

Automação de Projetos na Implementação de Empreendimentos: Estudo de Caso em uma Empresa de Petróleo e Gás

Daniel Luiz de Mattos Nascimento (Universidade Estácio de Sá) nascimentodaniel63@gmail.com
Lessandro Teixeira Rodrigues (Universidade Estácio de Sá) lessandrors@gmail.com
Msc. Nylvandar Liberato Fernandes de Oliveira (Escola Superior Nacional de Seguros, Universidade Estácio de Sá e Universidade do Estado do Rio de Janeiro) liberato.finan@gmail.com

Resumo:

Este artigo aborda uma pesquisa exploratória sobre o papel das ferramentas de automação de projetos vinculadas ao conceito de divisão por áreas aplicado em experiências profissionais, sendo o trabalho direcionado ao estudo de fluxo de processos, otimização e propostas de solução. Com o objetivo de reduzir custos, prazos e, principalmente, buscar a melhoria da qualidade e produtividade, foram utilizados softwares de engenharia consagrados e amplamente difundidos no mercado. A análise foi realizada durante a implementação de um empreendimento para a indústria de Petróleo e Gás. Este artigo descreve a aplicação do método de divisão por áreas e a utilização do modelo 3D para a identificação de tarefas prioritárias para as equipes de construção e montagem.

Palavras chave: Automação de Projetos, modelo 3D, divisão por áreas.

Design Automation in Project Implementation: Case Study in an Oil and Gas Company

Abstract

This article discusses an exploratory research on role of design automation tools linked to the concept of division of areas applied in professional experiences, with work directed to the study of flow processes, optimization and solution proposals. In order to reduce cost, time, and principally seek improvements in quality and productivity, were used engineering softwares established and widely diffused in the market. The analysis was carried out during the implementation of a project for the Oil and Gas industry. This paper describes the application of the method of division areas and use of the 3D model to identify priority tasks for building and assembly teams.

Key-words: Design Automation, 3D Model, division areas.

1. Introdução

O surgimento da automação de projetos no Brasil pode ser definido quando os primeiros sistemas CAD (*Computer-Aided-Design*) foram introduzidos no início da década de 1980. Os projetistas e engenheiros utilizavam, primeiramente, estes sistemas em mainframes com estações gráficas. Os documentos técnicos bidimensionais eram gerados nos equipamentos em um ambiente tradicional de prancheta. A produtividade na geração de documentos técnicos aumentou consideravelmente, mas de forma isolada. Isso porque após a finalização dos documentos no sistema CAD, eles eram impressos em papel e distribuídos ao público alvo.

Em meados da década de 1980, começaram a chegar as tecnologias CAE (*Computer-Aided-Engineering*), ganhando espaço nos projetos de engenharia, tanto os *softwares* em 2D como também em 3D. Essas novas tecnologias começaram a ganhar importância não apenas pela possibilidade de representar formas geométricas com grande praticidade, mas também por possibilitar o relacionamento de simbologias técnicas de tubulações, instrumentos,

equipamentos e estruturas metálicas e de concreto, utilizando bases de dados com diversas informações e especificações técnicas armazenadas. Também com a democratização de redes locais de computadores em empresas de engenharia, foram criadas novas estruturas onde os projetos poderiam ser elaborados de forma colaborativa e simultaneamente de muitos profissionais. Assim, evitando o tráfego de documentos em papel, aumentou significativamente a integração entre as disciplinas técnicas, possibilitando estudos virtuais de interferências físicas e lógicas, arranjos físicos e uma maior consistência dos dados de engenharia.

São aqui descritas boas práticas utilizando soluções integradas de automação de projetos e a sistemática que será apresentada destina-se à integração de informações de projetos de engenharia a partir dos modelos 3D, designação usualmente utilizada para a maquete eletrônica projetada em ferramentas CAD 3D. Esta metodologia surgiu na indústria petroquímica através da necessidade de centralizar todas as informações pertinentes a cada etapa de projetos de refinarias e plataformas em um único ambiente. Seguindo este conceito, a atuação deve ser efetiva na: gestão da informação, na automatização de processos internos e externos e em auditorias de qualidade em projetos. Também é possível executar simulações para: planejamento, lógica de programação de serviços, controle da produção e para estudos de segurança industrial nas fases de construção civil, montagem eletromecânica e comissionamento, concatenando todas as informações possíveis e relevantes à implementação de empreendimentos de engenharia.

Na área de refino, com a aplicação desta metodologia, foi possível reduzir prazos em tarefas da fase de construção e montagem de uma unidade de hidrotreatamento de nafta craqueada. A unidade foi construída com o objetivo de adequar o percentual de enxofre da gasolina aos padrões internacionais, após exigências do CONAMA. Nesta aplicação, as simulações com o modelo 3D predecessoras aos trabalhos de campo e o controle da construção e montagem, propiciaram benefícios que subsidiaram o planejamento da execução das atividades. O benefício advém da concentração de informações do projeto de detalhamento, executado no modelo 3D com exceções de algumas disciplinas por aspectos culturais. Além dessas informações, o planejamento e controle relacionados ao projeto em 3D, permitiram análises de: custo e prazo, alterações ou mudanças no projeto, especificações técnicas, interferências físicas e análises para a priorização de grandes equipamentos da obra.

