



25º Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore

Rio de Janeiro, 10 a 12 de Novembro de 2014

Aplicação de Manufatura Enxuta nos Estaleiros Brasileiros

Larissa Prates Guimarães Petroianu¹
Florianos Carlos Martins Pires Júnior¹
Luiz Felipe Assis²
(1) COPPE - UFRJ
(2) POLI - UFRJ

Resumo:

O presente artigo discute como o Lean Manufacturing pode auxiliar no processo de melhoria e reestruturação da indústria de construção naval brasileira que atualmente se mostra com grande demanda, mas baixa capacidade de atendê-la e fraca competitividade.

O principal objetivo do Lean é o aumento de produtividade e redução de custos através da eliminação de operações desnecessárias, consideradas como desperdícios. O conceito já é utilizado em diferentes segmentos industriais e, apesar de ter sido desenvolvido para processos de produção seriada, com algumas adaptações, também tem se mostrado eficiente para outros tipos de indústria, como as orientadas ao objeto, por exemplo, aeronáutica e naval.

O artigo analisa os benefícios que o Lean Manufacturing pode trazer para a melhoria de um processo de construção naval e como pode ser implementado, focando em um estudo de caso de uma linha de construção de blocos planos de um estaleiro de médio porte no Rio de Janeiro.

O trabalho apresenta uma metodologia que pode ser empregada em processos simples ou agregados no ambiente da construção naval brasileira, para incorporar os paradigmas da filosofia Lean.

1 – Introdução

A Indústria de construção naval brasileira passa por sua primeira oportunidade de recuperação desde a crise da década de 80. Grandes demandas de equipamentos offshore e embarcações do setor petrolífero, renovação da frota da Transpetro, investimentos em navegação por cabotagem contribuem para essa retomada, além de grandes incentivos governamentais.

No entanto, essa retomada da demanda e crescimento encontrou uma indústria que, devido à crise, não estava preparada adequadamente para recebê-la, com estaleiros ociosos, mão de obra insuficiente e despreparada. Além disso, há uma forte concorrência mundial, principalmente dos

estaleiros asiáticos, que apresentam custos menores e maior produtividade.

Em consideração a esses motivos, é importante que a indústria de construção naval brasileira busque novas formas para melhorar sua produção, estruturar seus processos e, conseqüentemente, sua produtividade, a fim de atender a grande demanda atual e futura.

O Lean Manufacturing ou Sistema de Produção Enxuta é uma maneira ou metodologia de trabalho que pode auxiliar nesse processo de melhoria e reestruturação. Ele começou no Japão, na montadora Toyota que enfrentava uma grave crise, tornando a indústria automotiva japonesa competitiva em relação a ocidental após a Segunda Guerra Mundial. Seu principal objetivo é o aumento de produtividade e redução de custos através da eliminação de operações desnecessárias, consideradas como desperdícios. Ele já foi

testado e implementado em diferentes segmentos industriais e apesar de ter sido desenvolvido para processos de produção seriada, com algumas adaptações, também tem se mostrado adequado para outros tipos de indústria, como as orientadas ao objeto, por exemplo, aeronáutica e naval.

Esse artigo consiste em avaliar os benefícios que o Lean Manufacturing pode trazer para a melhoria de um processo de construção naval e como pode ser implementado, focando em um estudo de caso de uma linha de construção de blocos retos.

2 – Revisão bibliográfica

2.1 – Processo de construção naval

Ao longo de sua história, a indústria naval sempre adaptou suas técnicas aos projetos de embarcação, materiais, mercados e métodos de construção que surgiram. Ela era muito dependente da mão de obra e sua qualificação, não possuía muita tecnologia nem planejamento do início da construção.

À medida que os projetos foram se tornando mais complexos e específicos, houve a necessidade de um melhor planejamento e melhores projetos. Assim como suas técnicas, a tecnologia também teve que acompanhar a evolução e a construção naval se dividiu em especialidades como construção de cascos, maquinário, outfitting e pintura. Desenvolvimentos atuais das técnicas de produção em massa e soldagem também causaram impactos e avanços na indústria.

No final dos anos 60 e 70, os construtores navais passaram a aplicar produção em massa e técnicas de linha de montagem, baseadas nas metodologias industriais japonesas. Desde então, uma nova abordagem para construção naval surgiu e tem se mostrado melhor em relação às condições técnicas e econômicas da indústria.

Hoje não há um layout típico de estaleiros, eles foram construídos inicialmente no século XIX e início do XX e cresceram de acordo com a viabilidade da área e acesso ao mar, como resposta às necessidades de produção (Storch et al., 1995).

