

APLICAÇÃO DE FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING EM ANÁLISE DE CENÁRIOS PROSPECTIVOS

Rafael Peres ¹Marcela do Carmo Silva ²José Artur Vieira ³Marcos dos Santos ⁴Carlos Francisco Simões Gomes ⁵

Data de recebimento: 24/01/2018

Data de aceite: 16/08/2019

Resumo

Este artigo propõe avaliar aplicabilidade e aderência da implementação da metodologia *Lean Manufacturing* (LM) ao âmbito de uma empresa do mercado de óleo e gás brasileiro, aos olhos das perspectivas de cenários futuros. Avaliou-se a adaptabilidade das práticas lean prospectadas por cenários prospectivos diversos. O resultado vislumbrou a confirmação de sua aderência às variações de cenários futuros, dada a sua flexibilidade e velocidade de mudanças. A relevância deste estudo está na possibilidade de combinar estas técnicas a um caso real; a primeira com a aplicação da produção enxuta e a segunda a avaliação de tendências dos possíveis cenários desenvolvidos. As incertezas da indústria de óleo e gás brasileira quanto aos cenários futuros realça a necessidade de otimização nos custos de toda a cadeia de valor. Observando os princípios e ferramentas da filosofia *lean manufacturing*, que têm se provado de boas práticas para organizações em tornarem-se mais competitivas; este artigo observa a implementação por meio de estudo de caso dessas práticas em uma unidade fabril.

Palavras-chave: Filosofia *lean*. Indústria de óleo e gás. *Lean manufacturing*. Planejamento por cenários. Prospecção de cenários.

LEAN MANUFACTURING APPLICATION'S PHILOSOPHY IN PROSPECTIVE SCENARIOS ANALYSIS

Abstract

This article proposes to evaluate the Lean Manufacturing (LM) methodology implementation applicability and adherence to a Brazilian oil and gas market scope, in the future scenarios' perspective. The lean

¹ Mestre em Sistemas de Gestão/Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. E-mail: rafaelcorperes@gmail.com

² Doutora em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. Servidora Pública do Estado do Rio de Janeiro, trabalhando na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: professoramarceladocarmo@gmail.com

³ Doutorando em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. E-mail: josearturmv@gmail.com

⁴ Doutor em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. E-mail: marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br

⁵ Professor de Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. E-mail: cfsg1@bol.com.br

practices adaptability investigated by several prospective scenarios was evaluated. The result showed its adherence confirmation to future scenarios variations, given its flexibility and changes' speed. This study's relevance lies in the possibility of combining these techniques with a real case; the first with the application of lean production and the second the evaluation of trends of possible scenarios developed. The uncertainties of the Brazilian oil and gas industry regarding future scenarios highlight the need to optimize the entire value chain costs. Noting lean manufacturing philosophy principles and tools, which have proven good practice for organizations to become more competitive; this article observes the implementation through these practices case study in a manufacturing unit.

Keywords: Lean manufacturing. Lean philosophy. Oil and gas industry. Scenario planning. Scenario research.

Introdução

O Brasil, após uma década (2003-2012) de grandes avanços econômicos, com crescimento médio do PIB de 3,5% (IBGE, 2016) e variação positiva do rendimento médio dos trabalhadores de 58% (IPEA, 2016) assistiu à decadência deste cenário de desenvolvimento econômico que permanece latente até a presente data. Os indicadores econômicos retratam a crise econômica no Brasil, enfraquecido politicamente e bastante conturbado socialmente. Estas informações pessimistas conduzem a incertezas quanto aos cenários futuros. Neste contexto está inserida a indústria de óleo e gás, que também se encontra em retração; somando-se o fato da queda da demanda mundial por petróleo, de seu preço ao barril e da desvalorização da moeda brasileira face à moeda estadunidense, que impactam diretamente no custo de produção e no faturamento da indústria.

Um estudo de cenários mundiais para a indústria de óleo e gás - uma visão para 2040, realizada pela Deloitte (2014) identificou quatro tendências para esta indústria: o aumento de demanda de energia, da eficiência energética, do custo de extração do petróleo e do crescimento da produção de gás natural. Estas tendências ressaltam a necessidade de estudar e desenvolver os possíveis cenários, para que a avaliação da tomada de decisão esteja calçada em informações estruturadas. Tal prática é uma valiosa ferramenta para auxiliar as organizações a esclarecerem uma cadeia de possibilidades, ou de eventos futuros capazes de influenciar suas decisões (AMER *et al.*, 2012 *apud* KAHN; WIENER, 1967).

Segundo Ramos *et al.* (2015), os princípios e ferramentas do *Lean Manufacturing* (LM) têm se provado de boas práticas para as organizações tornarem-se mais competitivas, reduzindo desperdícios e gerando valor agregado em seus produtos. O que cabe destaque aqui, é que a área de óleo e gás, que desde a "sistematização" do LM sustenta-se em investimentos diversos e altos retornos, constitui-se ainda como oportunidade de avaliação da aderência dos princípios e ferramentas LM frente possibilidades prospectadas para o futuro.

A organização estudada é uma multinacional da área de óleo e gás e opera no Brasil há dezenove anos. Foi selecionada em função do pioneirismo na introdução dos conceitos LM no mercado de óleo e gás. Possui aproximadamente dezenove mil funcionários distribuídos em catorze países e opera vinte e quatro instalações tais como: fábricas, bases de serviços, bases de montagem e testes e centros de tecnologia. A empresa gera e comercializa novos produtos desde a pesquisa e desenvolvimento (P&D), passando por concepção/design, qualificação de componentes e processos, prototipagem, testes de qualificação, produção, montagem, testes e instalação. Atua ainda na pós-venda em manutenção, modificação, armazenamento e serviços *offshore*. Os principais produtos são equipamentos submarinos complexos e seus respectivos sistemas de controles e destinam-se a completação de poços em campos de exploração de óleo e gás e a distribuição da produção obtida nestes campos até as plataformas.

