



LINHA DE PRODUÇÃO DE BARCOS DE PAPEL: DINÂMICA DOS PRINCÍPIOS DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Marciano Felipe Sehn – marciano.sehn@gmail.com

Universidade Federal do Paraná

Rua Buenos Aires, 103, ap. 901

CEP: 80250-070 – Curitiba – Paraná

Maria do Carmo Duarte Freitas – mcf@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná

Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico

CEP: 81531-990 – Curitiba – Paraná

Ricardo Mendes Junior – mendesjr@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná

Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210, Jardim das Américas

CEP: 81531-990 – Curitiba – Paraná

***Resumo:** Devido à importância que a Teoria das Restrições representa nos meios empresarial e acadêmico, o conhecimento teórico e a compreensão dos seus princípios na aplicação prática são fundamentais a alunos das áreas de engenharia e administração. Dessa forma, o objetivo deste artigo é o de propor uma dinâmica de grupo que possibilite, de maneira lúdica, assimilar os conceitos da teoria das restrições e promover a discussão e o senso crítico dos alunos. A dinâmica “Linha de produção de barcos de papel” teve sua metodologia de aplicação baseada no resultado de uma pesquisa bibliográfica e foi validada em sala de aula com alunos de pós-graduação de Engenharia de Produção. Obteve-se um resultado positivo dos participantes, em relação à interação gerada e também nas discussões teóricas e didáticas a respeito da teoria aplicada.*

***Palavras-chave:** Teoria das Restrições, Gestão da produção, Qualidade, Estratégias de ensino, Dinâmicas para engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

A Teoria das Restrições proposta pelo físico Eliyahu M. Goldratt representou um avanço na forma como a produção passou a ser gerenciada nas fábricas a partir de meados da década de 1980. Seus princípios encontram-se aplicáveis até a atualidade, sendo objeto de inúmeras pesquisas no meio acadêmico e empresarial. E, por esse motivo, o conhecimento dos seus princípios é importante para acadêmicos de cursos de diferentes grades curriculares, principalmente aquelas voltadas à formação de gestores de sistemas produtivos, como por exemplo, os cursos de engenharia e administração.



Nesse sentido, dada a importância que a vivência prática representa na compreensão dos diferentes fatores que envolvem um sistema produtivo, buscou-se propor uma dinâmica que, por meio da interação entre os alunos em sala de aula, possa estimular seu interesse pelo tema e forneça os conceitos necessários que permita aplicar a teoria em uma situação real.

O objetivo do artigo é o de propor uma dinâmica de grupo que possibilite de maneira lúdica realizar uma discussão a respeito dos princípios da teoria das restrições em um sistema produtivo, favorecendo a assimilação do conteúdo por meio da identificação da teoria numa situação prática simulada no ambiente de sala de aula.

A base teórica é resultado da pesquisa bibliográfica que fornece sustentação à criação e ao desenvolvimento da metodologia de aplicação na proposta “dinâmica linha de produção de barcos de papel”, que foi validada em sala de aula com alunos do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As seções seguintes representam os pilares teóricos que fundamentam o desenvolvimento da dinâmica proposta neste trabalho, bem como serve de base às inferências a respeito dos resultados observados na sua validação. Para isso, procurou-se resgatar os dados históricos do surgimento da Teoria das Restrições, os princípios utilizados para o gerenciamento das restrições e aplicações de simulações como metodologia para o ensino.

2.1. Histórico Sobre o Surgimento da Teoria das Restrições

A Teoria das restrições também conhecida como TOC (*Theory of Constraints*) foi apresentada pelo físico israelense Eliyahu Goldratt com a popularização de seu livro “A Meta” lançado no ano de 1984. A forma como o autor introduziu o tema, abordando-o como uma saída lógica para aperfeiçoar a produção, contribuiu para que os gerentes da época pudessem mudar a maneira de visualizar a produção (COX III e SPENCER, 2002).

A TOC, decorre dos conhecimentos acumulados por Goldratt no desenvolvimento do sistema computacional OPT (*Optimum Production Technology*). No entanto, existe uma distinção clara no que se refere à TOC já que ela surge como proposta de programação e controle da produção de maneira a possibilitar excelentes resultados sem a utilização de um sistema computacional (SOUZA, 2005).

O livro *A Meta*, baseia-se na premissa de que toda empresa deve obter lucro, sendo essa a meta de toda organização. E para alcançar a meta, as ações desenvolvidas na empresa devem levar em conta três indicadores, sendo eles: a) As medidas tomadas podem aumentar o ganho? b) As ações reduziram os estoques, diminuiu o custo com inventários? c) E qual o impacto das ações na redução das despesas operacionais?