A proposta para esse tema vem de um conceito formado e aplicado na indústria petroquímica, onde a problematização é solucionada com o gerenciamento integrado de informações. Através de pesquisas de necessidades, mapeamento de processos, desenvolvimentos de tecnologias e aplicação de lotes piloto com ferramentas de automação de projetos, coletando falhas até a homologação do produto. A busca por melhorias, através deste trabalho, advém de referenciais teóricos, que colaboraram no aperfeiçoamento deste conceito, gerando novas ideias para desenvolvimentos de soluções. Ainda, perseguiu-se também a melhoria contínua de produtos desenvolvidos, os quais puderam contribuir para o planejamento e controle, elaborado e disseminado no modelo 3D, simulando a produção previamente à execução de fato, evitando acidentes, falhas de programações de serviços, descontinuidade na cadeia de suprimentos e em especificações de projeto.

Um aspecto muito importante que será abordado se refere ao papel das ferramentas de automação de projetos neste cenário, também como utilizá-las em cada fase de um empreendimento, para que ocorram reduções em custo e prazo. Desta forma, comprovar ganhos através de aplicações práticas. Para tanto, existe uma premissa que são às boas práticas de utilização. Um ponto de atenção nesse processo é a dificuldade de implementação de novas metodologias de trabalho ou inovações, devido à resistência na utilização das

soluções computacionais atreladas a workflows. É uma realidade no cenário atual e, desta maneira, propor um plano de ação que facilite a utilização das ferramentas de automação de projetos é um caminho para mitigar esse problema.

3. Metodologia

A metodologia utilizada foi de um estudo de caso da aplicação de ferramentas de automação em projetos, numa empresa do segmento de petróleo e gás em que, baseado nos dados investigados, foram desenvolvidos os estudos que vieram possibilitar a conclusão sobre o tema central dessa pesquisa, que é o método de divisão por áreas e a utilização do modelo 3D para a identificação de tarefas prioritárias para as equipes de construção e montagem.

2. Cenário de Estudo

O aproveitamento dos benefícios propostos com a utilização de modelos 3D na indústria petroquímica é pouco difundido na elaboração de projetos de engenharia e execuções de simulações, planejamento e controle. O cenário atual esperado é o de que durante a fase de projeto executivo, os documentos de engenharia impeditivos para a construção sejam extraídos a partir da ferramenta CAE. Ao contrário do previsto, estes documentos são emitidos com a maior brevidade possível para que ocorra o adiantamento da construção e montagem e, conseqüentemente, maximizar o fluxo de caixa mensal das empresas executantes dos empreendimentos.

Nas ferramentas CAD 3D, a atualização do modelo 3D, a partir de um determinado momento, não é mais realizada para todas as disciplinas, com exceção da tubulação, durante a fase de projeto executivo. Esta atividade acaba ficando para uma etapa em um empreendimento, próxima ao término da construção e montagem e início da adequação entre o projeto com o que foi construído, chamada etapa de *AS BUILT*. Essas decisões impactam em um número alto de retrabalhos e, principalmente, na falta de confiabilidade do modelo 3D para análises, simulações e extração de informações diversas, pois o mesmo geralmente neste cenário encontra-se desatualizado e não consistente em relação à emissão de documentos em 2D.

Em virtude deste cenário, a disciplina de tubulação industrial é a mais evoluída na utilização da ferramenta. Expostos às facilidades destas ferramentas de automação de projetos, os profissionais de fiscalização da área de tubulação começaram a exigir em contratos a extração de desenhos isométricos a partir do modelo 3D. A metodologia da solução integrada de automação de projetos foi focalizada nesta disciplina através da quebra automatizada de spools de tubulação, fazendo uma automação entre o projeto executivo e fases subsequentes (Construção Civil, Montagem Eletromecânica e Comissionamento). Desta maneira, é possível se aplicar em alguns empreendimentos na área de refino e abastecimento, comprovando na prática seus benefícios na diminuição de retrabalhos e reduções de prazos e custos.

3. Problemas Identificados

A motivação para a aplicação do conceito do modelo 3D refere-se:

- A falta de informações integradas e com confiabilidade elevada para que ocorram análises e simulações predecessoras as atividades de execução;
- Alto índice de retrabalhos em projetos;
- Baixa na produtividade por má execução de planejamentos;
- Falta de informações e ambiente propício para elaboração de planejamento da construção e montagem.