Este artigo está dividido em cinco sessões: a Introdução, seguida da sessão de Metodologia e Referencial Teórico, posteriormente uma sessão com os Resultados da aplicação da Metodologia, seguida de uma sessão de Discussão; e a quinta sessão de Conclusão.

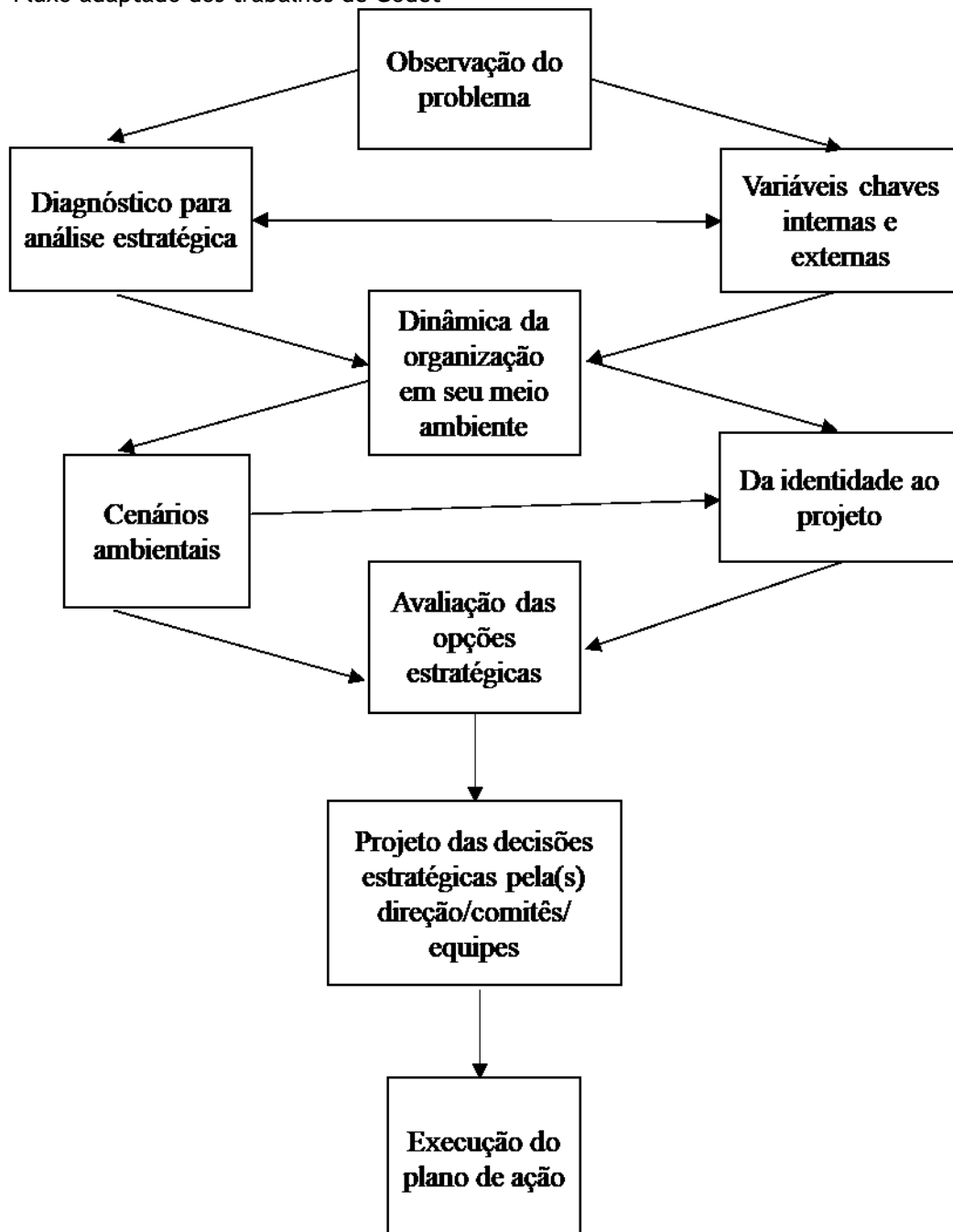
Referencial teórico

Gil (2010) define o estudo de caso como uma investigação dos fenômenos exatamente como acontecem, sem intervenção significativa do pesquisador. Ainda de acordo com autor, com relação aos

seus objetivos mais gerais, ou propósitos, as pesquisas podem ser classificadas em exploratórias, descritivas e explicativas. Este estudo se caracteriza por ser exploratório, dada as suas características de desenvolver conceitos e ideias, e descritivo, já que busca descrever características de uma amostra ou fenômeno e será realizado através de estudo de caso.

Herrera *et al.* (2013) analisam o núcleo duro de um estudo de caso nos diversos trabalhos de cenários e suas estratégias do autor Michel Godet, em que adaptam um fluxo de fundamentação da observação do método aonde o processo fundamental de um diagnóstico parte da análise do problema e do sistema de produção criando um diagnóstico da organização; ao mesmo tempo, um estudo de análise estrutural interna e externa através de variáveis-chave é realizada; os resultados dos dois processos permitem compreender a dinâmica da organização em seu ambiente, de modo que dá identidade ao projeto e desta forma os cenários são desenvolvidos. Assim, os resultados destes dois processos, com os comitês estratégicos e direção avaliando as opções, desenvolvem-se em seu plano de ação e sua implementação. A seguir, expõe-se o fluxo adaptado e esquematizado:

Figura 1 - Fluxo adaptado dos trabalhos de Godet



Fonte: Herrera *et al.* (2013).

Cenários Prospectivos

Análise prospectiva de cenários proporciona aos gestores fundamentação para definições de ações estratégicas da empresa, buscando uma maior assertividade nos negócios sendo indispensável para orientar as decisões estratégicas (ASSIS ET AL., 2017).

