucratividade. No próximo tópico, é desenvolvido o estudo de caso da siderúrgica Usibrás, buscando identificar o custo do retrabalho.

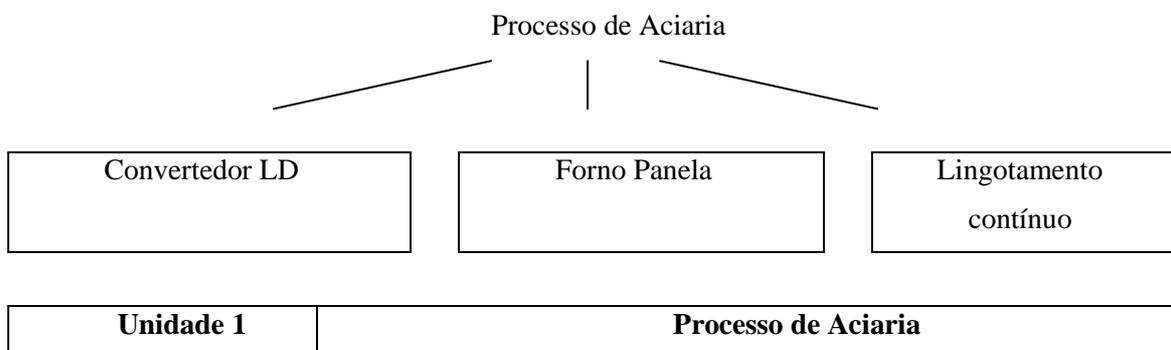
5. Estudo de Caso: Produção de Aço da Siditamon

A Siditamon é uma empresa produtora de aço bruto localizada no estado de Minas Gerais. O aço bruto é produzido em fornos elétricos, fornos de otimização de energia ou em uma combinação de alto-forno/conversor. Depois de carregar o forno elétrico com uma mistura pré-determinada de matéria-prima (por exemplo, sucata, ferro-gusa ou ferro-esponja), a energia elétrica é aplicada de acordo com um perfil de fusão controlado por computador.

A combinação da matéria-prima varia entre 60% de sucata de aço e 40% de ferro-gusa, a 90% de sucata de aço e 10% de ferro-gusa, dependendo dos preços e da disponibilidade local. A Siditamon acredita que essas proporções otimizam o uso de sucata de aço disponível sem pressionar a demanda por sucata de aço.

Na combinação do alto-forno/conversor, o aço bruto é produzido através da redução do minério de ferro pela queima de carvão vegetal, coque ou uma combinação de ambos com oxigênio. O DRI é um processo que substitui o alto-forno e a redução do minério de ferro ocorre através da injeção de gás natural quente, produzindo o ferro-esponja, que é então levado a um forno elétrico. Após a fusão, o aço bruto é levado ao forno-panela, onde é refinado de acordo com as especificações do cliente. As ligas de ferro são adicionadas no forno-panela de acordo com as especificações químicas do aço que está sendo produzido. No caso do aço especial, o forno-panela é levado a uma unidade de desgaseificação à vácuo para

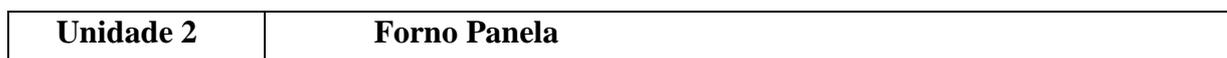
a remoção de carbono, oxigênio e outros gases. O aço produzido é de grande importância na economia brasileira, estando presentes em inúmeras empresas como a Petrobras, automotivas, construção civil, lâs de aços, empresas de pneus, fábricas de parafusos, pregos e ferramentas, etc. Com a finalidade de apresentar o estudo de caso, utilizou-se o formato do plano-sequência, de Yoshitake (2004). O plano-sequência da produção da aciaria pode ser representado pela figura 4 como se segue:



Fonte: os autores deste artigo (2010).

Figura 4 – Plano-sequência de produção da aciaria.