4. Objetivos deste Trabalho

- Relatar com base nas normas do *Project Management Institute* (PMI) onde a metodologia se encaixa em gerenciamento de projetos e que ganhos podem ser auferidos ao aplicar a técnica de 3D;
- Comentar as dificuldades encontradas na aplicação de uma solução baseada na implementação destas inovações tecnológicas considerando o atual estágio do mercado de trabalho;
- Relatar casos de utilização na indústria petroquímica e os ganhos já obtidos.

5. Desenvolvimento Teórico

Nesta seção, são apresentadas metodologias e teorias que sugerem linhas de ação para resolver problemas de natureza semelhante em implementação de empreendimentos industriais, mais especificamente em construções e montagens industriais de unidades na área de refino de petróleo.

5.1 Sistema Toyota de Produção

Hoje, as organizações estão inseridas em um contexto de racionalização e aprimoramento de recursos internos. Desta maneira, os princípios do Sistema Toyota de Produção (STP) surgem como uma alternativa para aumentar o potencial competitivo e a busca pela excelência operacional. Quando esses princípios são aplicados, sempre visam atender as exigências do mercado, respondendo rapidamente a variações de demandas, por ciclos de produção e entrega mais curta e uma maior variedade de produtos.

A eliminação dos custos é o objetivo principal do STP, através da eliminação das perdas, ou seja, acabar com todas as condições que poderiam gerar custos e não agregariam valor ao produto. O STP propõe também um modelo produtivo baseado em outros princípios que podem contribuir para melhorar o desempenho das empresas (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001): melhoria contínua; zero defeitos; produção e entrega Just-In-Time (JIT); produção puxada; times multifuncionais e descentralização de responsabilidades.

A busca pelo aumento da eficiência da produção é um dos objetivos do STP eliminando de forma completa e consistente os desperdícios, ou seja, produzindo mais com menos horas de trabalho, em um menor espaço físico, com menor inventário, menor quantidade de produtos defeituosos e maior variedade de produtos (OHNO, 1997; SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001).

Para os recursos internos de um processo produtivo, o *layout* ou o arranjo físico possuem um papel fundamental no processo de flexibilização da manufatura das empresas. A forma como os recursos estão agrupados na área de manufatura, garantindo que o fluxo das operações esteja bem definido, definem como o *layout* exerce a sua tarefa, diminuindo a movimentação dos produtos no processo produtivo e racionalizando os tempos de passagem dos lotes de peças entre os postos de trabalho (SLACK *et al*, 2002).

5.2 Método Milk Run

A metodologia Milk Run é uma teoria que visa diminuir o fluxo de transporte, uma necessidade crescente em todos os setores da economia, podendo ser adaptado, conforme a necessidade. Em sua essência, consiste em coletar os produtos de um único fornecedor e entregar para diversos varejistas ou coletar de diversos fornecedores e entregar para apenas um varejista (CHOPRA & MEINDL, 2008). Este método pode facilmente ser aplicado ao processo interno de uma empresa, como no estudo deste artigo, na implementação de um empreendimento em uma refinaria de petróleo.

A designação Milk Run, “corrida do leite”, surgiu a partir da prática de um transportador de leite que passava em várias fazendas, coletava o leite e fazia as entregas para as empresas de laticínio, sem cruzar caminho na rota (ALVARENGA, 2010). Segundo Chopra e Meindl (2008, p. 274), “o projeto de uma rede de transporte afeta o desempenho de uma cadeia de suprimento por estabelecer uma infraestrutura dentro da qual as decisões operacionais de transporte acerca de cronogramas e rotas são tomadas”.

No sistema convencional, os fornecedores entregam as peças diretamente na própria montadora. Os custos do transporte dos produtos são embutidos no preço do produto, conforme demonstrado abaixo na figura 1 (MOURA & BOTTER, 2002).

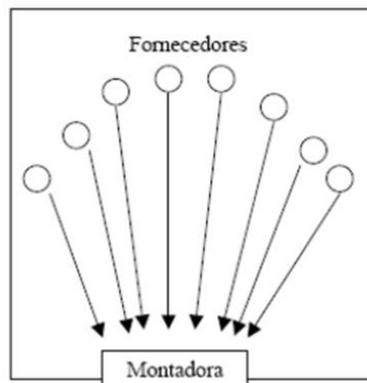


Figura 1 – Esquema de Roteirização no Sistema Tradicional de Produção (MOURA & BOTTER, 2002)

Já no Sistema Milk Run (figura 2), a coleta de peças ou componentes é responsabilidade da montadora diretamente nos fornecedores. Desta maneira, a montadora absorverá os custos com o transporte. Neste sistema, no qual a coleta é programada, a capacidade de carga nos veículos utilizados para o transporte deve ser máxima e a rota deve ser estudada visando a otimização, assim minimizando os custos de transporte da operação (MOURA & BOTTER, 2002).