Os principais benefícios do uso de cenários são a melhoria do processo de tomada de decisão e identificação de novas questões e problemas que possam surgir (VARUM & MELO, 2010), e isto ocorre porque são desenvolvidos para públicos diferentes, já que estão envolvidos diversos *stakeholders*, e devem corresponder adequadamente às suas necessidades. Planejar por cenário não significa previsão do futuro, mas a exploração das diversas situações futuras possíveis com o objetivo de ampliar a esfera do pensamento dos participantes no processo de desenvolvimento de cenários (GODET, 2000). Gomes, Costa e Barros (2017), enfatizam a importância do uso de cenários associado aos processos decisórios para dar maior segurança aos decisores.

Metodologias para a elaboração de cenários

Não existe uma única abordagem para a elaboração de cenários, as revisões de literatura demonstram, que há uma variedade de metodologias para tal e estas possuem características em comum (JOSEPH, 2000; CHERMACK ET AL., 2001; BRAFIELD ET AL., 2005; VARUM; MELO, 2010).

Lean Manufacturing (LM)

A busca pela redução de desperdícios, aumento de produtividade e redução de custos levou as empresas a buscarem diversas estratégias que lhes permitissem alcançar tais objetivos (VIEIRA ET AL., 2016). Uma resposta a essa busca foi encontrada nos conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP), método de produção criado pela companhia homônima, que introduziu o conceito LM visando principalmente a redução de desperdícios, custos e o aumento de produtividade. Segundo Ramos *et al.* (2015), os princípios e ferramentas do LM são observados como boas práticas para as organizações que desejam tornarem-se mais competitivas por meio da redução de desperdícios e aumento de valor agregado em seus produtos.

Desde que este conceito foi disseminado, a adoção do LM se espalhou por diversas organizações e setores, permitindo que empresas melhorem seus resultados (MOYANO-FUENTES ET AL., 2012). Entretanto, apesar de algumas companhias terem implementado este sistema com sucesso, muitas outras não atingiram as metas esperadas, falhando na sua implantação (STAATS ET AL., 2011), bem como na habilidade em manter resultados ao longo do tempo (Lucey *et al.*, 2005). Isto é consequência da complexidade inerente ao processo de implementação do LM (SCHERRER-RATHJE *et al.*, 2009) e da miríade de prismas utilizados na construção e desenvolvimento do conceito ao longo do tempo, deixando espaço para interpretações incompletas e dificuldades de utilização dele.

Metodologia

Este estudo de caso mantém seu foco nas áreas operacionais da empresa, tratando, quando necessário, de interfaces com outros setores, sempre da perspectiva dos cenários reais ou prospectivos. O método utilizado neste artigo seguiu os passos metodológicos de Carvalho (2009), com adaptações pertinentes ao caso aqui estudado. Portanto, primeiro foram definidos os objetivos; em seguida foram aferidas as variáveis internas (pontos fortes e fracos) e variáveis externas (oportunidades e ameaças), através da Análise SWOT, definindo-se as Estratégias Prospectivas (EPn) responsáveis pela manutenção e/ou fomento da vantagem competitiva da organização. O passo seguinte foi priorizar as estratégias prospectivas (EPn) e identificar os stakeholders envolvidos.

Existe uma relação de múltipla dependência entre as empresas e as partes interessadas (*stakeholders*) no processo de captação de recursos e de fornecimento de bens e serviços BRANDÃO *et al.*, 2017). O levantamento, análise e descrição do relacionamento das variáveis compuseram a etapa seguinte; após isto foi feito o preenchimento dos estados das variáveis e verificação de sua consistência; o penúltimo passo foi a definição do tema principal de cada cenário baseado nas principais variações identificadas; e por fim a construção da narrativa de três cenários através da análise morfológica: um de referência (provável), um otimista e outro contrastado (pessimista).

Serão elaborados os cenários prospectivos para um horizonte de cinco anos, e para isto, contribuíram, em todas as etapas, quatro profissionais da área de Planejamento Estratégico da referida organização. A elaboração foi constituída de 9 etapas:

- (i) Utilização da Matriz SWOT;
- (ii) Análise qualitativa da Matriz SWOT;
- (iii) Formulação das estratégias;
- (iv) Priorização das estratégias;
- (v) Identificação dos *stakeholders*;
- (vi) Definição das incertezas, variáveis e indicadores;
- (vii) Aplicação da Matriz de Impactos Cruzados;
- (viii) Configuração das variáveis; e
- (ix) Elaboração dos cenários.

Resultados

As incertezas inerentes aos negócios podem ser mapeadas e minimizadas por meio da correta construção e análise de cenários prospectivos, permitindo ao final do processo testar as estratégias disponíveis. Ratnayake e Markeset (2010) observam que a indústria de óleo e gás atua em um mercado cada vez mais complexo devido à crescente concorrência global, onde variações dos preços e rigorosas exigências estão relacionadas ao meio ambiente e segurança, enfrentando o crescimento de fontes alternativas de energia e pressões dos stakeholders.

Etapa (i) - A Análise SWOT, permite que a empresa explore, internamente, seus potenciais e reduza os seus pontos fracos. Identifica também as oportunidades e ameaças do ambiente externo cujos aspectos podem alavancar os objetivos delineados para a organização; ou então comportam-se como nocivos a implementação de estratégias definidas (GOMES; MENAHEM, 2014).

Etapa (ii) - Realizado um cruzamento qualitativo entre os quadrantes, para que o ambiente atual do mercado e a empresa fossem melhor compreendidos, proporcionando clareza à montagem dos cenários prospectivos. Este cruzamento foi realizado avaliando-se os impactos causados pelo ambiente externo (oportunidades/ameaças) no ambiente interno da corporação (forças/fraquezas). Para estruturar este cruzamento as definições a seguir foram consideradas:

- (a) Alavanca (força x oportunidade) - A. Pode atuar como mola propulsora do negócio, explorando oportunidades em áreas já dominadas pela organização;
- (b) Restrição (fraqueza x oportunidade) - R. Restringem o aproveitamento de oportunidades de negócio;
- (c) Vulnerabilidade (força x ameaça) - V. Tem o poder de expor os pontos fortes da organização a conjunturas externas;
- (d) Crise (fraqueza x ameaça) - C. Mais ameaçadora conjunção, devendo ser amplamente estudada e estrategicamente prevenida;
- (e) Sem correlação - 0;
- (f) Baixa correlação - 1.