No entanto, os principais elementos presentes em um layout de estaleiro são:

- área para montagem da embarcação com meios para lançá-la ao mar;
- píer para os últimos detalhes na construção do navio após o lançamento;
- oficinas para:

- conformação do aço,
- montagem do aço,
- tubulação,
- laminação,
- maquinário,
- equipamentos elétricos;
- armazenamento / almoxarifado;
- escritórios e áreas de apoio.

Devido à produção em série, houve a necessidade de estabelecer estações de trabalho claramente definidas e identificadas. A programação se tornou complexa e o planejamento caracterizado por analisar as previsões das estações de trabalho. Para uma produção mais eficiente, os estaleiros passaram a necessitar de produtos padronizados e altas taxas de transferência.

Os objetivos do layout do estaleiro devem ser:

- Otimização de material e estoque no processo;
- Minimização de buffer consistente com um fluxo uniforme no estaleiro;
- Diminuição de carregamentos / transportes e redução da distância de material e produtos intermediários a serem transportados.

3 – Lean manufacturing

O Lean Manufacturing, também chamado de Sistema Toyota de Produção, surgiu para que a indústria automotiva japonesa fosse competitiva em relação a ocidental após a Segunda Guerra Mundial.

Segundo Womack et al. (1992), o fabricante que utiliza o Lean combina as vantagens das produções artesanal e em massa, evitando os altos custos da primeira e a rigidez da última. Com essa finalidade, emprega equipes de trabalhadores multiquificados em todos os níveis da organização, além de máquinas altamente flexíveis e automatizadas, para produzir grandes volumes e variedades de produtos.

O Lean visa eliminar desperdícios / operações desnecessárias ao longo do processo para reduzir custos, aumentar o retorno do capital e melhorar a produtividade. Para isso, três subobjetivos também são importantes e fundamentais (Monden, 1983):

- Controle de qualidade – permite que o sistema se adapte às flutuações de demanda diárias e mensais em relação à quantidade e variedade;
- Garantia da qualidade – garante que cada processo fornecerá somente boas unidades para a seguinte etapa;

- Respeito pelo ser humano – deve ser cultivado uma vez que o sistema utiliza recursos humanos / pessoas para obter redução de custo.

Os seguintes sistemas e métodos fazem parte do Lean (Monden, 1983):

- Sistema kanban para manter produção just in time;
- Método de balanceamento da produção para se adaptar às mudanças de demanda;
- Diminuição do tempo de setup para reduzir o lead time da produção;
- Padronização das operações para obter o balanceamento de linha;
- Layout das máquinas e trabalhadores multifuncionais para o conceito de força de trabalho flexível;
- Pequenos grupos de melhoria das atividades e sistemas de sugestões para diminuir a força de trabalho e aumentar a moral dos trabalhadores;
- Sistema de controle visual para alcançar o conceito de “autonomação” (controle autônomo de falhas);
- Sistema de gestão funcional para promover o controle de qualidade da empresa.

O Lean ataca muda (desperdício em japonês) através do envolvimento dos membros da equipe em atividades de melhoria padronizadas e compartilhadas. Desta maneira, quanto mais eles se envolvem, mais sucesso têm e maiores são as recompensas intrínsecas e extrínsecas, estimulando o maior envolvimento, algo cíclico.

Muda pode representar 95% nas operações e são oito tipos:

- Movimento;
- Espera;
- Transporte;
- Correção;
- Excesso de processamento;
- Excesso de produção;
- Estoque;
- Conhecimento sem ligação / falta de comunicação.

O objetivo mais importante é melhorar o processo suprindo a demanda com o número mínimo de funcionários. Para tal, utilizam-se, para atender aumentos de demanda, funcionários temporários ou de outras linhas realocados. Por outro lado, não há um número mínimo de equipamentos, normalmente a empresa possui muita capacidade de maquinário.

“A produção lean representa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos material – e, ao mesmo tempo, dar aos clientes o que eles querem.” (Dennis, 2008)

4 – Ferramentas lean

Ferramentas e técnicas, como 5S, Just in Time, TPM, foram desenvolvidas, com o objetivo de se garantir o bom funcionamento do Lean. Abaixo estão algumas que ajudaram a desenvolver o projeto apresentado neste artigo.

4.1 – 5S

O sistema 5S cria um local de trabalho visual, auto explicativo, auto organizável e auto melhorável. Além de focar na arrumação da área, envolve a redução do tempo de procura de objetos, padronização de locais de armazenagem, redução de desperdícios, motivação dos colaboradores e trabalho em equipe.