Cox III e Spencer (2002, p. 70) abordam os indicadores utilizados por Goldratt da seguinte forma:

- **Ganho** – a taxa com a qual a organização gera dinheiro através das vendas.
- **Inventário** – itens comprados pela organização para revender, avaliados ao preço pelo qual foi comprado pela empresa.
- **Despesas operacionais** - quantidade de dinheiro gasto pela organização para converter inventário em ganho.

Segundo Souza (2005, p. 187), os indicadores acima descritos não se aplicam apenas a produção de uma fábrica, à “aumentar o Ganho, reduzindo simultaneamente o Inventário e a Despesa Operacional deveria ser o objetivo de qualquer empresa”.



Para Nunes (2006, p. 38), o gerenciamento das restrições deve basear-se nos seguintes aspectos: “a) Análise de uma organização como um todo, como uma cadeia de recursos; b) Verificação dos pontos fortes e dos pontos fracos de cada integrante (setor), respeitando a dependência e aleatoriedade dos eventos”.

Segundo Ferreira (2008), a Teoria das Restrições utiliza ferramentas que permitem encontrar a solução de maneira lógica e sistemática de problemas existentes em qualquer tipo de organização, independente do porte ou ramo que a empresa atua.

Nos sistemas produtivos, as linhas de produção tradicionais focam-se na capacidade média de produção de todos os centros de trabalho. Assim, “se a capacidade de produção em cada centro de trabalho é dez unidades por hora, então a saída (produção) global será dez unidades por hora. No entanto, essa produção teórica raramente ocorre” (COX III e SPENCER, 2002, p. 109).

De acordo com Goldratt e Cox (2002), capacidade média de produção individual das máquinas ou recursos não são indicadores confiáveis para medir o volume total de produção, pois cada sistema apresenta pelo menos uma restrição. Restrição ou gargalo é chamado o recurso que limita a produção de todo o sistema.

A TOC apresenta aos gestores um conjunto de princípios, conceitos e regras, com o propósito de melhorar o ganho da empresa, ou seja, ganhar mais dinheiro com uma administração da produção adequada, a partir da identificação de dois tipos de recursos: os gargalos e os não-gargalos. As decisões acontecem em torno dos recursos gargalos, pois são eles que determinam a produção (FERREIRA, 2008).

Dessa forma, em qualquer sistema deve haver pelo menos uma restrição que limita toda a saída do sistema, podendo ela ser um departamento, máquina ou recurso. Assim, se uma máquina, por exemplo, processa menos peças por hora que as demais e a produção em algum momento passa por ela, então o volume processado nesse recurso representa o volume máximo de produção de todo o sistema.

Além do enfoque nos três indicadores propostos por Goldratt e Cox (2002) que direcionam a organização a alcançar a meta da empresa, ou seja, o lucro, a teoria das restrições se baseia em cinco etapas para o gerenciamento das restrições e que serão abordadas a seguir.

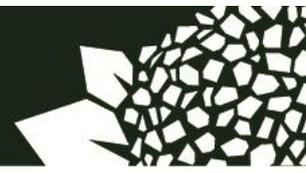
2.2. Como Gerenciar as Restrições em um Sistema de Produção

Toma-se como base o conceito de sistema de produção apresentado por Cox III e Spencer (2002), como aquele composto por uma série de etapas ou operações sucessivas desenvolvidas numa sequência específica até a obtenção do produto final.

Nesse aspecto, é constante o surgimento das restrições de capacidade ao longo do sistema, e como um produto geralmente precisa passar por uma série de etapas para seu processamento, uma ou algumas delas apresentam desempenho inferior, limitando todo o sistema.

Os passos descritos por Goldratt e Cox (2002) para o gerenciamento das restrições são cinco:

- Identificar a restrição;
- Buscar explorar ao máximo a restrição;
- Subordinar todo o sistema à restrição;
- Elevar a restrição do sistema;
- Se a restrição foi quebrada, então deve-se rever todo o processo buscando evitar a inércia do sistema.