O processo produtivo, de forma sintética é realizado no departamento de Aciaria (principal), sendo subdividido em Convertedor LD, Forno Panela e Lingotamento Contínuo. Esses centros produtivos departamentais dependem da prestação dos serviços do laboratório químico que é um departamento auxiliar. A Aciaria é o departamento responsável pela transformação do gusa em aço. No convertedor LD acontece o refino primário do aço. No Forno Panela acontece o refino secundário do aço na panela. Já o Lingotamento Contínuo é a fase onde aço líquido é transformado em tarugo. Depois este subproduto é enviado aos laminadores e transformado em produtos acabados, compondo a segunda unidade. Veja a seguir:



Fonte: os autores deste artigo (2010).

Figura 5 – Continuação do Plano-sequência de produção da aciaria.

Esta unidade é composta das seguintes fases:

- 1) **Diagnóstico:** O diagnóstico identificado para este trabalho mostra que, quando o aço chega ao Forno Panela (FP) ele é tratado conforme as normas existentes e durante esse tratamento se faz amostragens do aço de acordo com a necessidade do acerto da análise química.
- 2) **Amostragem:** O processo produtivo de aço envolve várias amostragens durante o fluxo e diversas análises e ações são realizadas para atender as normas. Em cada tratamento de uma corrida a norma pede que se envie para o laboratório de análise química uma amostra preliminar para confirmar a análise dos resultados, depois há uma amostra final que irá confirmar as especificações químicas do aço tratado no Forno Panela.
- 3) **Padrão de Análises Químicas:** O ideal para a cadeia produtiva é que os resultados das análises químicas do laboratório retornem para o Forno Panela (FP) num tempo menor que 5 minutos. Na verdade é possível que esta análise seja feita no tempo mínimo em 3 minutos. Entretanto esta resposta relativa ao tempo tem apresentado oscilações com frequências, chegando a um tempo médio de 7 minutos, conforme o resultado da equação desenvolvida para este estudo.

- 4) **Mensuração:** Os autores, deste trabalho, desenvolveram a fórmula baseando-se em alguns livros de administração da produção e não utilizou nenhum critério matemático, tal fórmula foi proveniente de observações práticas. A fórmula desenvolvida é a seguinte:

$$te = (to + 3 tm + 2 tp) / 6$$

onde:

to = a duração mais curta (otimista); tm = a duração mais provável; tp = a duração mais longa (pessimista); te = a estimativa calculada do tempo real gasto pelos funcionários.

- 5) **Amostragem do estudo de caso:** No caso estudado, a fórmula foi realizada com uma amostragem de cem elementos chegando aos seguintes resultados:

Tabela 1 – Cenários e tempos coletados.

	Cenário Otimista	Cenário Mais Provável	Cenário Pessimista
Coleta de dados	To = 3 minutos	Tm = 7 minutos	Tp = 8 minutos
A moda de distribuição evidenciou um valor freqüente em torno de 7 a 8 minutos.			
Aplicação da fórmula:			
$Te = (to + 3 tm + 2 tp) / 6$			
$Te = [(3 + (3 \times 7) + (2 \times 8))] / 6 = 6,67$ minutos			

Fonte: autores deste artigo.

- 6) **Resultados:** Evidenciou-se que este tempo gasto para a resposta da análise química provocava efeitos negativos no processo. A partir de então foi elaborado um plano de ação para otimizar este tempo com finalidade de melhoria no processo e na lucratividade.
- 7) **Plano de Ação:** O primeiro passo após conhecer o tempo estimado de trabalho do laboratório foi monitorar o tempo de resposta da análise química realizada no laboratório químico. Os dados foram coletados com utilização de cronômetro e registro em planilhas. O tempo é medido a partir da chegada da amostra no laboratório seguindo as etapas de tempo de resfriamento, retífica, lixadeira e tempo ótico.