Os cruzamentos considerados impactantes, ou seja, excluindo-se 0 e 1, foram classificados segundo códigos - A, R, V e C - e então numerados de maneira crescente, lendo-se da esquerda para a direita.

Etapa (iii) - Formulação das estratégias que proporcionassem possíveis vantagens competitivas à organização frente seus concorrentes e sucesso no horizonte de tempo estudado, ao que estas foram chamadas de Estratégias Prospectivas (EP's).

Etapa (iv) - De um universo de treze EP's, foi executada a sua priorização, por meio do método Delphi, com o intuito de propiciar maior foco da organização nas ações capazes de trazer o esperado retorno competitivo.

A lista das estratégias prospectivas identificadas foi enviada aos participantes, sendo solicitado aos mesmos que as dividissem em três grupos, sendo o grupo 1 o mais significativo, enquanto o grupo 3 representaria o menos relevante, obedecendo o limite de quatro estratégias por grupo. Ao final de três rodadas de avaliação, os dados foram compilados de acordo com os seguintes critérios: (1) Reunião de estratégias classificadas por todos os participantes no grupo 1, em todas as rodadas; (2) Reunião de estratégias que tenham sido apontadas ao menos uma vez no grupo 1 por dois ou mais participantes; (3) Reunião de estratégias classificadas por todos os participantes no grupo 2, em todas as rodadas; (4) Reunião de estratégias que tenham sido apontadas ao menos uma vez no grupo 2 por dois ou mais participantes. Então, apontam-se as EP's de maior impacto para o negócio da empresa.

Etapa (v) - Para dar continuidade à prospecção dos cenários foram listados os *stakeholders* identificados e descritas suas expectativas/ interesses.

Etapa (vi) - Na construção de cenários prospectivos deve-se considerar tanto as tendências atuais quanto as incertezas relacionadas ao estudo em desenvolvimento. Esta combinação de tendências e incertezas permite ampliar a gama de futuros possíveis, aumentando, conseqüentemente, o conhecimento do decisor a respeito do tema, havendo a relação das incertezas detectadas com variáveis e indicadores definidos pelo estudo. A fim de possibilitar maior embasamento para a prospecção de cenários, uma pesquisa foi realizada para mostrar o histórico de 2011 a 2016 dos indicadores selecionados.

Matriz de Impactos Cruzados (MIC)

Seguem-se agora os procedimentos das análises sobre a Matriz de Impactos Cruzados, na continuação das etapas supracitadas:

Etapa (vii) - Matriz de impactos cruzados (MIC) é um recurso que é utilizado como método de planejamento para cenários futuros, desde sua criação por Gordon e Helmer em 1966 (AMER *et. al*, 2012 *apud* GORDON, 1994) cujo objetivo principal é identificar as ocorrências possíveis e o quanto estas podem impactar os outros eventos; ou como observa Godet *et al.* (2000) o método consiste em verificar estreitamente os futuros mais prováveis que serão coletados no método de observação dos cenários. Como resultado identificam-se os fatores que mais impactam e/ ou são impactados uns pelos outros e são excluídos os fatores que não impactam ou que não sofrem impacto.

Definiu-se uma escala com sete pontos cardinais para os coeficientes de impacto (entre -3 e +3), visando à classificação das influências das variáveis entre si, sendo que -3 responde pelo maior impacto negativo, enquanto +3 representa o maior impacto positivo. Os integrantes da equipe de Planejamento Estratégico fizeram suas análises individuais dos impactos de cada variável sobre as restantes levando-se em consideração os indicadores capturados previamente.

Verificou-se com a matriz, em termos quantitativos, os impactos existentes entre as variáveis. O valor do impacto total de cada variável nas demais é determinado pelo módulo da soma algébrica da linha correspondente à variável na matriz de impactos cruzados. O valor do impacto sofrido por estas variáveis, exprimido pela “dependência”, é determinado pelo módulo da soma algébrica da coluna correspondente. Os valores são utilizados em módulo a fim de expurgar avaliações positivas e negativas, evidenciando apenas a representatividade (peso) dos respectivos “impactos” e “dependências”.

Com o propósito de classificar e priorizar as variáveis do estudo construiu-se um gráfico de impacto *versus* dependência, representando o impacto no eixo horizontal e a dependência no eixo vertical. Traçaram-se os valores médios de impacto e dependência das variáveis da seguinte forma: na horizontal tem-se o valor médio dos impactos, enquanto na vertical tem-se o valor médio da dependência. Esta representação dividiu o gráfico em quatro quadrantes e permitiu demonstrar de maneira visual o posicionamento de cada variável, decompondo as análises das variáveis em função da classificação atribuída, de acordo com os agrupamentos formados.

A partir da análise cria-se o respaldo necessário para desconsiderar as variáveis posicionadas no quadrante de mais baixa relevância, o inferior esquerdo, uma vez que as variáveis apresentam valores baixos tanto de impacto, quanto de dependência, todos abaixo dos valores médios, assim não afetarão significativamente o contexto trabalhado, e, portanto, serão desconsideradas na fase seguinte de construção de cenários prospectivos.

Análise Morfológica

Conclui-se a esquematização metodológica com a nona etapa, observando a condução morfológica analítica aplicada à construção do estudo de caso para a observação de cenário prospectivo sob a ótica de LM.

Etapa (ix) - A aplicação desta técnica visa explorar todas as possíveis soluções para um problema multidimensional e não quantificável, sendo esta utilizada por diversos pesquisadores na área de cenários futuros (DURANCE; GODET, 2010; BORJESON *et al* 2006; COYLE&MCGLNE, 1995). Gomes & Gomes (2014) observam-na como uma técnica que desenha situações possíveis para um dado sistema, associando diferentes estados dos indicadores deste sistema. Por exemplo, Gomes, Costa e Barros (2017) usam a técnica em problema no setor de energia. As variáveis identificadas na etapa anterior foram analisadas no horizonte proposto de 5 anos, criando-se quatro configurações pertinentes à elaboração de cenários prospectivos.