Decorrente desses passos é apresentada, na sequência, uma análise mais detalhada das ações que podem ser tomadas para o gerenciamento das restrições (GOLDRATT e COX, 2002; COX III e SPENCER, 2002; SOUZA, 2005; NUNES, 2006; ROCHA NETO, MARCO, 2006; FERREIRA, 2008):

- Por IDENTIFICAR a restrição do sistema, significa encontrar o recurso do sistema que possui capacidade inferior em relação a todos os demais recursos. Esse recurso acaba prejudicando o desempenho da organização como um todo. Na produção de uma fábrica, por exemplo, alguns indicadores rápidos podem ser observados para encontrar as restrições, observar os estoques em processo que geralmente se acumulam antes do recurso com restrição de capacidade, perguntar aos próprios funcionários ou também checar os registros de horas extras.
- Para desenvolver o segundo passo e EXPLORAR a restrição, é importante ter em mente que cada minuto perdido no recurso crítico é perdido em toda a produção, portanto é importante aproveitar todo o tempo da restrição, bem como dar prioridade na escolha do composto de produtos que serão fabricados. Entre as principais ações a serem tomadas, nesse sentido, tem-se: a redução de paradas em trocas de turno, manter um estoque de segurança em frente ao recurso crítico de maneira que não interrompa suas atividades por falta de material. Também evitar a paralisação do recurso restritivo, garantir, que as peças não cheguem com defeito para esse processamento, garantir que os demais processos atendam as especificações, realizar esforços em manutenção preventiva e prioridade na manutenção corretiva no recurso gargalo, e estabelecer uma programação que otimize o tempo do recurso com restrição de capacidade sempre que possível.
- No terceiro passo deve-se SUBORDINAR todo o sistema à restrição. Para isso, todo o sistema deve estar preparado para produzir exatamente a quantidade que o recurso restritivo precisa. Essa etapa, normalmente é mais difícil de ser implementada, pois questiona todas as práticas gerenciais tradicionais uma vez que não permite a otimização dos recursos não restritivos além do necessário para suprir a demanda do gargalo. Subordinar todo o sistema à restrição é uma forma de não exceder em capacidade para a produção de recursos desnecessários naquele momento, mas também não se deve deixar de produzir a quantidade que o recurso restritivo demanda. Dessa forma evita-se o desperdício dos recursos em processamento de peças que podem ficar por um longo período em processo.
- A quarta etapa proposta é ELEVAR a restrição. Como as etapas anteriores visam alcançar o máximo desempenho do sistema ao chegar à quarta etapa, se o sistema ainda precisar aumentar sua capacidade, deve-se buscar elevar a restrição. O aumento da capacidade da restrição se dá normalmente pelo investimento em aumento de capacidade, esses investimentos podem envolver a compra de equipamentos, mudança de tecnologias, desenvolvimento de processos alternativos. A partir do momento que se decide por elevar a restrição, tal ação implica em produzir mais no recurso restritivo, por isso todo o sistema terá de se adaptar ao novo patamar de produção elevando a produção para atender a nova demanda da restrição.
- A quinta etapa, consiste em EVITAR que a inércia passe a se tornar a restrição do sistema. Após executados os passos anteriores, possivelmente a restrição já não é mais a mesma, e por isso é importante reavaliar o sistema para que novas restrições sejam encontradas, mantendo um fluxo de melhoria contínua.



2.3. Dinâmicas e Simulações como Metodologia de Ensino

A utilização de jogos e simulações para o ensino tem despertado o interesse de pesquisadores que, cada vez em maior número, tem utilizado de diferentes estratégias no sentido de explorar os conceitos relacionados à administração da produção, como por exemplo, a produção enxuta, *material requeriment planning* (MRP), *kanban*, *Just-in-Time* (JIT), entre outros (DEPEXE *et al.*, 2006).

Enquanto que algumas áreas do conhecimento propiciam a oportunidade de desenvolver atividades práticas dos conceitos teóricos aprendidos, no gerenciamento e nas demais áreas das ciências sociais experimentos são praticamente impossíveis, ficando essas atividades geralmente voltadas a visitas a companhias nas quais não se oportuniza ao estudante aplicar na prática a teoria aprendida (ROMANEL, 2009).

Nesse aspecto, os jogos e simulações podem ser vistos como uma estratégia para fixar os conhecimentos na prática, possibilitando vivenciar os conceitos apreendidos em sala de aula numa situação que se aproxima da real. (SANTOS & LOVATO, 2007 apud ROMANEL, 2009). Através das simulações, existe a possibilidade de condensar elementos do mundo real de forma a torna-los aplicáveis em sala de aula (DEPEXE *et al.*, 2006).