Ele foi criado no Japão e seu nome é devido às cinco palavras japonesas: Seiri (utilização), Seiton (ordenação), Seiso (limpeza), Seiketsu (higiene) e Shitsuke (autodisciplina).

4.2 – TPM

TPM, sigla em inglês para Manutenção Produtiva Total, atribui a função de manutenção básica à equipe de produção. São tarefas simples, como inspeção, limpeza, lubrificação e ajustes. Desta maneira, a equipe de manutenção pode focar na manutenção preventiva, melhorias e vistorias de equipamentos, treinamento e outras atividades com maior geração de valor. Através da TPM há uma meta de zero paradas no processo.

TPM envolve todos os membros de equipe na eliminação das seis grandes perdas que diminuem a eficiência de máquinas:

- Avaria de equipamento;
- Atraso na montagem e nos ajustes;
- Tempo ocioso e pequenas paradas;
- Velocidade reduzida;
- Defeitos de processamento;
- Rendimento reduzido.

4.3 – Padronização

A padronização do trabalho busca o jeito mais seguro, fácil e eficaz de realizar o trabalho em determinado momento.

O trabalho padronizado apresenta como benefícios (Dennis, 2008):

- Estabilidade de processo;
- Pontos de início e parada claros para cada processo;
- Aprendizagem organizacional;
- Solução de auditorias e de problemas;
- Envolvimento do funcionário e poka-yoke (dispositivos que evitam falhas);
- Kaizen (melhoria contínua);
- Treinamento.

O trabalho padronizado ajuda a melhorar a eficiência que é o resultado da razão produção / mão de obra, reduzindo o número de trabalhadores que pode ser redistribuído em outras tarefas.

A padronização ajuda a alcançar o balanceamento de linha entre todos os processos em termos de tempo de produção. Neste caso, o conceito de tempo de ciclo deve ser construído dentro da distribuição das operações.

4.4 – Just in time e kanban

Segundo Monden (1983), just in time pode ser descrito como a ideia de produzir as unidades necessárias, nas quantidades necessárias, no tempo necessário. Em uma linha de produção, significa que peças e subconjuntos chegarão à linha no momento necessário e na quantidade necessária. Caso seja aplicado em toda empresa, estoques desnecessários serão eliminados completamente, reduzindo seus custos e aumentando o retorno sobre o capital.

E são regras do JIT (Dennis, 2008):

- Não produza um item sem que o cliente tenha feito um pedido.
- Nivele a demanda para que o trabalho possa proceder de forma tranquila em toda a fábrica.
- Conecte todos os processos à demanda do cliente através de ferramentas visuais simples (chamadas Kanban).
- Maximize a flexibilidade de pessoas e máquinas.

Os componentes do sistema JIT são kanban e nivelamento de produção ou heijunka. O tipo de unidades e quantidade necessários em um processo são escritos em um cartão chamado kanban que é enviado ao processo predecessor, conectando os dois e controlando melhor as demandas. É um sistema de produção puxado, nele uma etapa do processo acima só deve produzir bens ou serviços quando a seguinte tiver feito o pedido. Há o preenchimento da lacuna produzida através da retirada de um produto pelo cliente

4.5 – Mapeamento do fluxo de valor - VSM

O mapeamento do fluxo de valor (VSM – Value Stream Map) ajuda a entender a situação atual e a identificar oportunidades de melhoria, através do desenho de um mapa do processo total de fabricação. O fluxo de valor consiste em enxergar a combinação de processos necessários para levar o produto ou serviço ao cliente e não departamentos específicos.

4.6 – Jidoka e poka-yoke

Jidoka, ou “automação”, no sistema Toyota tem o significado de “automação com mente humana”, referindo-se a máquinas e trabalhadores inteligentes que identificam os erros e decidem por contramedidas rápidas. É criar processos livres de defeitos por constantemente fortalecer a capacidade do processo, a contenção e o feedback. Seria um controle automático de defeitos. Ele não é limitado somente à máquina, mas pode ser usada em conjunto com operações manuais.

Já poka-yoke significa implementar dispositivos simples, de baixo custo, que detectem situações anormais antes que ocorram ou parem a linha aconteça.

5 – Aplicação lean

Para atingir seus objetivos, Toyota preparou novos layouts de estações de trabalho que permitem a realizações de diferentes processos por trabalhadores multifuncionais.