Estes cenários foram nomeados a fim de criar uma marca que defina cada um deles e a fim de facilitar sua compreensão. O cenário desejado será denominado “*Production Field*”, enquanto o indesejado será chamado “*Abandoned Field*” e o provável será intitulado “*Mature Field*”.

- (a) *Production Field* - O consumo de petróleo mundial observa crescimento moderado, influenciado pela recuperação econômica dos países desenvolvidos, puxando assim a demanda para cima, o que abre espaço para a elevação de preço do barril de óleo para 100 dólares ou mais, viabilizando novos investimentos no setor e a recuperação da situação financeira da empresa líder do mercado nacional. A situação macroeconômica brasileira recupera-se após a aprovação de reformas estruturais, retorno do controle fiscal, aumento no valor das *commodities* no mercado internacional, e pesados investimentos privados em infraestrutura proporcionados pelo bom ambiente de negócios, fazendo com que o PIB se eleve mais de 1%. O crescimento econômico chinês retorna a patamares recentes, acima dos 10%, aumentando a demanda pelas exportações brasileiras. O valor do dólar permanece entre três e quatro reais, impulsionando exportações e a celebração de novos contratos internacionais. O setor *onshore* fortalece-se, aumentando sua participação na exploração nacional e criando oportunidades de prospecção de negócios para a empresa, enquanto as reservas provadas nacionais continuam em ascensão, ultrapassando vinte bilhões de barris provados.
- (b) *Abandoned Field* - Expressiva redução no consumo mundial de óleo em função da participação maior de fontes renováveis de geração de energia na matriz mundial, impulsionadas pelos fortes investimentos na área. Manutenção do valor do barril abaixo de cinquenta dólares em função do baixo crescimento econômico global e da grande produção da OPEP (em torno de 70% da mundial), visando a proteção do mercado de óleo contra novas fontes energéticas. Acentuada recessão econômica brasileira derivada do descontrole fiscal e ausência de reformas estruturais, causando o desgoverno inflacionário, elevação de juros e escassez de crédito. Forte desaceleração do crescimento chinês, evidenciando a fadiga do modelo econômico e corrupção. Disparada do valor do dólar ocasionada pela fuga de capital estrangeiro para mercados mais seguros e pela crise interna resistente, agravando ainda mais a situação financeira da empresa pública líder no segmento que possui grande parte de sua dívida atrelada à moeda americana. Queda na participação da exploração *onshore* acarretada também pelo acréscimo do valor do dólar e redução na quantidade provada de óleo em território nacional.
- (c) *Mature Field* - O consumo mundial segue sua taxa de crescimento recente, validando a importância do petróleo na matriz energética mundial. A recuperação econômica global em média 2,5%, aliada a produção da OPEP, em torno de 50% da mundial reforça a demanda, deixando o preço do barril entre cinquenta e setenta e cinco dólares. Este nível inicia o processo de recuperação da cadeia, uma vez que investimentos serão viabilizados na área com afrouxamento da asfixia financeira da empresa pública líder de mercado. A economia nacional luta contra a recessão e contra a crise política instaurada, e mantém juros altos e crédito restrito, dificultando investimentos em outros setores. Moderado crescimento chinês, fazendo com que as exportações nacionais continuem enfrentando dificuldades e preços abaixo dos praticados recentemente. O valor do dólar estabiliza-se entre três e quatro reais apontando para a recuperação da crise econômica no médio prazo e permitindo ganho de competitividade à organização em suas exportações. Com o baixo valor do barril de petróleo e fraco investimento internacional, a empresa pública líder no mercado retoma prospecção e exploração *onshore* fazendo com que a participação aumente retornando a níveis de 2013, gerando oportunidades para os principais fornecedores enquanto as reservas provadas de óleo têm crescimento moderado reforçando o potencial nacional.

Aplicação do Modelo LM na Indústria de Óleo e Gás

O chão de fábrica da organização em questão possui aproximadamente quinze mil metros quadrados e por volta de quarenta e cinco máquinas de usinagem de grande porte como tornos convencionais, tornos multitarefa e centros de usinagem. Este espaço é frequentado diariamente, por aproximadamente cento e cinquenta pessoas, distribuídas entre Produção, Planejamento da Produção e Engenharia Industrial e o relacionamento entre áreas é dinâmico, com intenso fluxo de informações e feedbacks constantes.

Implantação da filosofia LM-2012/2013

Ganhar eficiência operacional que permitisse dar flexibilidade e agilidade de resposta ao mercado e suprir esta demanda constituía o objetivo de toda empresa participante dessa cadeia. Considerando-se os resultados obtidos pela filosofia LM nos mais distintos segmentos corporativos, a alta direção da organização decidiu iniciar formalmente a jornada LM na empresa com auxílio de uma consultoria externa.

O projeto piloto de implantação do LM, entre os anos de 2012 e 2013 gerou resultados expressivos e demonstrou para a organização a viabilidade prática da filosofia e suas ferramentas no setor de óleo e gás.

O pilar da implantação da filosofia, os processos, tem como função adicionar valor às necessidades dos clientes e por esta razão são tão fundamentais. Devem ser avaliados e melhorados de acordo com o que representam para os clientes e para o sucesso da própria organização. Com este objetivo, primeiramente, foi realizado um Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) e o Relatório A3.

No estado inicial, foi contabilizado um lead time total de 227 dias e tempo de valor agregado de 15 dias, ou seja, apenas 7% do tempo total de produção é destinado a agregar valor aonde o restante trata-se de desperdício. Constatou-se no MFV a existência de estoque entre diversos processos e um elevado número de pontos de programação, o que evidencia interrupções do fluxo gerando o aumento do lead time.