De acordo com Gramigma (1994, *apud* Bianchini, Loriato e Cestari Junior, 2009), estratégias de ensino na prática, o “aprender fazendo”, se mostram como a forma de ensino mais efetiva, e à medida que se aprende na prática, a internalização do aprendizado é duradoura.

Os autores Bianchini, Loriato e Cestari Júnior (2009) salientam a importância da formação de equipes para a aprendizagem, onde segundo os autores “a vantagem considerável é que o resultado do grupo será maior que a soma das partes individualmente”.

Dessa forma, o papel de uma dinâmica no ensino de engenharia e gestão possui a propriedade de colocar o estudante em uma situação em que ele tem a possibilidade de analisar o contexto em que está inserido, como também promover a soma de experiências, de diferentes pontos de vista e interagir com mais pessoas, solidificando seu aprendizado.

3. DINÂMICA: LINHA DE PRODUÇÃO DE BARQUINHOS DE PAPEL

A dinâmica proposta parte da simulação de uma linha de produção, na qual são executadas as etapas para a dobradura de barcos de papel.

Optou-se por utilizar a produção (dobradura) de barquinhos de papel pelos seguintes motivos: a) simplicidade do processo de produção; b) o processo envolve etapas bem definidas e que podem ser facilmente divididas e executadas de maneira sequenciada; c) a facilidade de assimilação das etapas; e d) o baixo custo de aplicação.

A dinâmica parte do princípio que ao realizar a simulação de uma linha de produção, mesmo que de maneira lúdica, as capacidades e as diferentes habilidades dos participantes podem representar as disparidades do sistema produtivo que são identificadas numa situação real no contexto fabril. E assim, os participantes podem identificar situações a serem otimizadas e restrições a serem exploradas de forma a alcançar um maior nível de produtividade.

3.1. O Material Necessário

O material necessário para a dinâmica é bastante simples e consiste em:

- 10 a 20 folhas de papel A4 divididas ao meio;



- Manual impresso explicando as etapas que serão executadas por cada participante (opcional).

Como o objetivo é identificar gargalos que venham a surgir no processo, antes do início da dinâmica o ideal é que seja disponibilizado a cada participante que fará o papel de participante ou departamento, um mesmo número de peças aguardando processamento. Essas peças tem o objetivo de representar os estoques em processo provenientes do departamento anterior, de modo a possibilitar visualizar os *gap's* a partir de uma situação ideal de produção, onde todos os participantes iniciam suas atividades com a mesma quantidade de estoque aguardando o processamento. Como sugestão, disponibilizar duas peças para cada participante.

3.2. A Preparação da Dinâmica

Para a realização da dinâmica sugere-se dividir os integrantes da turma em departamentos ou células de trabalho, preferencialmente um participante por célula, de maneira que as habilidades individuais representem a capacidade de produção de cada célula.

O número de etapas que cada participante deve realizar na produção dos barquinhos de papel deve ser dividido de acordo com o número de participantes na dinâmica. Como são dez as etapas necessárias para a produção do barquinho de papel, sugere-se que uma linha de produção tenha no máximo 10 participantes.

O ideal é que os participantes posicionem suas mesas ou carteiras em fila, seguindo a sequência de atividades que cada um deve desempenhar em relação à ordem de atividades no processo.

Como o intuito da dinâmica é o de simular uma linha de produção, cada integrante fará o papel de uma máquina ou célula de trabalho do sistema produtivo, assim, seu posicionamento em relação à fila deve explicitar a linha de dependência existente entre eles. Ou seja, o primeiro participante deve realizar a(s) primeira(s) dobra(s) no papel e o último deve finalizar o processo com a conclusão do barquinho.

Cada participante da dinâmica deve ser responsável por um departamento e cada departamento deve executar um número de processos definidos previamente e distribuídos de acordo com a quantidade de participantes da dinâmica.

Após a divisão das etapas que serão realizadas por cada participante, o aplicador deve orientar cada participante sobre as atividades atribuídas e certificar-se de que o mesmo consiga executá-las.

Além disso, todos os participantes devem ser orientados a, no momento que terminarem de executar sua etapa no processo, disponibilizarem o produto resultante dessa etapa ao participante do departamento seguinte e continuar a produção seguindo seu ritmo, independente dos demais participantes.

3.3. A Aplicação

Dadas todas as orientações iniciais aos participantes, e estes com suas atividades bem definidas, é dado o início da dinâmica.

A partir desse momento o tempo passa a ser cronometrado por um período estabelecido a critério do aplicador (a sugestão é de 5 a 10 minutos).