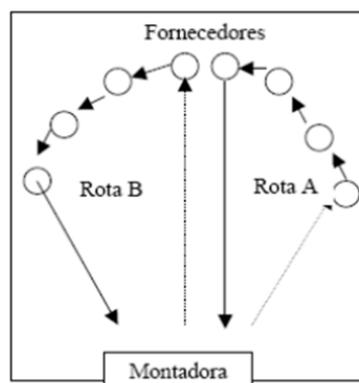


Figura 2 – Esquema de Roteirização no Sistema de Produção Enxuta (MOURA & BOTTER, 2002)

Resumindo, os principais objetivos do Milk Run são: coleta programada, controle dos materiais em trânsito, otimização da rota e dos veículos utilizados para transporte com a maximização de suas capacidades, redução dos custos de estoques, redução dos custos logísticos e agilidade na carga e descarga (NUÑEZ, 2010).

6. Ferramentas de Automação de Projetos no Ciclo de Vida de um Empreendimento

A seguir, são executadas com riqueza de detalhes, as fases de um empreendimento em que foram desenvolvidas ferramentas e funcionalidades para beneficiar os usuários destes recursos de automação de projetos. Essas fases são definidas baseadas na Metodologia FEL, detalhada a seguir, no ciclo de vida de um empreendimento, desde a geração da ideia a até o seu encerramento.

O objetivo da metodologia FEL (*Front End Loading*), baseada pelos conceitos do *Project Management Institute* (PMI), é garantir que os investimentos sejam conduzidos de uma maneira correta e somente os investimentos economicamente viáveis serão efetivamente implementados. A metodologia serve para detalhar as fases de um empreendimento definindo o seu escopo, conforme as necessidades e os objetivos, antes mesmo de sua execução. Assim, os riscos serão minimizados e conseqüentemente as chances de sucesso serão amplificadas, sendo possível maximizar a confiança dos investidores. O ciclo de vida de um empreendimento, representado na figura 3, é dividido em cinco fases: FEL 1, FEL 2, FEL 3, FEL 4 e FEL 5; com portões de passagem que representam o momento de transição entre estas fases: Portão 1, Portão 2 e Portão 3. Ao passar por um portão para a próxima fase, significa que o projeto foi aprovado na fase anterior (MOTTA *et al*, 2011).

A fase FEL 1 identifica a oportunidade de negócio, sendo executada uma estimativa inicial de custo, a viabilidade técnico-econômica e ambiental, a previsão de demanda de mercado, entre outras avaliações. A fase FEL 2 visa maximizar o valor para o empreendimento e para a companhia, desenvolvendo alternativas identificadas em FEL 1. O projeto conceitual é realizado neste momento, analisando o processo produtivo, estudos de dados econômicos iniciais e estudos de *trade-off*. Na fase FEL 3, o projeto básico vai ser executado, o planejamento para a execução (construção) do empreendimento começa a ser elaborado. Nas fases FEL 4 e FEL 5, o empreendimento começa efetivamente a ser implementado. O projeto executivo (detalhamento) começa a ser elaborado, também o processo de aquisição de materiais e equipamentos (cadeia de suprimentos), a construção civil e montagem eletromecânica e o comissionamento; encerrando o empreendimento com a conclusão destas fases (MOTTA *et al*, 2011).



Figura 3 – Ciclo de Vida de um Empreendimento pela Metodologia FEL (GUIMARÃES, 2012)

6.1 Projeto Básico

A primeira etapa de um empreendimento a obter o benefício da metodologia da Solução Integrada de Automação de Projetos é o projeto básico. A ideia é propiciar nesta fase facilidades nas definições de layouts, definições dos principais equipamentos, visualizações de simuladores de processo e construção de fluxogramas de engenharia, unifilares e folhas de dados. Posteriormente, essas informações, além de facilitarem a viabilidade técnica, auxiliarão o estudo da viabilidade econômica do projeto com geração de informações automaticamente para a estimativa de custos e análises de riscos do projeto.

6.2 Projeto Executivo

A segunda fase onde os conceitos são aplicados é a de projeto executivo, sendo baseada nas definições explicadas na primeira etapa, onde devemos transferir informações sem intervenções humanas através das automações nas ferramentas: CAE, CAD 3D e o visualizador 3D. Esses sistemas fornecem facilidades ao planejamento físico e financeiro, além de auxiliar na elaboração de documentos técnicos do projeto executivo. E com uso de customizações acopladas às ferramentas utilizadas, todas as informações podem ser concentradas no *software* do modelo 3D. Na medida em que os elementos projetados são liberados para fabricação e construção, as ferramentas de automação de projetos subsidiam automaticamente com informações específicas os profissionais de suprimento de materiais e equipamentos. Esses dados de engenharia, por exemplo, para tubulação: peso, comprimento e diâmetro de tubos e conexões, antecipam o início de autorizações de fornecimento, ou seja, os processos de compras para o empreendimento.