O tempo de movimentação/transporte entre as estações de trabalho da linha de produção deve ser equalizado, ou seja, eles devem começar e terminar simultaneamente. De acordo com o sistema de transporte, uma unidade finalizada pode ser produzida a cada tempo de ciclo e simultaneamente cada produto das etapas intermediárias será enviado para a etapa seguinte. O tempo de ciclo ou “takt time” é o tempo total de operação e transporte. Isso é chamado de produção de uma única unidade (Monden, 1983).

Há também um trabalho para a redução do tempo de espera, que é o tempo gasto entre cada etapa do processo para os produtos finalizados na etapa anterior, excluindo tempo de transporte. São dois tipos de tempo de espera, um causado pelo desbalanceamento do tempo de produção entre os processos e outro por todo o tamanho do lote no processo predecessor. Para diminuir o primeiro tipo de tempo de espera, um balanceamento de linha deve ser obtido, produção em cada etapa deve ser na mesma quantidade e no mesmo

período. Apesar do tempo de ciclo dever ser o mesmo em todo o processo, nas linhas de montagem, haverá diferenças entre os tempos de operação entre os processos, dependendo de pequenas diferenças nas capacidades e habilidades dos trabalhadores. Para minimizar essas diferenças, padronização e rotinas de operação são muito importantes e os supervisores devem treinar os trabalhadores para segui-las.

O Lean também busca a redução do tempo de setup (preparo da máquina entre diferentes lotes) para maior utilização do maquinário, mais próxima de sua capacidade total. Para se reduzir o tempo de setup, quatro conceitos principais devem ser conhecidos:

- Separar o setup interno do externo;
- Converter o máximo possível do setup interno em externo;
- Eliminar o processo de ajuste;
- Abolir a etapa de setup.

Para aplicar esses 4 (quatro) conceitos existem seis técnicas:

- Padronizar as ações externas de setup
- Padronizar apenas as partes necessárias da máquina;
- Utilizar um fixador rápido – ferramenta para agilizar setup padronizada;
- Utilizar ferramenta suplementar – ferramenta padronizada utilizada no setup externo que facilita a montagem no setup interno, reduzindo a montagem a um movimento;
- Utilizar operações paralelas – utilizando mais de um trabalhador em paralelo;
- Utilizar sistema mecanizado de setup.

6 – Lean shipbuilding

O Lean Shipbuilding começou na indústria de construção naval japonesa. Desde a era pós-guerra, um dos principais objetivos foi a eliminação de etapas desnecessárias no processo. Houve uma busca por aumentar o ritmo do processo e reduzir tempo de espera e etapas desnecessárias. Para aumentar a velocidade de produção, procurou-se melhorar a área fabril, ferramentas, métodos de trabalho, além de outros meios. Para tal, era necessário fazer uma análise detalhada de todas as atividades do processo de construção, para identificar os desperdícios.

Os estaleiros japoneses incentivam melhorias dos processos através da participação de seus funcionários, com sugestões e iniciativas, de acordo com o pensamento Lean. Devido às particularidades de processo e diferenças com a indústria

automotiva, não há estaleiro que aplique todas as técnicas de Lean Manufacturing.

Os estaleiros, em primeiro lugar, incentivaram a participação de todos os funcionários na busca da melhoria contínua, em seguida, focaram na padronização, fluxo de uma peça, fluxo balanceado, foco na eliminação de desperdícios, tecnologia de grupos e famílias de produtos / partes, dedicação aos produtos intermediários nas linhas, funcionários multifuncionais e 5S(Liker et al., 2000).

Como o baixo estoque é um dos diferenciais dos estaleiros que são referências mundiais, muitos trabalham com processo just in time, com entregas diárias de aço e equipamentos que são entregues no momento que serão necessários. Ao se aplicar o just in time no estaleiro, o ideal é ter o fluxo de uma peça, identificando famílias de produtos / subprodutos / peças que passam pelo mesmo conjunto de processos e dedicar uma linha de produção a estas. Apesar de ser uma metodologia para grandes volumes de produção, estaleiros japoneses a adaptaram para suas realidades.

Para o estaleiro, linha de produto não significa separar as linhas por embarcações, mas por famílias de subprodutos / partes, como blocos retos separados dos curvos.

Entre 1960 e 1965, os estaleiros japoneses aumentaram a produtividade em 100%. Esse primeiro aumento foi através do desenvolvimento da abordagem construção de blocos estruturais e pre-outfitting. De 1965 a 1995 a produtividade cresceu em 150%, através da melhoria da abordagem da construção dos blocos estruturais, desenvolvimento avançado e zona de outfitting. Além disso, eles focaram em todos os detalhes de design e construção para eliminar desperdícios. O fator principal destes progressos foi a participação de todos os funcionários na busca de melhoria contínua. Os princípios do Lean Manufacturing citados anteriormente também foram fundamentais (Liker et al., 2000).