Passado o tempo estipulado deve-se pedir a todos que parem suas atividades no mesmo momento e então faz-se uma breve contextualização a respeito da teoria das restrições e de como é aplicada resgatando os principais conceitos necessários para que os participantes compreendam de que forma podem identificar se surgiram gargalos.

Essa contextualização é importante para estabelecer um nivelamento entre os conhecimentos dos participantes em relação à Teoria das Restrições e, dessa forma, permitir que todos observem e analisem os resultados da simulação.

Com essa dinâmica, espera-se que os alunos percebam-se dentro de um processo e nesse contexto possam identificar os fatores que interferem na produção total da linha e no surgimento de gargalos, que alheios ao seu controle transformam-se em restrições em alguma parte do sistema, bem como, consigam identificar os setores com excesso de capacidade.

Espera-se também que os participantes identifiquem se houve perda de qualidade ou desvio do padrão inicial da produção ao longo do desenvolvimento da dinâmica, quais foram os fatores que causaram essa situação e se isso afetou de maneira negativa o processo.

Depois de levantadas todas as situações observadas na linha de produção, o aplicador deve direcionar as sugestões no sentido de elevar a restrição identificada no sistema, seguindo os cinco passos propostos para o gerenciamento das restrições descritos acima.

A finalização da dinâmica pode ocorrer nesse momento, onde o aplicador reforça as conclusões levantadas pelos participantes e as soluções propostas para aumentar a capacidade das restrições ao desempenho do sistema.

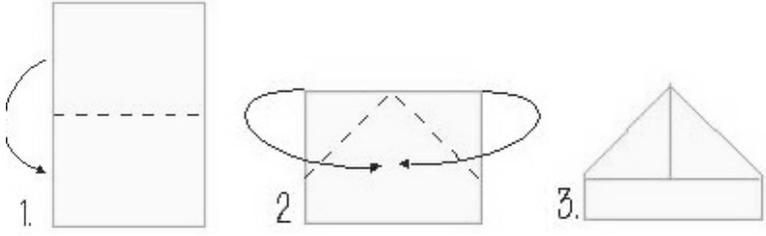
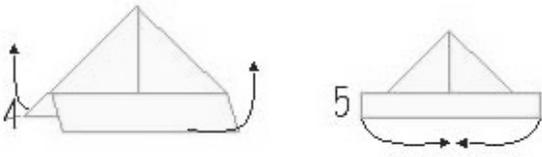
Ou então, sugere-se que depois de identificadas as ações a serem implantadas para o gerenciamento das restrições do sistema, se reinicie a dinâmica por mais alguns minutos de modo a verificar se a restrição foi quebrada e identificar se surgiu uma nova restrição, seguindo o ciclo de melhoria contínua e realimentando as discussões entre os participantes.

3.4. Validação e Resultados

A dinâmica foi aplicada no dia 01 de dezembro de 2011 em sala de aula com um grupo de quatro integrantes (alunos e professor) da disciplina Qualidade em Projetos do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná.

Devido ao fato de a turma ser pequena e também que nem todos os alunos estavam presentes no dia da aplicação buscou-se adaptar a dinâmica ao menor número de participantes.

A Figura 1 contém os processos que foram distribuídos para cada participante.

PARTICIPANTES	ETAPAS REALIZADAS NO PROCESSO
Participante 1	
Participante 2	

Participante 3	
Participante 4	

Figura 1 – Divisão de processos entre os participantes

De início foi necessário esclarecer algumas dúvidas para que todos os integrantes estivessem cientes do seu papel e as etapas que deveriam realizar conforme as orientações já mencionadas. Os participantes puderam treinar e fazer questionamentos sobre como deveriam realizar cada processo.

A cada participante foi entregue uma folha impressa contendo o passo-a-passo para a confecção de um barquinho de papel. Na folha havia 10 etapas. As etapas que cada participante deveria realizar foram assinaladas na folha que serviu como manual de processo (Figura 2).