Nesta etapa ainda, através das informações de projeto detalhado no ambiente em 3D, são feitas simulações e relatórios (customizações) de modo a auditar a execução do projeto. Por exemplo: as interferências físicas, interfaces lógicas, continuidade dos dados de processo, qualidade de modelagem 3D, avaliação de completação de quantidade dos itens e atributos contidos no modelo 3D (Projeto), de modo que possíveis falhas sejam identificadas previamente à construção e montagem.

Especificamente, um dos grandes benefícios atribuídos a esta metodologia e a execução automatizada de quebra de linhas de tubulação em spools (Dividindo em “pedaços” uma linha de tubulação) de modo que, após essa atividade, possa ocorrer a liberação da documentação técnica para a fabricação e posteriormente montagem no campo destes spools. Considerando aspectos construtivos, é um produto de interface entre projeto executivo, suprimentos e construção e montagem. Uma grande conquista neste momento de um empreendimento é a transferência automática de informações para o sistema de controle de fabricação e montagem de tubulação, utilizando o modelo 3D e sistemas de matérias disponíveis no mercado, obtendo reduções em prazo e em custos indiretos e diretos.

O cadastramento automático em sistemas, assim como análises de segurança e ergonomia para os operadores de unidades industriais e outras análises são muito relevantes nesta etapa do processo, em virtude de não impactar em custo, prevenindo retrabalhos na etapa de construção e montagem, comissionamento e pré-operação. Estudos referentes à norma ISO 15926, diretriz que promove a interoperabilidade entre sistemas de engenharia, comprovam que perdas na indústria, apenas em cadastramentos manuais nesses softwares na implementação de empreendimentos, giram por ano em torno de 15,8 bilhões de dólares nos Estados Unidos da América. Identificando, através de análises críticas e planos de ações preventivas, através de simulações nos sistemas de automação e principalmente no modelo 3D, auxiliam tomadas de decisões previamente à execução, reduzindo impactos negativos em prazo, custo e qualidade.

6.3 Cadeia de Suprimentos

Paralelamente às fases de um empreendimento, existem as atividades de suprimento e pré-fabricação de materiais que serão aplicados na construção e montagem. A metodologia proposta neste trabalho tem por objetivo extrair informações do sistema CAD 3D para o cadastramento automatizado nos sistemas de controle de materiais de tubulação. Entretanto, embora não existam casos conhecidos de uso do controle automatizado de materiais para demais disciplinas, hoje a ferramenta 3D e customizações permitem extração de relatórios das demais disciplinas. Para isso, basta obter o atendimento das premissas que se trata da execução e cadastramentos de informações no modelo 3D de forma padronizada. Na disciplina de tubulação, a sistemática controla desde a colocação do pedido do material até recebimento, localização no estoque e data de liberação para a execução ou montagem da tubulação (Spool de construção de montagem), a partir da integração de informações de um sistema de controle de materiais.

A grande exigência em diminuição de custos e prazos, na área da construção e montagem industrial é uma realidade. Este fato propicia, muitas vezes, investimentos em simulações, previamente a execução ou produção para minimizar perdas de diversos tipos no momento da execução, tais como; parada de produção, acidentes, falta de materiais entre outros. Após estudos da quantidade de falhas na execução de obras na área de petróleo e gás, existe um problema frequente. Dentro de uma análise de Pareto este problema aparece na maioria de ocorrências, trata-se da parada de produção por falta de material. Esse desvio ocorre principalmente pela carência de informações de projeto, como também sua variabilidade de definições. Regras de designação dos materiais devem ser adotadas, conforme necessidade de áreas de construtibilidade (Zoneamento estratégico) em uma obra, sendo visualizadas no modelo 3D, para a priorização e elaboração da programação de serviços de campo. A não integração com as disciplinas interdependentes torna essa falha, ainda mais sistemática.

A parada pela falta de material para produção pode ser corrigida com utilização de inovações apresentadas neste artigo para reduções do *lead time*, entre a fabricação e compra de equipamentos e materiais com o seu recebimento. As necessidades de melhorias nesse processo são referenciadas pelo Sistema Toyota de Produção, tais como, a diminuição de perdas internas, tornando acessível a maximização dos lucros. Esse processo pode ser viabilizado através da integração do projeto com o planejamento, fabricação e gestão do estoque, dividindo-os em áreas e, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade de materiais para atendimento da programação mensal, sendo esse fato a motivação para realização deste artigo. Em seguida, será demonstrada a metodologia de trabalho para redução de perdas nesta etapa do processo (Cadeia de suprimentos) onde foi identificado um problema em experiências passadas, sistemático na implementação de empreendimentos na indústria de petróleo e gás. A designação e controle de materiais para produção será abordado com duas frentes de referenciais teóricos para resolução do problema, sendo demonstradas a seguir por grau de relevância e em ordem cronológica: o Sistema Toyota de Produção e o Método Milk run.