Deve-se ter claro que o sucesso da indústria naval japonesa não se deve somente ao Lean, mas à junção de outras técnicas desenvolvida pela indústria japonesa, como Gestão da Qualidade Total.

7 – Estudo de caso

O estaleiro que foi estudo de caso começou suas operações há mais de sessenta anos e possui infraestrutura para a construção de embarcações até 280 m. Até 2011, havia 439

embarcações entregues e sua receita líquida, em 2011, foi de cerca de R\$ 400 milhões.

Possui a capacidade de um navio de tamanho Panamax a cada 4 meses e 10 navios de apoio por ano no regime permanente e sua carteira de encomendas possui 36 embarcações (informações do próprio estaleiro).

7.1 – VSM - Mapa de fluxo de valor

O estaleiro descreveu sua linha de fabricação de blocos de acordo com o VSM apresentado na figura 1.

Neste caso, não há a descrição do tempo de processo de cada etapa da linha de produção. Informalmente, citaram o prazo de duas semanas ou 10 dias.

No entanto, uma pesquisa em campo foi realizada. Durante duas semanas, dois alunos de graduação e uma de mestrado acompanharam a rotina de trabalho da linha de produção. Nestes dias foram realizadas entrevistas informais com os operadores, contagem de tempo de processo e parada.

Como resultado, o VSM real encontrado é representado na figura 2.

Como não houve nenhum bloco finalizado nas duas semanas de acompanhamento, e, devido a várias paradas de produção por diferentes fatores, não foi possível fazer uma

medição precisa do tempo de cada etapa do processo.

Estas foram definidas através da programação existente de janeiro a julho de 2014. O lead time considerado foi o momento que o bloco saiu da programação menos o instante que apareceu. Neste cenário, o lead time médio foi 5 semanas ou 25 dias.

Estes valores não estão divididos por etapa do processo. Para tal, utilizou-se a premissa do estaleiro de porcentagem representativa de cada processo no tempo total. Neste caso, alguns processos foram agrupados e divididos de acordo com a observação feita em campo. Para facilitar a divisão de tempo, o lead time passou para 25,5 dias.

O tempo de transporte medido entre as estações foi muito pequeno comparado a um dia de trabalho, logo foi definido como zero nesta etapa do estudo.

Nos dois casos de VSM, descrito e real, não foi possível levantar dados em relação a tempo operacional ou produtividade. Outra questão que dificulta a avaliação é o compartilhamento de operadores ao longo do processo. Algumas funções, como soldadores, trabalham em diferentes estações de trabalho, e outras, como inspetor, é o mesmo a fazer todas as verificações e marcações. Os números de registro de operadores da linha de produção não é equivalente com o real, pois estes são compartilhados com outras linhas.

Conforme citado anteriormente, não foi possível acompanhar o processo completo de um bloco, uma vez que o lead time médio encontrado no estaleiro era de cinco semanas. São inúmeras as razões para este processo longo, como inexperiência dos funcionários, alta rotatividade e muitas paradas na linha. Este último fator pode ser observado nas razões de paradas levantadas pelo estaleiro durante 17 semanas. Neste período foram 588 paradas registradas (sem os tempos medidos). Uma média de 35 paradas por semana. As razões podem ser observadas na figura 3.

Uma possível análise dos cinco motivos principais de parada é:

1) Material - aço

Localização no VSM: Ajustar e fixar chapas

Causas: Atraso na chegada do material ou material não conforme.

2) Andaimos

Localização no VSM: Montagem do bloco

Causas: Atraso na montagem do andaime para montar o bloco.

3) Espaço físico do galpão / carreira

Localização no VSM: Em toda a linha

Causas: Falta disponibilidade de equipamentos para deslocamento de peças.

4) Mão de obra

Localização no VSM: Em toda a linha

Causas: Atraso ou ausência de funcionários.

5) Aço: processamento

Localização no VSM: Em toda a linha

Causas: Não conformidade das peças de aço necessárias ao longo do processo.

Estes problemas mostram que as paradas ocorrem ao longo de todo o processo da linha e poderiam ser solucionadas com uma melhor programação, sistema kanban, TPM, balanceamento da linha, funcionários capazes de realizar diferentes tarefas e utilização de setup (preparação) externo para deixá-la pronta para o momento de produção.

Estes e os outros inúmeros problemas que aparecem em toda a linha provocam um grande atraso de produção. Eliminá-los é um dos principais focos do lean.

