



22º CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE - SOBENA 2008

Desenvolvimento e Integração de Sistemas de Gestão de Operações e Projeto do Navio

Floriano C. M. Pires Jr.¹, Richard D. Schachter², Luiz Felipe Assis²

¹ Programa de Engenharia Oceânica - COPPE / UFRJ

² Departamento de Engenharia Naval e Oceânica – POLI / UFRJ

Resumo

O presente trabalho apresenta uma análise de demandas para a indústria brasileira de construção naval, a partir da perspectiva do Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ.

É feita uma discussão sobre as principais tendências internacionais nas áreas de gerenciamento de projetos, gestão de operações e projeto do produto, bem como perspectivas para indústria brasileira de construção naval.

O trabalho também discute alguns resultados nas áreas de gerenciamento de projetos, projeto do navio orientado à construção, simulação de processos de construção naval e manufatura digital.

1. Introdução

No atual cenário de recuperação da indústria brasileira de construção naval, observam-se esforço e investimento significativos, tanto das empresas quanto das instituições de ensino e pesquisa de engenharia naval, no sentido de superar o déficit tecnológico que se criou no período de quase duas décadas em que não se construíram navios de grande porte no país.

Um dos aspectos críticos que estão sendo identificados em relação à defasagem tecnológica da indústria de construção naval nacionais no que se refere às melhores práticas do setor corresponde ao emprego e desenvolvimento de sistemas de informação para gestão de operações e projeto de produtos, e, em particular, a integração entre

eles. Uma área particularmente relevante no Brasil é a de controle e acompanhamento de projetos, em função dos modelos de financiamento praticados no país e do nível elevado de risco de construção.

O trabalho discute as principais tendências internacionais nas áreas de gerenciamento de projetos, gestão de operações e projeto do produto. As perspectivas para o Brasil são analisadas.

O presente trabalho também apresenta uma análise de demandas para a indústria nacional, a partir da perspectiva do Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ. Discute-se a estratégia adotada, a partir da implantação do Laboratório de Simulação de Processos de Construção Naval (LABSEN) e do Laboratório de Gerenciamento de Projetos (LGP), que empregam, principalmente, os sistemas DELMIA-DPE, DELMIA-DPM, QUEST, FORAN e PRIMAVERA. O trabalho analisa os aspectos relacionados com ensino, particularmente de graduação de engenheiros navais, pesquisa tecnológica e relacionamento com a indústria.

Finalmente, são discutidos alguns resultados nas áreas de gerenciamento de projetos, projeto do navio orientado à construção, simulação de processos de construção naval e manufatura digital.

2. Estado da Arte Indústria de Construção Naval

O atual estado da arte da tecnologia de construção naval foi definido a partir do final da década de 90. Tem como características principais o desenvolvimento da automação e robótica em todas as áreas

onde podem ser efetivamente empregadas, e pela integração dos sistemas operacionais, por exemplo, com o uso efetivo de CAD/CAM/CIM. Caracteriza-se pela filosofia de produção modular no projeto e na produção, atingindo-se alto nível de padronização de componentes intermediários, mesmo para navios diferentes.

Os estaleiros mais avançados tecnologicamente dispõem de estações de trabalho e linhas de processamento especializadas em tipos específicos de blocos ou módulos, com alto grau de automatização e robotização. Também se caracterizam pela alta eficiência em controle computadorizado de material e pela garantia de qualidade plenamente efetiva. Em relação aos processos de construção, têm sido introduzidos novos métodos de corte, solda, conformação e pintura, e fortemente desenvolvidos os padrões de precisão e controle dimensional.

A gestão integrada da informação e a integração projeto-produção, em que o projeto do navio é desenvolvido buscando maior eficiência no processo produtivo (*design for production*), são conceitos que vêm sendo desenvolvidos e aplicados por centros de pesquisa e estaleiros dos principais construtores navais a nível mundial. Funções de produção, como o corte de chapas com controle numérico, ou a utilização de processos automatizados em linhas de produção dedicadas, e também funções de planejamento e controle só atingem o estado da arte se estiverem disponíveis sistemas de informações do produto, de processos e de recursos plenamente integrados (Bruce, Hills e Storch (1998)).

Com a sofisticação dos sistemas atualmente utilizados para projeto, planejamento, programação e controle da produção na construção naval, e a tendência de padronização e modulação de produtos intermediários, a integração passa a ser uma questão fundamental na busca pela eficiência das operações em um estaleiro. O modelo do produto é a base para a integração dos sistemas de informações na construção naval. (Aoyama e Nomoto, (1997) e Whitfield et al (2003))

Atualmente, existem vários sistemas computacionais para a implementação do modelo do produto com integração plena das funções em um estaleiro, incluindo a integração das informações necessárias para o desenvolvimento das atividades de projeto, de engenharia da produção e de processos e da produção.

Entre as técnicas que representam avanços significativos nas funções de planejamento, programação e controle da produção na construção naval, destacam-se a simulação, a manufatura digital, a realidade virtual e a inteligência artificial. São técnicas muito utilizadas em outras indústrias, com alguns projetos de aplicação já em andamento em alguns estaleiros, como observado em Krause e Roland (2004), Lee et al. (1997), Okumoto (2002), Okumoto et al. (2005), Shin et alii. (2002), Sauter et alii. (2001).

Ferramentas de simulação, manufatura digital e visualização tridimensional de processos de produção têm sido utilizadas para projetar a organização da produção em estaleiros.