Seguindo a teoria do MFV, o estado futuro foi delineado considerando-se o processo ótimo de produção, com a menor quantidade possível de pontos de programação, volume reduzido de peças no fluxo sendo trabalhadas (*work in process* - WIP) e maior conexão possível entre os processos. O resultado deste mapeamento sugeriu um lead time de 94 dias e os mesmos 15 dias de tempo de valor agregado, representando 16% do total despendido na produção. As principais alterações propostas foram a introdução do fluxo contínuo em algumas etapas do processo, a conexão de processos por meio de liberação de estoques na lógica *first-in-first-out* (FIFO) e o balanceamento de carga de trabalho com a informação da sequência a ser produzida em ponto específico do fluxo (sinalização de *kanbans*).

O outro método de mapeamento de processos utilizado, denominado Relatório A3, teve a função de guiar as pessoas na caminhada entre uma situação de momento (atual) e outra almejada (futura), preenchendo assim a lacuna existente entre ambas. Após a observação do fluxo e o desenvolvimento de um plano para a busca do estado pretendido, o grupo pôde criar o fluxo de valor macro, contemplando desde o processo de recebimento de insumos até o envio do produto acabado para o cliente final, enxergando com clareza a extensão do fluxo produtivo, seus respectivos tempos de ciclo e *lead times* elevados, onde foi possível notar uma desconexão entre processos, do ponto de vista dos colaboradores da empresa, dificultando-se a visualização do fluxo como um todo. De acordo com Liker e Meier (2007) “o uso de controles visuais é o passo mais importante no processo de desenvolvimento da padronização”, mas “também é o aspecto de um processo enxuto mais frequentemente menosprezado”.

Como a indústria estudada possui geralmente elevados *lead times* de fabricação para seus produtos, muitas vezes os componentes a serem produzidos ou montados acabam parados em alguma etapa do processo, vítimas de longas filas, falta de sequência definida ou variações na demanda, permanecendo mais tempo do que deveriam no fluxo produtivo. Deparando-se com estes pontos, como primeiro passo, diários de bordo foram criados nos processos gargalo a fim de identificar as atividades executadas pelos funcionários destes postos ao longo de seus turnos, se estas atividades eram essenciais à produção do componente, se existiam deslocamentos desnecessários e quais os problemas enfrentados por eles. De posse destas informações, diversos desperdícios puderam ser eliminados e a rotina de funcionamento das áreas compreendida.

Outro fator propiciado pelos diários de bordo foi o desenvolvimento do método de análise e solução de problemas (MASP) baseado no conceito de qualidade na fonte. Este conceito reforça a condição de clientes e fornecedores, tanto internos quanto externos, exigindo que o processo seguinte receba produtos conformes. O passo seguinte foi compreender a cadência de entrada/saída de peças destes processos e a quantidade de itens sob responsabilidade da área, verificando a capacidade da mesma em termos de recursos. Uma vez ajustada a capacidade das áreas em função do ritmo exigido, a sequência do trabalho a ser executado e os respectivos responsáveis puderam ser então definidos, diminuindo a necessidade de intervenção dos supervisores dessas áreas liberando-os para que se ocupassem da estabilização/melhoria dos processos e de suas funções como “professores”, treinando e cultivando suas equipes.

Conforme evoluiu gradativamente na criação dos controles visuais e entendeu seu funcionamento, a equipe vislumbrou a oportunidade de “enxergar” todo o fluxo de produção de componentes em um quadro de acompanhamento. Este quadro foi criado e modificado inúmeras vezes ao longo do tempo, tentando capturar as melhorias advindas de sua utilização e das propostas executadas pelos colaboradores

envolvidos. Foi fundamental no fortalecimento das células de fabricação, aumento das conexões entre processos e corretas tomadas de decisão ao longo do período de fabricação dos componentes, possibilitando concentrar num só local, e de maneira visual, a informação a respeito da quantidade de ordens de fabricação abertas, em que processos se encontravam naquele momento, o tempo estimado para a execução de cada etapa, a previsão de término e a existência de não conformidades.

A utilização da GV serviu como base para o início do desenvolvimento do Trabalho Padronizado (TP) nos processos selecionados. O time de implantação capturou informações acerca dos processos alvo e desenvolveu padrões visuais que regulassem o trabalho dos operadores. Estes padrões continham basicamente a decomposição do trabalho a ser realizado em etapas, a descrição destas etapas, a sequência planejada e o tempo previsto para a realização, bem como os riscos envolvidos nestas operações.

Células de Fabricação

Como o setor de óleo e gás é tipificado por volumes não tão elevados de produção e alta variedade de componentes, o primeiro desafio enfrentado, em conjunto com especialistas das áreas foi avaliar e agrupar os itens a serem produzidos em famílias de processo. Estas famílias deveriam formar um *mix* de produtos que se aproximasse da uniformização dos tempos de trabalho requeridos para cada um destes itens. Os itens que possuíam características semelhantes em termos de detalhes de processos fabris foram associados criando essas famílias, e filtros secundários como tamanho, peso e tipo de material foram utilizados para ajustar as novas células.

De posse desta informação, o passo seguinte foi definir as máquinas e/ou postos de trabalho responsáveis pela execução do trabalho e arranjá-los de maneira conveniente, privilegiando o fluxo, seja pela proximidade dos postos ou pela determinação de máquinas multitarefas, que executassem diversos tipos de operações. Um ponto de atenção sinalizado pela equipe responsável diz respeito à característica das máquinas que já se encontravam instaladas e em funcionamento. Segundo o time, as elevadas dimensões dessas máquinas, uma característica do setor, e a presença muitas vezes de fundações civis profundas limitou a movimentação das mesmas, influenciando na configuração final da célula. Decidiram-se, portanto, seguir com a introdução das células e utilizar a GV para auxiliá-los neste desenvolvimento.

Diversos sinais visuais e de diferentes cores, com a nomenclatura das células foram criados para identificar equipamentos que estivessem afastados em função de restrições físicas, o fluxo fabril dos itens produzidos em cada célula foi redesenhado e fixado no posto mais significativo e os operadores que faziam parte destas células tiveram suas fotos afixadas nas máquinas e postos de trabalho com a intenção de gerar o sentimento de equipe entre eles.