Durante o período de observação em campo, diferentes paradas e inúmeras possibilidades de melhoria foram levantadas.

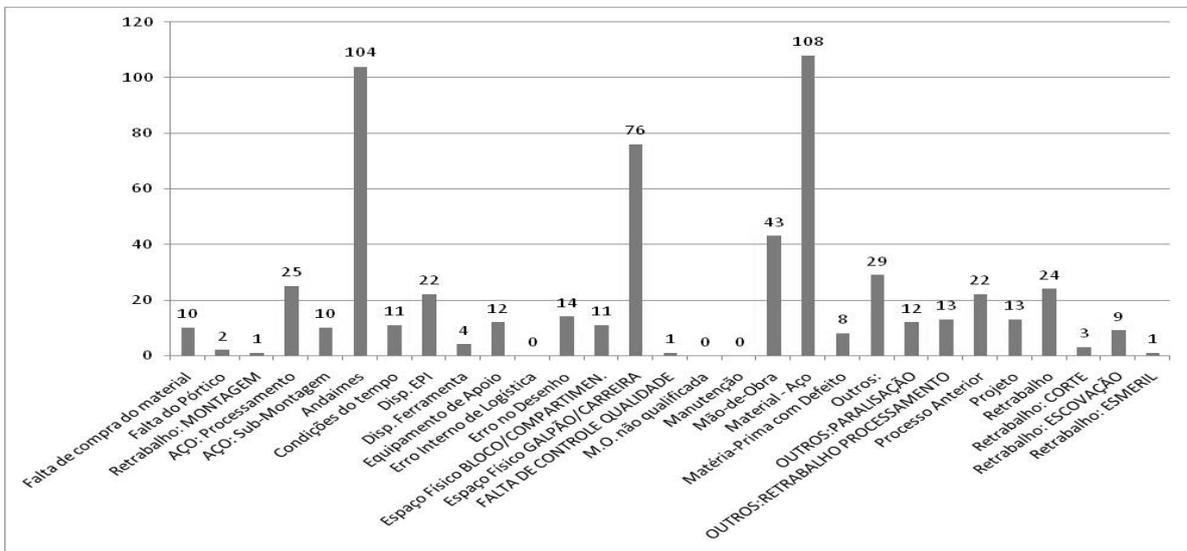


Figura 3 - Contagem de paradas

Abaixo estão as causas de algumas paradas observadas em campo:

- Falta de programação para montagem de chapas;
- Busca e troca o bico da máquina de corte;
- Espera de material para a montagem do bloco;
- Seleção das chapas corretas para ajuste de chapas que estavam fora de ordem no estoque intermediário;
- Manutenção preventiva da ponte rolante;
- Desempeno de painéis;
- Preparação do painel soldado para deslocamento (solda de suporte);
- Paradas desnecessárias, sem motivos, no processo de risco;
- Ajuste de máquina de solda desregulada;
- Espera no deslocamento dos pesos para soldagem de chapa que se encontram distante do processo.

Entre as várias possíveis melhorias observadas, há:

- Distribuir de esmerilhadores na montagem de gigantes e do bloco, uma vez que estes só trabalham na inspeção interna.
- Evitar envio de peças fora da especificação ou falta na montagem dos blocos (houve uma parada de 12 horas esperando uma peça e um retrabalho de corte de 1 hora em outra peça)
- Criar uma metodologia dinâmica para verificação dentro do processo, quando há não conformidade, a avaliação passa por três diferentes setores, o que pode durar até um dia de trabalho.
- Garantir que o bloco chegue sem não conformidades para o armador, este sempre é retrabalhado por um dia após a inspeção externa, o que utiliza trabalhadores da linha que poderiam estar em outras funções.
- Realizar montagem e soldagem de perfis ou gigantes em paralelo, quando possível.

- Reduzir da movimentação interna, realocando matérias primas, peças e ferramentas perto do local de utilização.
- Evitar o corte na linha, sendo parte do processo de pré-montagem.
- Melhorar a programação para que não falte peças.
- Realizar manutenções preventivas ou grandes movimentações no turno intermediário.
- Melhorar o procedimento de análise dimensional e aprovação com projetos.
- Realizar treinamento prévios dos operadores, uma vez que são treinados em linha.

7.2 – Novo VSM sugerido

Os conceitos Lean de balanceamento de linha e eliminação de desperdícios foram utilizados para se projetar uma nova linha representada no VSM da figura 4.

Este é apenas o primeiro modelo, uma vez que os tempos serão analisados através da simulação com Arena em uma nova etapa do projeto.