7. Aplicação Prática na Construção e Montagem de uma Unidade de Hidrotratamento de Nafta Craqueada na Indústria de Petróleo e Gás

Na fase de execução em um projeto de hidrodessulfurização de nafta craqueada, unidade com o propósito diminuir os níveis de enxofre na gasolina, utilizando hidrogênio como matéria prima. Para a adequação do percentual de enxofre aos padrões mundiais em torno de 10 PPM, onde a exigência pelo cumprimento de prazos desafiadores era enorme, a busca por soluções que minimizassem tempos de ciclo, retrabalhos e paradas de produção foi constante, mas não poderiam ocasionar em um aumento de custos ao projeto.

A utilização de estratégias de divisões de áreas de construtibilidade direcionando, controlando e priorizando a fabricação de materiais, equipamentos, estruturas metálicas e tubulações para atendimento da programação de serviços através da utilização do modelo 3D. Esta prática foi adotada para priorização das fases de engenharia e suprimento de acordo com as necessidades da obra. O modelo 3D nesta metodologia foi escolhido como sistema integrador pelo motivo de englobar todas as disciplinas de projeto contemplando todos os itens físicos em um ambiente único. Uma das dificuldades foi a falta de padronização, tornando mais árdua a integração entre os sistemas de projeto e suprimento com o planejamento e avanço da obra. Após as iterações entre os sistemas serem estabelecidas com sucesso, foi estabelecido um cenário ideal para a realização de simulações de planejamento, produção e de falhas previamente à construção.

O Sistema Toyota de Produção foi utilizado como ferramenta colaborativa para o ganho de produtividade, onde foram utilizados os conceitos de: produção empurrada para identificar itens prioritários para a programação de serviços. Também a produção puxada para itens com o projeto consolidado ou itens já fabricados para a programação de serviços, ou seja, aptos para serem construídos ou montados. Fazendo uma mescla e visando o fornecimento de insumos para a produção, o objetivo era atender sua capacidade e não permitir a parada de produção por falta de material. Visando a superprodução, outro desafio era evitar o desperdício com matérias primas e produtos acabados, acumulados sem aplicação na montagem para não gerar altos estoques e necessidade de preservação. A antecipação de itens definidos pelo detalhamento do cronograma geral da obra, a descentralização de responsabilidade, através da divisão de subáreas de construtibilidade e delegação de supervisores responsáveis por cada subárea ou célula, favoreceram o aumento da produtividade na montagem. Outro trabalho que impactou positivamente na produtividade também foi a elaboração de um layout que favorece a designação de materiais e acessos de guindastes, evitando estoques intermediários.

A metodologia Milk Run foi aplicada na construção civil e montagem eletromecânica do empreendimento com a definição de equipes exclusivas para acompanhamento dos insumos por subáreas de armazenagem junto aos containers de campo. O objetivo da equipe dedicada era coletar materiais de diversos fornecedores destinados ao mesmo estoque “in loco” de sua respectiva subárea (C1, C2, C3 e C4), conforme demonstrado na figura 4. Desta forma, todos os materiais necessários para atender a programação de serviços das áreas são priorizados. Cabe lembrar que para cada subárea existe um planejamento e prioridade de conclusão. Os supervisores dessas subáreas prioritárias eram os que mais ativamente faziam a “rota do leite”, visando o suprimento de materiais, equipamentos e tubulações para aplicação e os demais supervisores de acordo com estudos do planejamento, alocavam seus recursos para as subáreas prioritárias para nivelamento de recursos.

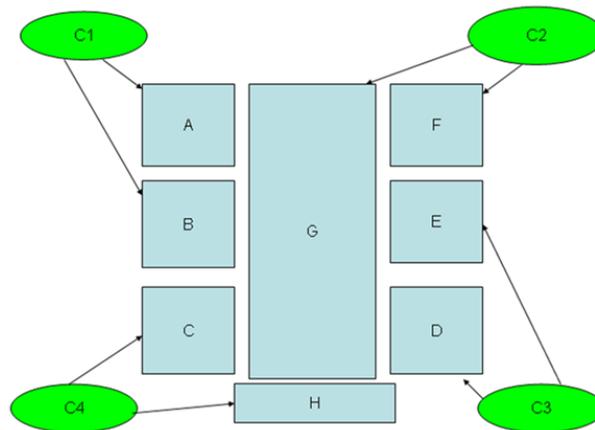


Figura 4 – Metodologia de Planejamento de Suprimento de Materiais por Zoneamento

Para cada subárea, obrigatoriamente terá um ou mais caminhões como recurso alocado e dedicado para buscas nos fornecedores e um profissional para acompanhamento de diligenciamento de equipamentos em fábrica. Na fabricação e no estoque, os caminhos devem fazer rotinas de busca e transporte de materiais onde for necessário. Caso haja alguma falta de material, haverá um plano de contingência com a disponibilização de materiais de um estoque “in loco” para outro estoque “in loco” sendo registradas e controladas com códigos de barra. Essas alterações serão registradas em um banco de dados, que irá sinalizar a obrigatoriedade de compra ou busca do material fornecido para devolver à equipe que disponibilizou o suprimento cedido para reposição. Se ainda assim houver ocorrência de falta, o mesmo deverá buscar a compra de maneira emergencial.