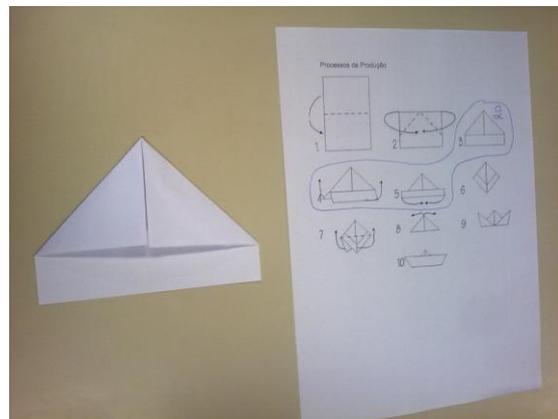
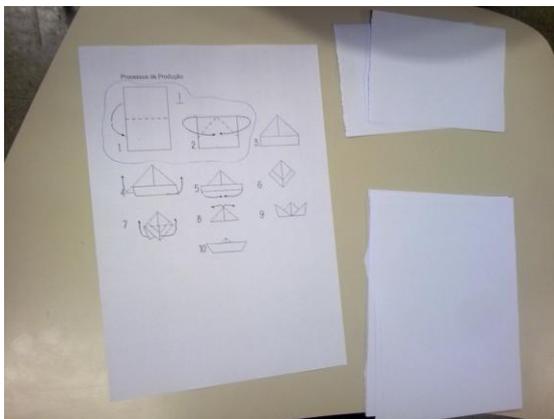


Figura 2 – Exemplo de etapas desenvolvidas

Foi fornecido a cada participante, no início da dinâmica, duas peças simulando os estoques em processo para que todos iniciassem as atividades ao mesmo tempo em mesmas condições de material.

A dinâmica foi aplicada por 10 minutos e todos os participantes começaram a realizar as etapas referentes a cada departamento no mesmo instante. Ao final do tempo, pediu-se a todos que parassem as atividades e largassem o material que tivessem em mãos.

Para contextualizar os participantes a respeito dos pontos mais importantes a serem observados, foi realizada uma breve explanação sobre a teoria das restrições. Que também visou estimular a análise crítica em relação à linha de montagem que havia sido simulada de modo que os integrantes da dinâmica pudessem identificar as causas de modo a propor soluções para melhorar o processo.

A partir do conhecimento das cinco etapas para o gerenciamento das restrições e da metodologia de programação da produção pulmão-tambor-corda, os participantes chegaram a seguinte análise:

Passo 1: Identificar a restrição do sistema (o tambor que dita o ritmo da produção).

A identificação da restrição pode ser feita por meio visual, onde os participantes constataram que embora todos possuíssem no início da dinâmica duas peças prontas para serem processadas, houve uma disparidade entre os participantes que pode ser percebida à medida que o tempo de aplicação da dinâmica avançava.

Pode ser percebido ao final da dinâmica, um acúmulo elevado de material em processo antes do terceiro participante, responsável pelas atividades 6 e 7 (Figura 1). Evidentemente todos chegaram ao consenso de que este havia se configurado no principal gargalo do processo.

Passo 2: Explorar ao máximo a restrição.

O participante do departamento que foi identificado como a restrição, observou ter perdido tempo ajustando peças que não atingiam um padrão de qualidade aceitáveis para serem processadas, tendo retrabalho para ajustá-las.

Nesse momento observou-se a necessidade de se realizar um ajuste na dinâmica ao introduzir um modelo que representasse o padrão de qualidade ao longo de todo o processo para que o produto final de cada célula de trabalho siga um padrão (Figura 3).

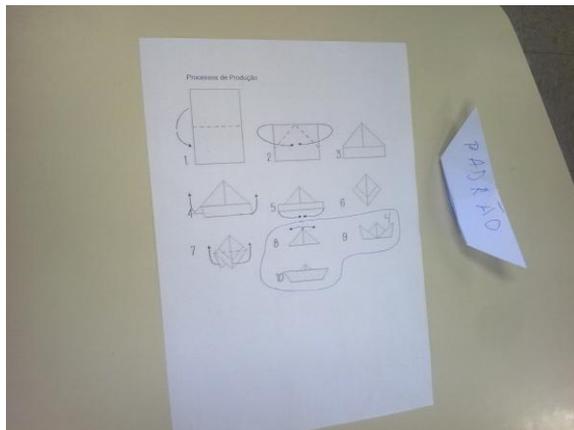


Figura 3 – Adoção de um padrão de qualidade

Dessa forma, a utilização de um modelo padrão poderia orientar o que seria o controle de qualidade, evitando que as peças com defeito que cheguem à restrição sejam processadas ou gerem retrabalho por parte do participante do recurso restritivo.

Também verificou-se a importância de criar um estoque de segurança para que a restrição não corra o risco de ficar sem material para processar (estabelecer um pulmão de tempo); e reduzir as paradas para troca de turno e intervalos no recurso restritivo.