Neste caso, houve uma redução dos postos de trabalho e alguns funcionários realizarão múltiplas funções. O lead time médio estimado de um bloco nesta primeira redução é de quatro semanas, o que deverá diminuir com a utilização da simulação.

Neste caso, a preparação das chapas, corte e solda de painel são feitos por uma única equipe. Operações como montagem e soldagem nos casos de perfilados e gigantes foram agregados para serem realizados em paralelo. Novos postos de trabalho para montagem de bloco deverão ser criados para um takt time (ritmo) da linha seja de 2 dias.

Para evitar atrasos, estoques intermediários de perfilados, gigantes e materiais para blocos existirão de acordo com a programação e turnos extras serão utilizados para manutenção preventiva dos equipamentos.

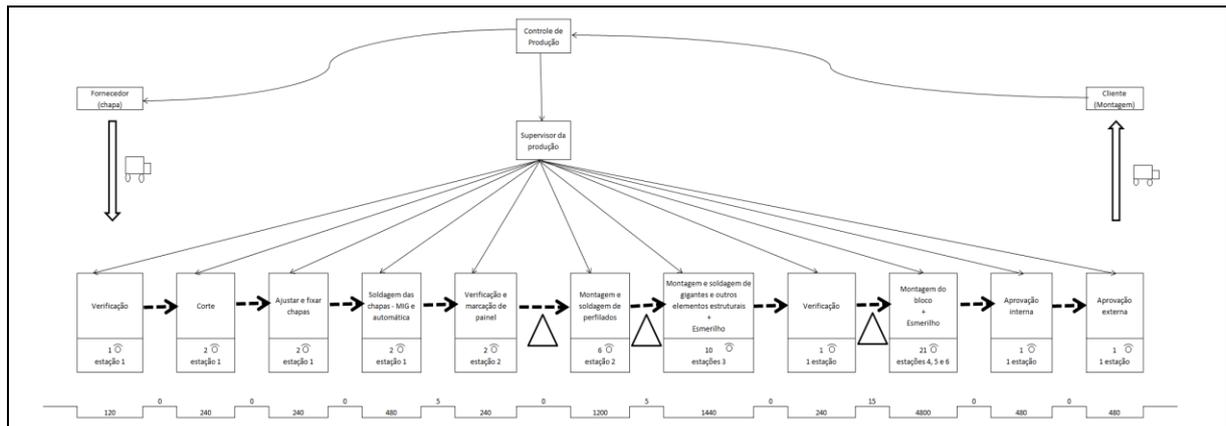


Figura 4 - VSM sugerido

8 – Conclusão

Este artigo é a primeira etapa de um projeto que mostra como o Lean Manufacturing pode melhorar a produtividade e, conseqüentemente, a competitividade de um estaleiro brasileiro.

Pode-se observar como a utilização do VSM facilita a localização dos problemas ou oportunidades de melhoria na linha de produção. A utilização do mapeamento do fluxo de valor é útil para o próprio estaleiro perceber que a situação real da linha é diferente da projetada, que, por outro lado, pode ser melhorada significativamente em um cenário futuro a ser programado.

Outra observação importante é que com um melhor balanceamento de linha, realocação e padronização de tarefas, melhoria de setup, gerenciamento de estoques intermediários com a utilização do just in time, uma melhoria de no mínimo 20% do tempo é esperada.

É interessante perceber a falta de controle de processos e tempos no estaleiro analisado. Uma melhoria de medições, utilização de gestão à vista, participação dos próprios funcionários já poderia representar um progresso nos processos do estaleiro, com melhor identificação dos problemas e gargalos.

Sendo este cenário comum aos estaleiros brasileiros, o Lean se mostra uma ferramenta importante para identificação de problemas, desperdícios e busca de melhorias no estaleiro, visando seu aumento de produtividade, redução de custo e, conseqüentemente, aumento de competitividade. Estes fatores são fundamentais para a sobrevivência da

indústria de construção naval brasileira no cenário

9 – Dificuldades e próximos passos

No processo de levantamento de dados houve várias dificuldades como:

- Falta dados de produção, com tempos disponíveis ou históricos;
- Muitas paralisações sendo difícil realizar uma boa medição dos tempos;
- Muitos fatores externos inesperados que contribuíram para prejudicar o andamento da linha;
- Os funcionários, apesar de solícitos, estavam desmotivados em relação ao trabalho;
- Os dados repassados pela programação se encontravam em formatos de difícil análise, o que exigiu trabalhá-los;
- Não há um tempo definido por bloco ou estação de trabalho;
- As medições de produtividade realizadas no estaleiro são feitas de maneira visual por um funcionário e o histórico não é arquivado. Estas informações são utilizadas na programação semanal.