A seguir, um exemplo prático será citado como aplicação deste método de divisão por áreas, utilizando o modelo 3D para identificação de tarefas prioritárias. Na imagem abaixo (figura 5), extraída do software de visualização do modelo 3D, uma importante linha de tubulação foi analisada pela equipe de planejamento e pela supervisão de montagem. Esta linha de tubulação precisava ser priorizada, porque era importantíssima para o teste do principal compressor, sendo um ponto de gargalo para a partida da unidade, com previsão para Março de 2012. Na época em que a figura 5 foi gerada, em Junho de 2011, todas as linhas de tubulação na cor vermelha não haviam sido montadas, apenas a linha principal com coloração diferente.

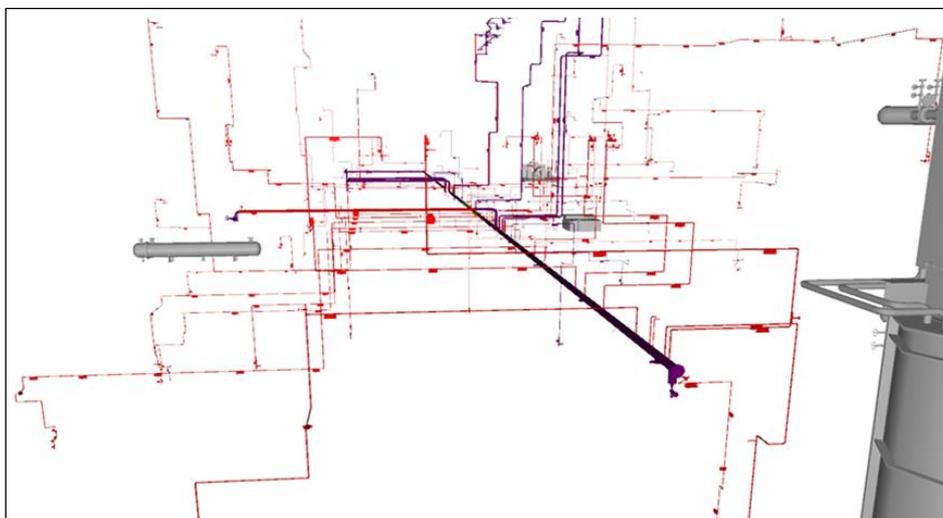


Figura 5 – Utilização do Modelo 3D para Identificação de Áreas Prioritárias

A partir desse momento, ficou definido que a fabricação dos spools em vermelho, exibidos na figura 5 seria realizada à noite, por uma equipe dedicada e durante o dia, a equipe da subárea responsável pela montagem aplicaria no campo o material. Após cinco meses de trabalho, toda a linha de tubulação estava montada, conforme demonstrado em amarelo na figura 6, sendo possível testar o compressor para a partida da unidade.

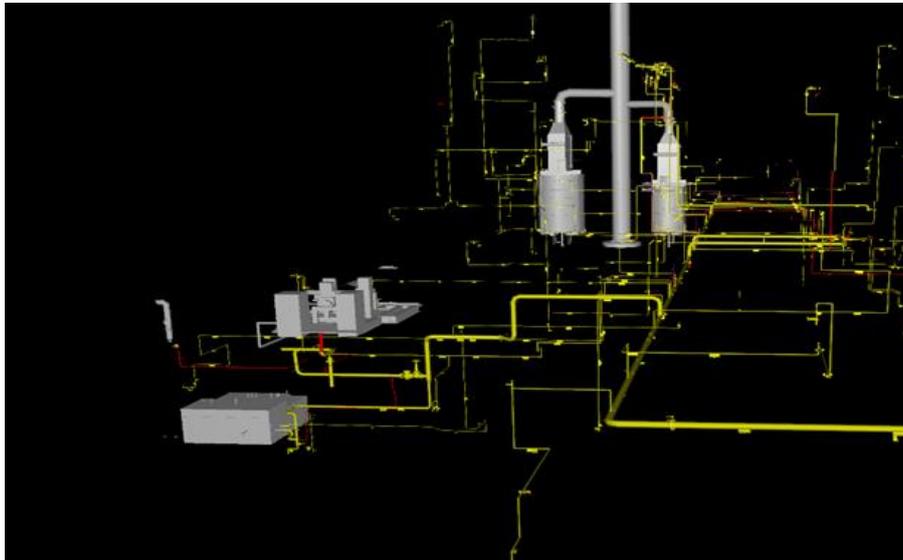


Figura 6 – Área Prioritária com a identificação das atividades finalizadas

8. Conclusões

As ferramentas de automação de projetos vinculadas aos conceitos do sistema Toyota de Produção e o método Milk Run conseguiram se adequar dentro de uma metodologia aplicada na construção e montagem de uma unidade de processo industrial. A cadeia de suprimentos é um gargalo de muitas obras, muitas vezes, por falta de material, outras por excesso de estoque e itens fabricados, em revisões obsoletas de projeto e por falta de integração das informações de projeto executivo.