Passo 3: Subordinar as demais operações a restrição (corda).

Como o quarto participante disse ter apresentado excesso de capacidade devido ao fato de ter ficado por vezes esperando que as peças fossem entregues pelo departamento 3 (restrição).



A sugestão dos participantes foi de que fosse reduzido o turno de trabalho dos demais setores de modo que eles atendessem apenas a necessidade de produção da restrição.

Passo 4: Elevar a restrição.

Observou-se como possibilidade de se elevar a restrição com a criação de mais um turno no recurso restritivo como forma de atender a necessidade de produção do sistema.

Passo 5: Evitar que a inércia se torne a restrição do sistema.

Devido ao tempo disponível para a aplicação da dinâmica, o aplicador optou por não executar a reavaliação do sistema para identificar o novo status do sistema e identificar quais seriam as novas restrições. Ficando essa etapa representada apenas pela apresentação teórica.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Passado o momento inicial, o aplicador pôde perceber um *feedback* muito positivo dos participantes da dinâmica que demonstraram ter assimilado bem os conceitos da Teoria das Restrições e entendido como explorar as restrições num sistema produtivo, alcançando assim os objetivos propostos. Houve a interação de todos os participantes no momento de realizar a análise e sugestões sobre as restrições e os aspectos da qualidade observados na linha de produção simulada.

Durante a aplicação da dinâmica, pôde-se perceber que aumentou o clima de descontração entre os participantes à medida que estes começaram fazer brincadeiras entre si, tecendo algumas comparações entre a situação em que se encontravam e os aspectos por eles vivenciados no cotidiano laboral.

Foi aplicado um questionário aos participantes para avaliar a eficácia da dinâmica. Todos os 4 participantes da dinâmica eram do sexo feminino, sendo 3 alunos e um professor da disciplina, dos quais, 3 participantes informaram que já haviam tido experiência com uma linha de produção.

No questionário, foram realizadas perguntas sobre a opinião dos participantes em relação à dinâmica, obtendo-se a seguintes respostas descritas na Figura 4:

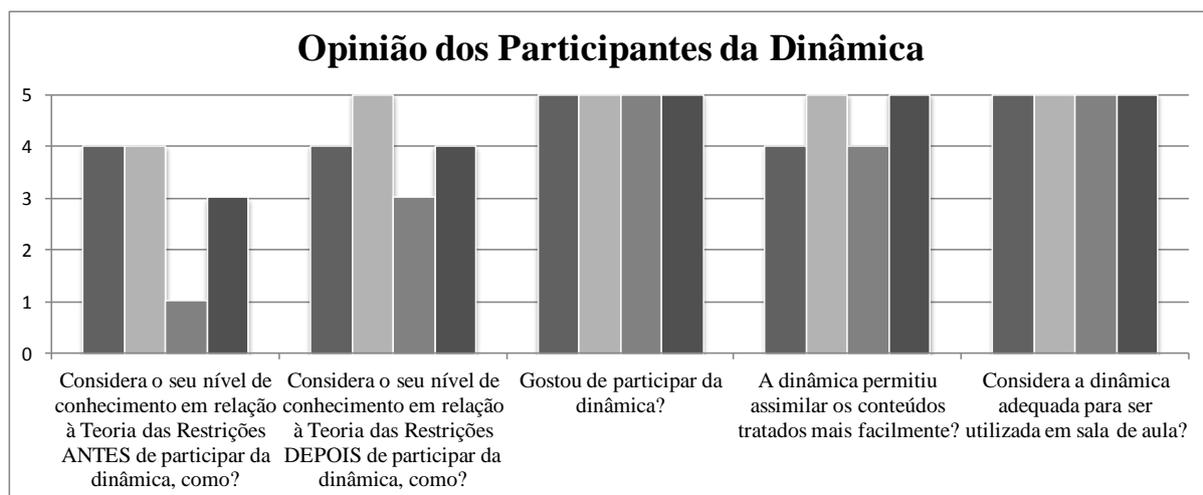


Figura 4 – Apresentação dos dados obtidos com o questionário

Nas primeiras duas perguntas apresentadas na figura 4, observa-se que apenas um dos respondentes considera que o seu nível de conhecimento em relação à teoria foi o mesmo



após participar da dinâmica, demonstrando que a maioria considera ter aumentado o seu nível de conhecimento após a dinâmica.