A primeira amostragem é referente a amostras não furadas. Elas são amostras maiores de tamanho estabelecido para amostragem (um todo) usada na análise final. A primeira amostragem é referente a amostras não furadas. Elas são amostras maiores de tamanho estabelecido para amostragem (um todo) usada na análise final. Foram coletadas cem amostras nos cinco turnos (turma de trabalho) da empresa, e seus respectivos tempos. Como exemplo, veja, a tabela abaixo, de três amostras:

Tabela 2 - Tempo de resposta medido no laboratório: amostras não furadas.

Turma	Corrida	Aço	P/F	Tempo Resfriamento	Tempo na Retífica	Tempo na Lixadeira	Tempo no Ótico	Tempo Resposta Análise
C	77873	LA09S	F	00:51,00	00:25,00	00:11,00	00:49,63	02:16,63
B	79245	1070*	F	01:05,0	00:27,0	00:12,16	01:38,00	03:22,16
A	79308	4135D	F	00:26,0	00:40,0	00:10,0	01:07,0	02:23,00

Fonte: Fonte: Empresa Siditamon.

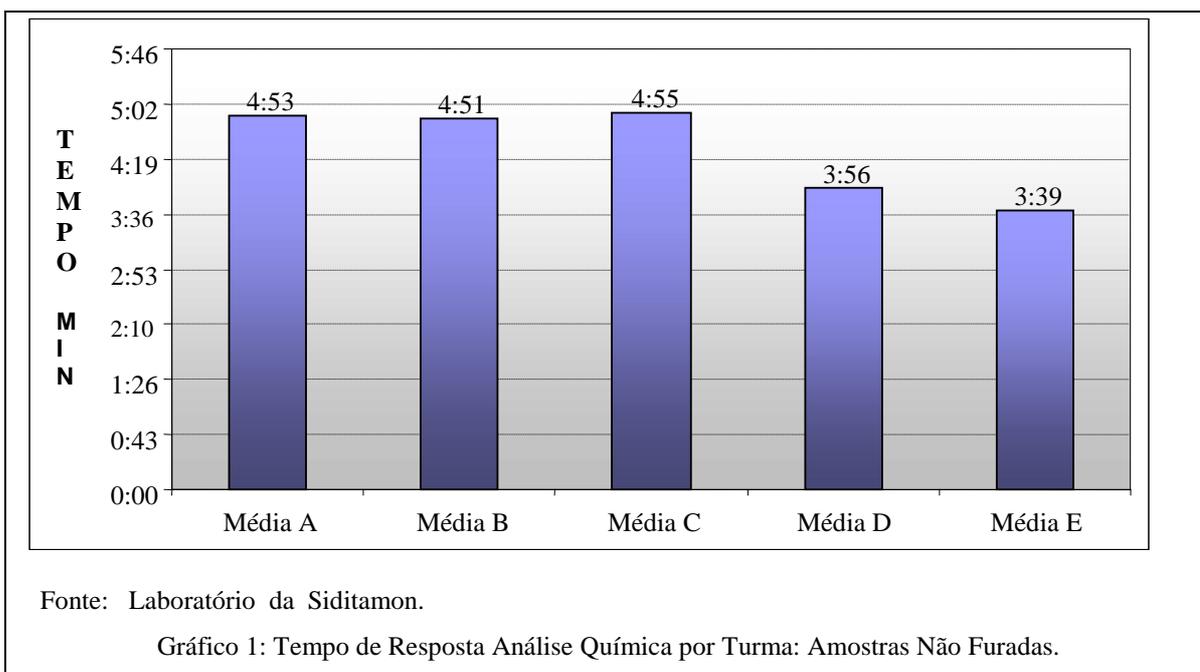
Em seguida, procedeu-se à coleta dos tempos das amostras chamadas de furadas. Elas são partes menores retiradas da amostra total (padronizada). Para as mesmas, o processo de análise inclui a furadeira, ficando assim: resfriamento, furadeira, retífica, lixadeira e tempo ótico. A seguir, têm-se os dados de três amostras como forma de exemplificação da coleta de dados:

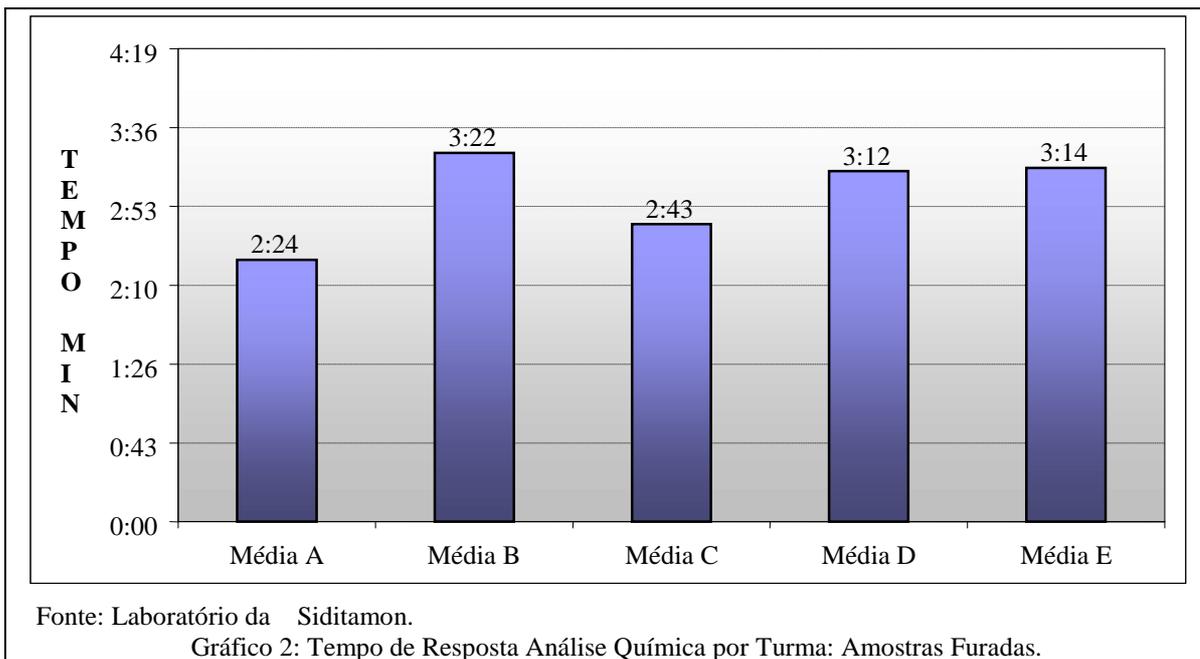
Tabela 3 - Tempo de resposta medido no laboratório: amostras furadas.

Turma	Corrida	Aço	P/F	Tempo Resfriamento	Tempo na Furadeira	Tempo na Retífica	Tempo na Lixadeira	Tempo no Ótico	Tempo Resposta Análise
C	77879	HT8DS	F	01:40,00	00:23,03	00:28,60	00:21,06	00:55,15	03:47,84
D	79777	BW80S	F	01:18,00	00:44,00	00:28,00	00:21,00	01:06,00	03:57,00
E	79379	NG08A	F	01:02,00	00:44,00	00:20,00	00:18,00	01:07,00	03:31,00

Fonte: Empresa Siditamon.

As tabelas produzidas são extensas, assim os autores preferiram optar pela informação dos dados, de forma sintetizada pelos gráficos 1, 2, 3 e 4.





O segundo passo envolveu o monitoramento do tempo de resposta da amostra da análise química enviada ao laboratório, medido diretamente no departamento produtivo principal: o Forno Panela. Foi necessário realizar o monitoramento nesse departamento, pois a coleta diretamente no laboratório levou à mudança de comportamento dos funcionários.

Observou-se que a atitude e comportamento dos colaboradores (analistas químicos) não foram coerentes com a realidade, visto que sabiam que estavam sendo supervisionados, e mudaram a forma de trabalhar, levando aos tempos menores na execução das tarefas. Eles buscaram mostrar agilidade extra, distorcendo o cotidiano.