O chão de fábrica ganhou então um aspecto celular híbrido, pois acomodou tanto a definição clássica - com a proximidade das etapas de processamento - quanto um modelo adaptado, com espaçamento entre estas etapas. Para colocar em prática todo o planejado, ainda era necessário definir o ritmo demandado pelos clientes - *takt time* - definido como o tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente, ditando o ritmo da produção.

Foi calculado para cada célula e afixado em pontos estratégicos de cada uma delas, para que todos os envolvidos tivessem a oportunidade de saber se estavam desempenhando suas funções de acordo com a necessidade do cliente. O emprego do *takt* obrigou a revisão dos tempos de ciclo das operações das células pois os tempos de ciclo deveriam ser ajustados buscando-se proximidade com o *takt* para evitar a superprodução ou o atraso nas entregas.

A percepção a respeito do nível de não conformidades, possibilitada pelas informações disponíveis num só local e pelo gerenciamento diário, gerou as regras básicas da qualidade. Segundo estas regras, qualquer não conformidade deveria ser avaliada pelo time no mesmo dia, na mesma máquina em que ocorreu e com o mesmo operador, em busca da causa raiz destes problemas. E uma vez descobertas essas causas, contramedidas deveriam ser testadas objetivando sua eliminação.

Discussão

A partir do primeiro trimestre de 2014, com o surgimento das primeiras notícias a respeito da complexa situação financeira da empresa pública líder de mercado e com a economia brasileira apresentando sinais de enfraquecimento, toda indústria nacional foi forçada a rever seus planejamentos estratégicos.

Os indicadores que antes apontavam para um crescimento sustentável sofreram reversão abrupta de suas expectativas e a postergação de investimentos. No cenário externo, a elevada produção da OPEP,

que inundou de óleo o mercado mundial para barrar a expansão do xisto, associada ao arrefecimento do apetite chinês pela commodity, derrubou os preços do barril, inviabilizou novos projetos e desenhou a maior crise do setor em trinta anos.

Toda a cadeia de óleo e gás nacional foi seriamente afetada, obrigada a rever suas margens de lucro e conseqüentemente seus custos. A escassez de dinheiro no mercado e a inviabilização de novos projetos ainda impuseram aos *players* a inovação em busca de produtos mais baratos e que executassem múltiplas funções. Na presença deste cenário real, e já sem a equipe multifuncional que havia sido reunida apenas para a implantação, a empresa observada dobrou sua aposta no modelo LM, agora tendo como foco a redução de custos por controle rigoroso dos processos e o desenvolvimento de novos produtos que atendessem às expectativas de seus clientes. Influenciaram esta decisão a presença dos especialistas formados e toda a experiência adquirida nos dois primeiros anos de contato com a filosofia.

O cenário de contração vivido pelo mercado representou uma oportunidade de avanço sobre a filosofia LM. As iniciativas até então restritas à manufatura puderam ser expandidas e observadas em outras áreas da empresa enquanto outras ferramentas foram incorporadas ao cotidiano de fabricação.

Foram observadas redução do *lead time* do processo em 33%; do tempo de ciclo total em 62%; do WIP em 48%; de 7% no tempo derivado de interrupções do fluxo produtivo em toda a planta; e de 42,5% na quantidade de modificações nos projetos liberados.

Os cenários reais e os resultados evidenciados proporcionaram embasamento prático para a investigação da aplicabilidade dos cenários e estratégias prospectivas (EPn) desenvolvidas neste trabalho com princípios (Pn) e ferramentas (Fn) do Modelo Lean.

Para desenvolver o estudo proposto, as estratégias prospectivas mais impactantes foram associadas aos três cenários prospectivos gerados. Estas estratégias poderiam ser associadas a mais de um cenário em função de sua abrangência, porém, foram propositalmente relacionadas a apenas um dos cenários com a intenção de elucidar a análise e compreensão do modelo. Tais correspondências endereçaram o problema de pesquisa, com o intuito de gerar argumentação que suporte este objetivo, sempre que possível as ferramentas foram concatenadas às ações que foram ou poderiam ser aplicadas à realidade da empresa estudada, evidenciando assim a aderência do modelo proposto.

Considerações finais

Foi avaliada a implantação da filosofia LM na indústria do óleo e gás, realizando-se descrição aprofundada do plano adotado e a forma como as ferramentas foram utilizadas na busca do propósito definido. Os resultados obtidos nesta altura da pesquisa atestaram a viabilidade técnica e a flexibilidade do modelo LM no setor, uma vez que foram avaliadas à luz de diferentes estratégias de negócio e conjunturas econômicas.

A exploração do estudo prospectivo desenvolvido, contendo as principais estratégias geradas, decompostas nos cenários e as adaptações necessárias ao sistema, pode demonstrar que tais adaptações foram baseadas nos princípios e ferramentas do LM. Observou-se ainda que a utilização de cenários prospectivos na empresa proporcionaria a tomada de decisão baseada numa visão estratégica que considere as incertezas inerentes ao mercado. Seguindo a análise, e comprovando a aderência das técnicas, foi possível compreender as particularidades do mercado de óleo e gás.

Por fim, posto que se percorreram cenários distintos desde 2012 até 2021, comprovou-se a flexibilidade de ajuste do modelo e a viabilidade técnica do mesmo num ambiente real. Ao longo desse período, por exemplo, ocorreu a flexibilização das células de produção, que deixaram de ser altamente especializadas sob alta demanda para funcionarem de maneira mais versátil com a queda dos pedidos. Outra ferramenta que também sofreu adaptações em função mudanças expostas foi o desenvolvimento LM de produtos que passou a contar com a maior participação da manufatura na busca por soluções e inovações que fossem ao encontro das expectativas de um mercado abalado. Diante destas evidências torna-se consistente afirmar que as ferramentas LM são apropriadas a diferentes condições, requerendo ajustes pontuais na forma e/ou intensidade de aplicação.