As rotas dos fornecedores podem ser acompanhadas tanto por áreas físicas quanto por sistemas operacionais para testes de grandes equipamentos. A premissa é que se tenha descentralização de responsabilidades para motivar e priorizar partes mais prioritárias do projeto, trabalhando com células e equipes multifuncionais.

Com a apresentação deste artigo, procuramos demonstrar a importância do gerenciamento visual da cadeia de suprimentos para atendimento das prioridades da obra. Utilizando as ferramentas de automação de projetos, essa identificação pode ser realizada na fase de engenharia de detalhamento, subsidiando as equipes de planejamento para a programação de serviços, pensando na otimização de custos e prazos. Porém, no caso demonstrado nas figuras 5 e 6, a identificação para a montagem com uma solução reativa da priorização de fabricação, os itens foram programados em virtude do alto peso na estrutura analítica de projeto. Desta forma, a montagem das linhas de tubulação em roxo (Ensaio não destrutivo concluído) foi priorizada para antecipar o fluxo de caixa do projeto, além da preocupação com a sequência construtiva, de testes dos principais equipamentos e, conseqüentemente com a partida da unidade. Com as metodologias de planejamento e controle, utilizando as divisões de áreas e

principalmente com o apoio do modelo 3D, para integrar o projeto executivo com a cadeia de suprimentos, fazendo simulações da produção foi possível identificar visualmente por cores os avanços e gargalos que deveriam ser priorizados.

O plano de ação de fabricação noturna e montagem durante o dia, só foi efetivo por conta de haver um levantamento de necessidades para fabricar, conforme foi demonstrado na figura 5, onde às linhas de tubulação estão marcadas em vermelho. Concomitantemente a isso, também foi efetivo o processo de transporte e armazenagem, pois existiam estoques dedicados “in loco”, próximos ou ao lado da área de produção, sem desperdícios de tempo, como foi demonstrado na figura 4, nas subáreas C1, C2, C3 e C4. Cada subárea tinha seu supervisor, responsável pela preservação e aplicação na montagem. A sistemática do layout celular tornou-se motivacional no sentido de obter equipes multifuncionais e voltadas para o sucesso da célula ou subárea, de acordo com as prioridades definidas pelo planejamento do empreendimento.

9. Referências

- ALVARENGA, R. L.** *Universo da Lógica: Milk Run*. 2010. Disponível em <<http://www.universodalogistica.blogspot.com/2010/02/milk-run.html>>. Acesso em: 8 de Setembro de 2013.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P.** *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação*. São Paulo: Pearson - Prentice Hall, 2008.
- A EVOLUÇÃO da Automação de Projetos no Brasil*. 2012. Disponível em <<http://www.ryoconsulting.com/2012/05/evolucao-da-automacao-de-projetos.html#!/2012/05/evolucao-da-automacao-de-projetos.html>>. Acesso em: 1 de Setembro de 2013.
- GUIMARÃES, A.** *Metodologia de Comissionamento*. Rio de Janeiro: Petrobras, 2012.
- MOTTA, O. M.; QUELHAS, O. L. G.; FILHO, J. R. F.** *Alinhando os Objetivos Técnicos do Projeto às Estratégias de Negócio: Contribuição da Metodologia FEL no Pré-planejamento de Grandes Empreendimentos*. Revista Industrial. Ponta Grossa, Vol. 7, n. 4, p. 99-117, 2011.
- MOURA, D. A.; BOTTER, R. C.** *Caracterização do Sistema de Coleta Programada de Peças, Milk Run*. São Paulo, Vol. 1, n. 1, 2002.
- OHNO, T.** *Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- NEME, K. M.** *Utilizando a Metodologia Milk Run para Melhoria de Fluxos de Peças e Transporte Interno*. Ribeirão Preto. UNISEB, 2011.
- NUÑEZ, B. C.** *Milk Run*. Grupo de Estudos Logísticos da UFSC, 2010.
- PEREIRA, C. A.** *Interoperabilidade de Informações de Engenharia Via ISSO 15926*. Rio de Janeiro: Petrobras, 2013.
- SÁNCHEZ, A. M.; PÉREZ, M. P.** *Lean Indicators and Manufacturing Strategies*. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 21, n. 11, p. 1433-1451, 2001.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.** *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.