Já no Forno Panela, através de um sistema que acompanha o fluxo de ida da amostra e o seu retorno, foi possível medir novamente o tempo a partir do recebimento da amostra no laboratório químico. Veja, abaixo, o gráfico 3 dos dados coletados das amostras não furadas e furadas levando a medição no departamento produtivo:

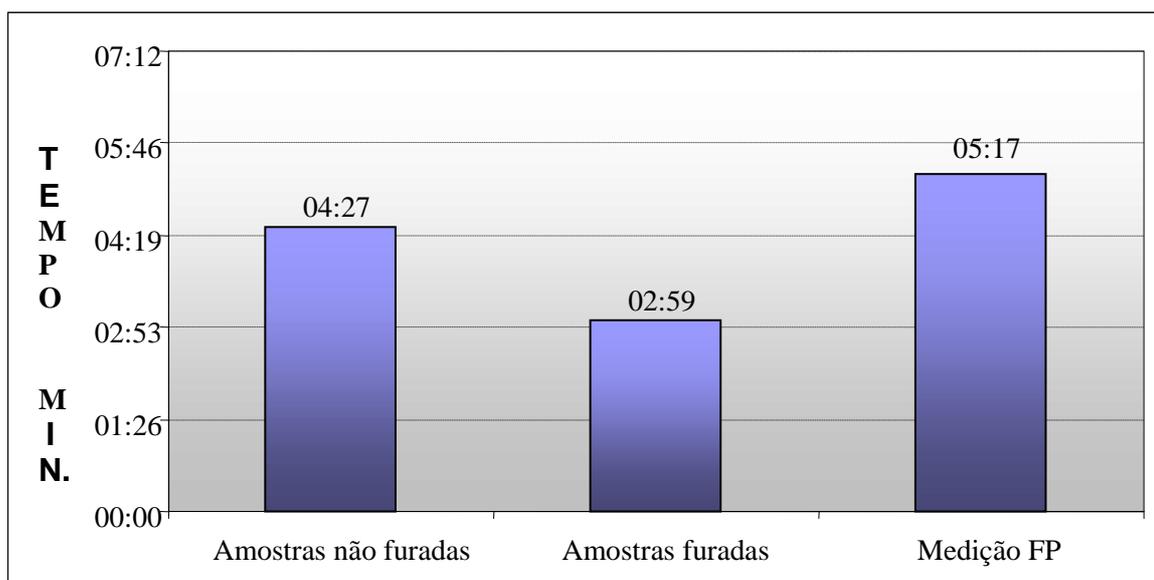
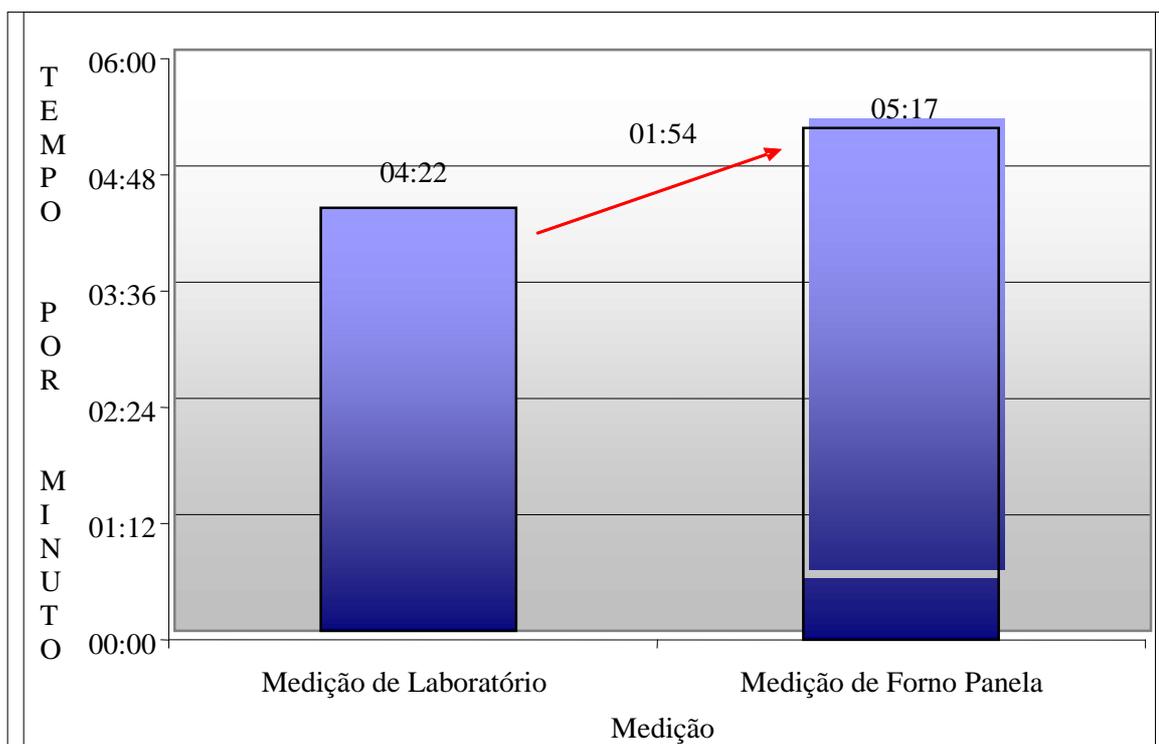