Empregando-se o modelo aos cenários prospectados se consolida o entendimento da aplicabilidade e adaptabilidade do sistema em função de sua capacidade de reconfiguração rápida, o que o torna ideal para o enfrentamento de incertezas. O desenvolvimento desta pesquisa expressa a observação de experimentos, coleta e análise de dados e participação ativa de colaboradores da empresa alvo. Os resultados obtidos indicam a resolução do problema, revelando a capacidade do modelo LM de se adaptar a diferentes cenários e estratégias e extrair a vantagem competitiva que eleva as organizações.

Referências

- AMER, M.; DAIM, T.U.; JETTER, A. **A review of scenario planning**. *Futures*. 46, pp.23-40, 2012.
- ASSIS, B.F.S.P.; PEREIRA, D.S.; MACHADO, L.G.; GOMES, C.F.S. **Cenários Prospectivos Na Aviação Comercial Brasileira**. *Revista GEINTEC*, 7(1), pp. 3686-3700, 2017. D.O.I.: 10.7198/S2237-072220170001008
- BRAFIELD, R.; WRIGHT, G.; BURT, G et al. **The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning**. *Futures*, 37, pp.795-812, 2005.
- BRANDÃO, I. F.; DIÓGENES, A. S. M.; ABREU, M. C. S. **Alocação de valor ao stakeholder funcionário e o efeito na competitividade do setor bancário**. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, São Paulo, 19, 64, pp.161-179, 2017.
- CARVALHO, D. **Organizando variáveis de cenários com a aplicação da técnica de análise e estruturação de modelos (AEM)**. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 1,1, pp. 02-27, 2009.
- CHERMACK, T.J.; LYNHAM, S.A.; RUONA, W.E.A. **A review of scenario planning literature**. *Futures Research Quarterly*, 17, pp.7-31, 2001.
- COYLE, R.G.; MCGLONE, G.R. **Projecting scenarios for South-East Asia and the South-West Pacific**. *Futures*. 27, pp. 65-79, 1995.
- DELOITTE. **Visão 2040 - Cenários mundiais para a indústria de óleo e gás, 2014**. Disponível em: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/br/Documents/energy-resources/Visao2040_OleoGas.pdf . Acessado em: 06/01/2017.
- DURANCE, P.; GODET, M. **Scenario building: uses and abuses**. *Technological Forecasting and Social Change*, 77, pp.1488-1492, 2010.
- GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2010.
- GODET, M. **The art of scenarios and strategic planning: tools and pitfalls**. *Technological Forecasting and Social Change*, 65, pp.3-22, 2000.
- GODET, M.; MONTI, R.; MEUNIER, F.; ROUBELAT, F. **La caja de herramientas de la prospectiva estratégica**. *Cuadernos de LIPS*, 5, 4, pp.102, 2000.
- GOMES, C.F.S.; MENAHEM, D. G. **Análise SWOT de um novo entrante no mercado brasileiro de perfurações de petróleo**. *Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, 14, A8, pp. 80-92, 2014.
- GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. São Paulo: 5.Ed.Atlas, 2014.
- GOMES, C. F. S.; COSTA, H. G.; BARROS, A. P. **Sensibility analysis of MCDA using prospective in Brazilian energy sector**. *Journal of Modelling in Management*, 12, 3, 2017 <https://doi.org/10.1108/JM2-01-2016-0005>
- GORDON, T. J. **Cross Impact Method**. United Nations University Millennium Project, 1, 1994.
- HERRERA, B.S.; MONTOYA, I.A. & MONTOYA, L.A. **Aplicación del enfoque integrado de prospectiva y estrategia para el mejoramiento al proceso de selección docente de La Universidad Nacional de Colombia**. *Revista Innovar*, 23,48, pp. 43-54, 2013. DOI: 10.15446/innovar
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Nacionais Trimestrais, 2016**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaulttabelas.shtm>.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Base de dados econômicos, 2016**. <http://www.ipeadata.gov.br>.
- JOSEPH, C.F. **Scenario planning**. *Technological Forecasting and Social Change*, 65, pp.115-123, 2000.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota-Manual de Aplicação: Um Guia Prático para a Implementação dos 4Ps da Toyota**. São Paulo: Bookman, 2007.
- LUCEY, J.; BATEMAN, N.; HINES, P. **Why major lean transitions have not been sustained**. *Management Services*, 49,2, pp.9-13, 2005.

MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTAN-DIAZ, M.; JOSÉ MARTINEZ-JURADO, P. **Cooperation in the supply chain and lean production adoption: Evidence from the Spanish automotive industry.** International Journal of Operations & Production Management, 32, 9, pp.1075-1096, 2012.

RAMOS, A.L.; FERREIRA, J.V.; BERNARDES, F. **Improving the productivity of a packaging line using lean manufacturing tools and simulation.** 5thInternational Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM), Proceeding. Art. No.7093876, pp.3-5, March 2015.

RATNAYAKE, R.M.C.; MARKESET, T. **Methodology and theory: Technical integrity management: Measuring HSE awareness using AHP in selecting a maintenance strategy.** Journal of Quality in Maintenance Engineering, 16, 1, pp.44-63, 2010.

SCHERRER-RATHJE, M.; BOYLE, T.A.; DEFLORIN, P. **Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation.** Business Horizons, 52, 1, pp.79-88 (2009).

STAATS, B.R.; BRUNNER, D.J.; UPTON, D.M. **Lean principles, learning, and knowledge work: evidence from a software services provider.** Journal of Operations Management, 29, 5, pp.376-390, 2011.

VARUM, C.A.; MELO, C. **Directions in scenario planning literature - A review of the past decades.** Futures, 42, pp.355-369, 2010.

VIEIRA, J.A.M.; GOMES, C.F.S.; OLIVEIRA, A.S. **Estratificação das técnicas multicritério mais utilizadas: estudo bibliométrico de artigos indexados na base Scopus.** Anais. ERPO-Limeira-SP, 2016.