A próxima etapa do projeto é utilizar o software de simulação discreta Arena para projetar os três cenários de linha de produção apresentados neste artigo - esperado, real e sugerido. Através destas simulações, processos e tempos serão analisados, suas distribuições, falhas e características.

Desta maneira, as melhorias sugeridas serão analisadas antes de implementadas no estaleiro.

Ao finalizar este primeiro projeto, ele poderá ser replicado para outros setores do estaleiro.

10 – Referências Bibliográficas

- CUNHA, M.S. A indústria de construção naval: uma abordagem estratégica. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Naval, Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, 2006
- DELMO, A.M. Análise dos principais segmentos da indústria marítima brasileira: estudo das dimensões e dos fatores críticos de sucesso inerentes à sua competitividade. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Naval, Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, 2008
- DENNIS, P. Produção Lean Simplificada – Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Editora Bookman. Segunda edição– Porto Alegre, 2008
- GEIPOT. Política governamental e competitividade da indústria brasileira de construção naval: evolução, estrutura e diagnóstico. Volume 2 – estudo básico – 1999
- INOZU, B.; NICCOLAI, M.J.; MACCLAREN, B.; RADOVIC, I.; BOURG, D. New Horizons for Shipbuilding Process Improvement. Journal of Ship Production, Vol. 22, No. 2, Maio 2006, pp. 87-98
- INOZU, B.; RADOVIC, I.; MACCLAREN, B.J.; PATTI, A. Lean Six Sigma in Shipbuilding. International conference : European Shipbuilding, Repair & Conversion- the Future. November, 2004
- KOENIG, P. C.; NARITA, H.; BABA, K. Lean Production in the Japanese Shipbuilding Industry? Journal of Ship Production, Vol. 16, No. 3, Agosto 2002, pp. 167-174
- LAMB, T. World-Class Shipbuilders: Their Productivity Using Lean-Manufacturing Principles. SNAME Transactions. Vol. 109, 2001, pp. 285-308
- LIMA, E.T.; VELASCO, L.O.M. Construção naval no Brasil: existem perspectivas. Revista Conhecimento, ver 1010
- LIKER, J.K.; LAMB, T. A Guide to Lean Shipbuilding. University of Michigan. Ann Arbor, Michigan. DRAFT, Version 0.5. Maritech ASE Project #10. Technology Investment Agreement (TIA) 20000214. Junho, 2000
- MACIEL, F. Balanço da demanda de plataformas, petroleiros e barcos de apoio da Petrobras mostra que novos estaleiros devem sair do papel o mais rápido possível. Brasil Energia, nº 371, outubro 2011
- MONDEN, Y. Toyota Production System - Practical Approach to Production Management. Industrial Engineering and Management Press. Institute of Industrial Engineers, 1983
- MOURA, D. A.; BOTTER, R.C. Análise da competitividade da indústria marítima brasileira – associação dos fatores críticos de sucesso com suas dimensões. Produção, v. 21, n. 4, p. 594-609, out./dez. 2011
- MOURA, D. A.; BOTTER, R. C. Can a shipyard work towards lean shipbuilding or agile manufacturing?. Sustainable Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources – Rizzuto&GuedesSoares (eds), p. 559-565. 2012. Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-62081-9
- SINAVAL – Visão geral da construção brasileira – março 2012
- SINAVAL – A indústria da construção naval e o desenvolvimento brasileiro – 2010
- SINAVAL – Cenário da construção naval brasileira – 1º trimestre 2012 – maio 2012
- STORCH, R.L; HAMMON, C.P; BUNCH, H.M.; MOORE, R. C. Ship Production. Cornell Maritime Press. Second Edition. Centreville, Maryland, 1995
- WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS D. A Máquina que Mudou o Mundo. Editora Campus. 10ª edição – Rio de Janeiro, 1992
- World Shipyard Monitor. Clarkson. Volume 19, nº 2. Fevereiro 2012
- <http://www.portosenavios.com.br/site/noticias-do-dia/industria-naval-e-offshore/15430-cenario-da-construcao-naval-segue-em-expansao-afirma-sinaval> 29/05/2012 - 16:00
- http://en.wikipedia.org/wiki/Arena_%28software%29 – 21/08/2014 – 10:11
- <https://www.arenasimulation.com/> - 21/08/2014 – 10:46
- <http://www.portalnaval.com.br/estaleiros/estaleiros-brasil-regiao/regiao-sudeste/> - 21/08/2014 –12:34