Gráfico 3: Tempo de Resposta Análise Química Média Geral: Medição no Forno Panela.

Procedendo aos cálculos (com base nos gráficos 1 e 2), chegou-se à medição do tempo médio real do levantamento direto no laboratório (departamento auxiliar) e a do Forno Panela (departamento principal), conforme demonstra o gráfico 3. Nota-se que o tempo de medição realizado no laboratório ficou menor que o medido no Forno Panela, devido à mudança de comportamento dos colaboradores.

A seguir, o gráfico 4 do tempo médio real:



Fonte: Forno Panela da Siditamon.

Gráfico 4: Medição Geral do Tempo.

A análise evidencia que: após os estudos de tempos efetuados no Laboratório Químico (média do tempo dos dois tipos de amostras) e no Forno Panela, levando em consideração duas amostras por corrida, a perda de tempo é de 1 min. e 54 seg por corrida. Sendo que, em 24 horas são realizadas em média 36 corridas, a perda de tempo diária é de 55 min. e 44 segundos.

De forma específica, para o tratamento de uma corrida de aço especial gasta uma média de 40 minutos e para corridas de aços comuns gasta em média 28 minutos. Sendo a perda estimada de 55 minutos e 44 segundos, este tempo equivale a mais uma corrida diária de aço especial e duas diárias de aço comum que estão deixando de serem produzidas.

Devido à confiabilidade dos dados monetários internos da empresa em estudo, os autores optaram em aplicar a técnica de simulação. Houve cuidados em obter valores simulados a partir dos dados reais. Primeiramente, considera-se que a perda de tempo corresponde a um custo de R\$ 38.330,00. Se a empresa conseguir minimizar esta perda, vai agregar ao seu faturamento mais R\$ 38.330,00 diário. Em 30 dias, serão R\$ 1.149.900,00; considerando que ela deverá otimizar esta perda sem aumentar o seu custo. Logo, este custo pode ser controlado, aumentando a produtividade e lucratividade da empresa.

Com base na demonstração de resultado do exercício da empresa Seditamon foi possível verificar um ganho com a aplicação da proposta de reduzir o tempo (restrição do sistema), conforme demonstrado abaixo:

Tabela 4 - Tempo de resposta medido no laboratório: amostras furadas.

Demonstração gerencial de resultado	Período: mensal	Valores em Reais
Itens	Antes da redução de tempo	Após a redução do tempo
Receita op. Líquida mensal	39.774.667	39.774.667
(-) Custos totais mensal	(20.983.583)	(20.983.583)
(=) Resultado Bruto	18.791.083	18.791.083
(+) Ganho com a Economia de custo		1.149.900
(=) Resultado após a economia de custo	18.791.083	19.940.983

Fonte: Empresa Seditamon.