Todos os respondentes informaram ter gostado de participar da dinâmica. Consideraram que a dinâmica permitiu assimilar os conteúdos tratados mais facilmente. Também alaviaram que a dinâmica é adequada para ser utilizada em sala de aula. Obteve-se a maior pontuação da escala por todos os respondentes na terceira e quinta questão, conforme apresentado na Figura 4.

Também foi aplicada no questionário, uma questão aberta para comentários, sugestões e críticas sobre a dinâmica, obtendo-se os seguintes comentários entre os respondentes:

- Certamente a dinâmica torna mais claros os conceitos e oportuniza transformar a teoria em prática.
- Os benefícios desta dinâmica vão do conhecimento à melhoria na integração dos estudantes; diverte a aula tornando um conteúdo não tão atrativo em algo divertido; leva a reflexão sobre a importância do indivíduo isolado no resultado final do processo produtivo, e mostra quão importante é a sinergia e cooperação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica proposta e validada neste artigo demonstrou resultados bastante efetivos em relação aos objetivos propostos. Como resultado de sua aplicação, obteve-se uma resposta bastante positiva em relação à assimilação dos conceitos e interação entre os participantes com o aplicador durante toda a dinâmica.

Quanto à linha de produção que foi simulada em sala, esta se mostrou muito satisfatória na observação da formação de gargalos (restrições do sistema), possibilitando estabelecer a relação entre a teoria e a prática, bem como fomentando a análise do sistema sob o ponto de vista da teoria das restrições, permitindo-se ainda a análise sob a ótica do controle da qualidade.

Como sugestão para trabalhos futuros, testar a dinâmica com um número de participantes maior, e também com a formação de duas ou mais linhas de produção aplicadas simultaneamente sob as mesmas condições, de maneira que se possam tecer comparações entre elas e verificar se as restrições aparecem em pontos diferentes entre as mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHINI, M. P.; LORIATO, D. B.; CESTARI JUNIOR, H.. Trabalho em equipe: um processo de aprendizado em jogos de empresa. Disponível em: <www.jogosempresariais.com.br/arquivos/Artigo_Mirela.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2012.

COX III, J. F. e SPENCER, M. S.. Manual da teoria das restrições. Fernanda Kohmann Dietrich (trad.). Porto Alegre: Bookman, 2002.

DEPEXE, M. D.; DORNELES, J. B.; COSTA, A. C. F.; SANTOS, D. de G. e HEINECK, L. F. M.. Apresentação de um jogo didático como ferramenta de apoio ao ensino da produção enxuta. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, n.4, v.2, p.140-151, 2006a. Disponível em:



<<http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/revistagi/article/viewFile/99/96>>.
Acesso em: 10/03/2012.

FERREIRA, A. H.. Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo multicaso. 2008. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-25042008-113059/>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

GOLDRATT, E. M. e COX, J.. A Meta: Um processo de melhoria contínua. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2002.

NUNES, M. S.. Gestão estratégica de ganhos: uma proposta de gestão estratégica de custos utilizando os princípios da teoria das restrições, aplicada a uma fabricante de autopeças. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ROCHA NETO, A e MARCO, R. A.. A teoria das restrições na prática: elevação dos gargalos no processo produtivo de uma indústria metal mecânica. XIII SIMPEP - Bauru, SP, 6-8 Nov. 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/782.pdf>. Acesso 15 jan. 2012.

ROMANEL, F. B.. Jogo “desafiando a produção”: uma estratégia para a disseminação dos conceitos da construção enxuta entre operários da construção civil. 2009. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SOUZA, F. B.. Do OPT a teoria das restrições: avanços e mitos. Revista Produção, v. 15, n. 2, p. 184-197, Maio/Ago. 2005.

PRODUCTION LINE OF PAPER BOATS : DYNAMICS OF THE PRINCIPLES OF THE THEORY OF CONSTRAINTS

Abstract: *Faced with the importance which the Theory of Constraints represents the areas business and academic, theoretical knowledge and understanding of its principles in practical application are essential to students of engineering and management. Thus, the aim of this paper is to propose a group dynamic that allows, in a playful manner, assimilate the concepts of the Theory of Constraints and, stimulate discussion and critical sense of the students. The dynamic of "Production Line of Paper Boats" had its application methodology based on the results of a literature search and was validated in the classroom with students graduate from the School of Engineering Production. In which a positive result was obtained from the participants in relation to the interaction generated and also in theoretical discussions and teaching about the theory.*

Keywords: *Theory of Constraints, Production Management, Quality, Instructional Strategies, Dynamic for Engineering.*