O próximo tópico aborda a análise de resultados do conteúdo desenvolvido. Buscar-se-á determinar a interligação empírica com os objetivos teóricos de decisões da TOC.

6. Análise de resultados

Analisando os dados coletados e o sistema produtivo de aço, chegou-se aos seguintes resultados em relação as cinco fases do processo de decisões da TOC:

1. Identificar as restrições do sistema: Baseado em Corbett (2007) com a premissa de que existem poucos recursos que limitam o desempenho do sistema como um todo, a análise do fluxo global do processo produtivo de aço incluindo departamentos auxiliar e principal, detectou-se como uma restrição a demora no tempo de respostas das análises químicas das amostras proveniente da produção. Assim, essa falha compromete o tempo e a qualidade dos produtos numa visão sistêmica de empresa. O passo seguinte foi decidir como gerenciar a restrição “tempo” apurada.
2. Decidir como explorar as restrições do sistema: Tirar o máximo proveito das restrições, ou seja, obter o melhor resultado possível dentro do fator limitativo. Nessa fase, o gestor tem como decisão principal maximizar o desempenho do sistema, otimizando ou eliminando a restrição. No caso estudado, o recurso restritivo foi o tempo dispendido na resposta da análise química do departamento auxiliar. Buscou-se uma forma de agilizar esse tempo, de forma que as respostas chegassem em tempo hábil para controle dos componentes químicos do aço, sem prejudicar ou atrasar o fluxo do processo. A prioridade da empresa é garantir a qualidade do aço que afeta a sua rentabilidade, sendo que a análise química é prerequisite essencial para isto. Por se tratar de um recurso que limita (atrasa) o fluxo produtivo da fábrica como um todo, qualquer minuto perdido nesse recurso significa minutos a menos de produção de todo o sistema.
3. Subordinar qualquer outro evento à decisão anterior: Todos os outros recursos considerados como não restritivos devem ser utilizados na mesma medida de uso dos recursos restritivos. O departamento produtivo de aço recebendo as respostas das análises químicas das amostras e verificando que os percentuais dos elementos estão em conformidade com os padrões estabelecidos, dão continuidade ao processo de grande escala. Caso, os padrões não estejam corretos é preciso retardar todos os demais recursos do fluxo produtivo até que se corrija a composição ideal dos elementos químicos. O próximo passo é reduzir o impacto da restrição sobre o sistema, elevando as restrições.

4. Elevar as restrições do sistema: Superar a restrição. No caso do estudo realizado, a restrição otimizada mantém a qualidade, há ganho no tempo de processo e na rentabilidade. Quando a restrição é quebrada, o desempenho da empresa sobe até o ponto em que passará a ser limitado por outro fator. Assim, outras restrições aparecerão para limitar o desempenho, o que dá origem ao próximo passo.

5. Se, nos passos anteriores uma restrição for quebrada, volte ao passo 1, mas não deixe que a inércia se torne uma restrição do sistema. A gestão da restrição e do ganho exige um monitoramento constante dos processos produtivos.

Diante do processo decisório, apontam-se como possíveis medidas para melhoria da eficiência do processo produtivo de aço algumas ações. Elas devem ser implantadas nos departamentos principal e auxiliar. Primeiramente, em relação ao FORNO PANELA tem-se que: esta é a principal área do departamento produtivo principal. O problema evidenciado foi: perda de 58 segundos por amostragem feita durante o processo produtivo devido ao trajeto feito pelo forneiro. Ele tem que retirar a amostra da furadeira e levar até ao pneumático. Orienta-se, que haja uma alteração física do local do equipamento: aproximar a furadeira do pneumático. Tal medida, apesar de simples levará aos seguintes resultados nos ganhos: diminuição no esforço físico dispensado pelo forneiro. Ganho de tempo no processo sem a locomoção do Forneiro. centralização das atividades. ganhos na otimização de tempo. ganhos na redução de custos (tempo na Aciaria é custo). Outra medida de decisão é em relação ao LABORATORIO: este é o departamento auxiliar da produção responsável pelo controle dos componentes químicos do aço. Ele recebe as amostras preliminares da produção, faz as análises e envia os resultados ao departamento produtivo (Forno Panela). Se as análises estiverem conforme as normatizações exigidas, segue-se a produção. O problema detectado foi: diferença de tempos entre as fases do processo (envio e retorno das amostras), por falta de uma padronização das atividades executadas pelo preparador da análise química do aço, o que leva a comportamento e atitudes diferenciadas. Veja no próximo tópico as considerações finais.

7. Considerações finais

A utilização do estudo de caso permitiu evidenciar que a TOC aplicada ao processo de produção estudado, ressaltando a otimização do fluxo produtivo e a maximização da rentabilidade. Sugerem-se, então, medidas como: padronizar as atividades de preparação das amostras, tendo em vista que se tem um preparador por turno de trabalho para mais de uma atividade; realizar melhorias no processo de resfriamento, tendo em vista que o tempo nesta atividade está elevado e impactando no andamento de preparação da análise química do aço. Pode-se, assim, afirmar que a utilização da TOC é importante na gestão de custos.

Uma restrição conhecida pode levar a redução de custos globais, otimização da produtividade e do ganho das empresas. Talvez seja viável um sistema gerencial que inclua a restrição como parte do sistema ABC, do Plano-sequência de custos, da Unidade de Esforço da Produção, ou melhor, um sistema de gerenciamento de criação de valor. Nele a meta de ganho a curto prazo e redução de custos se une para possibilitar o maior retorno aos investidores de capital.

Estudos futuros poderão trazer novas evidências quanto à utilização da TOC como parte integrante da gestão de custos. Os resultados dos dados analisados apontam que a aplicação da TOC na produção de aço traz a possibilidade de maximizar o resultado global, por meio de monitoramento da restrição e melhor aproveitamento dos demais recursos

produtivos. Tais ações permitem melhorar a qualidade do produto, que é essencial para a competitividade e ganho no mercado de alta concorrência interna e externa.

Referências

GUTZEIT, K. **Gestão da qualidade para Pequenas e Médias Empresas**. DGQ Bloco QM/PME, Frankfurt am Main, 1997.

FEIGENBAUM, Armand V. **Total quality control**. 3ed. New York: McGraw-Hill, 1986.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle da qualidade total; gestão e sistemas**. 1ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

GOLDRATT, Eliyahu. **A síndrome do palheiro – garimpendo informação num oceano de dados**. 2 ed. São Paulo: Educator, 1992.

GOLDRATT, Eliyahu. COX, Jeff. **A meta – um processo de aprimoramento contínuo**. São Paulo: Educator, 1997.

GOLDRATT, Eliyahu M., COX, Jeff. **The race**. New York: North River, 1996.

CORBETT, Thomas. **Bússola Financeira: o processo decisório da teoria das restrições**. São Paulo: Nobel, 2007.

GUERREIRO, Reinaldo. **A meta da empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUERREIRO. **Princípios da teoria das restrições sob a ótica da mensuração econômica**. Caderno de Estudos. São Paulo: FIPECAFI, v.8, n.13, jan./jun.1996. p. 9-18

JURAN, J.M.; GRZYNA, Frank M. Juran's **Quality Control Handbook**, 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1988.

JURAN, J.M.; GRZYNA, Frank M. Juran's **Controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1991..

KOLIVER, Olívio. **Contabilidade de Custos**. Curitiba: Juruá, 2009.

LEONE, George, S.G. **Custos: um enfoque administrativo**. Rio de Janeiro: FGV, 1980.
MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 2003.

MAIER R., DIEMER R.V. **TQM – Melhoria de Processos Empresariais**. DGQ Bloco QM. Frankfurt am Main, 1997.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade no processo - A qualidade na Produção de Bens e Serviços**. Atlas, São Paulo, 1995.

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: 1989.

YOSHITAKE, Mariano. **Teoria do Controle de Gestão**. São Paulo: Ibradem, 2004.