A simulação tem ganhado importância na medida em que permite a consideração da natureza complexa, dinâmica e estocástica dos processos de construção naval, no planejamento e programação das atividades. As operações do estaleiro são normalmente modeladas através de subsistemas, representados por modelos de simulação que são criados e modificados de forma independente. Essa abordagem permite a avaliação geral de cenários de produção e a identificação de medidas de desempenho globais (Lamb et al (2003), Shin et al (2004) e Steinhauer (2005)).

Modelos de manufatura digital com visualização tridimensional também estão sendo utilizados e são desenvolvidos para análises de interferências, da seqüência de atividades e de produtividade para o processo e o produto escolhidos. Dessa forma, é possível verificar se a estratégia de construção definida para tal processo e produto é factível dentro dos parâmetros estabelecidos. Com o detalhamento do produto e do processo, define-se a seqüência de montagem do produto através da lista de subprodutos. Assim, o processo de montagem é definido e sua validação através da manufatura digital é realizada.

Os sistemas de simulação e manufatura digital disponíveis permitem, ainda, a análise de processos robotizados e de ergonomia. Na análise de processos robotizados as possíveis interferências entre o dispositivo e os produtos e a viabilidade de processos automáticos em relação a processos manuais podem ser avaliados. Através de modelos de representação digital de trabalhadores, também é possível a comparação entre o processo automatizado e o processo manual.

Finalmente, deve-se observar, a nível internacional, o significativo esforço recente de pesquisa e desenvolvimento de métodos específicos de gerenciamento de projetos para a construção naval. É importante registrar que nos estaleiros mais avançados do mundo, as tecnologias de acompanhamento e controle da construção naval são normalmente usadas nos sistemas de gestão de operações, que são, em geral, desenvolvidos pelos próprios estaleiros, ou então, sistemas comerciais altamente customizados. Dessa maneira, destaca-se a implantação de mecanismos para acompanhamento de projetos pelo Departamento de Defesa do Governo dos Estados Unidos, inclusive aqueles de construção naval, empregando metodologia de *Earned Value Management* (EVM).

3. A Recuperação da Indústria de Construção Naval

A indústria brasileira de construção naval moderna foi implantada na década de 1960. Na década de 1970, os principais estaleiros foram ampliados e modernizados, e a produção cresceu significativamente. A partir de meados da década de 80, o setor entrou em um período de crise que, mais tarde, levou à paralisação quase total dos principais estaleiros.

Mais recentemente, no início da década de 2000, com a expansão da indústria do petróleo, iniciou-se um período de recuperação, baseado na produção de unidades *offshore* e embarcações de apoio marítimo.

O processo de implantação e desenvolvimento da indústria naval brasileira foi baseado em uma política governamental extremamente abrangente e afirmativa, que incluía diversos mecanismos, diretos e indiretos, de incentivo e proteção. Pode-se dizer que a principal característica do modelo era a integração entre os segmentos da construção naval e da marinha mercante.

Todavia, é importante observar que esse modelo não incorporou o desenvolvimento tecnológico e gerencial da indústria nacional. Não havia metas de produtividade e competitividade explícitas ou implícitas nos mecanismos de incentivo. Não houve investimento em capacitação tecnológica ou gerencial, compatível com o porte alcançado e com o potencial da indústria marítima brasileira.

A expansão dos estaleiros e da produção nacional foi sustentada pelos

grandes Planos de Construção Naval, que garantiram as encomendas necessárias para inserir o Brasil entre os principais produtores mundiais daquele período.¹

A ascensão e a decadência já foram objetos de muitos estudos e análises: Araújo (1985) Pires Jr. (1999), GEIPOT (1999), Levi, Estefen e Pires Jr. (2001), Lacerda (2003) entre outros.

Desta maneira, no momento em que a maioria dos principais estaleiros encontra-se novamente em atividade, e ocorre a retomada da construção de navios mercantes oceânicos, não se deve deixar de enfatizar a necessidade de desenvolvimento de uma base tecnológica e gerencial como um suporte do desenvolvimento industrial estável e permanente.

Embora os investimentos em tecnologia, no âmbito das políticas de construção naval e pelos próprios estaleiros, tenham sido praticamente inexistentes, o país como um todo consolidou uma base tecnológica capaz de dar o necessário suporte para um novo ciclo de desenvolvimento.

Existem em atividade universidades (as duas principais universidades brasileiras, UFRJ e USP, mantêm importantes centros de pesquisa e cursos de graduação e pós-graduação em engenharia naval), centros de pesquisa (IPT, CENPES, Marinha do Brasil), empresas de engenharia com capacitação em projetos, sedes regionais de sociedades classificadoras internacionais com quadros altamente capacitados, além de um nível de engenharia bastante avançado em outros setores importantes, como engenharia industrial, mecânica, metalúrgica, elétrica.

Assim, embora com uma defasagem importante para vencer, o país dispõe de uma base tecnológica que, se mobilizada, poderá responder ao desafio, em curto prazo.

Não há dúvida que a recuperação sustentável da indústria de construção de navios oceânicos vai exigir maciço investimento em infra-estrutura e capacitação tecnológica e gerencial, de modo a aproximar a indústria nacional, gradualmente, mas continuamente, dos padrões hoje praticados pelos principais produtores, dos quais o país se distanciou dramaticamente nos últimos 20 anos. Nesse processo, enfatiza-se a necessidade de modernização das plantas e

¹ Em 1980, o país chegou a ser o segundo maior produtor, com 1.150 mil tpb entregues, 5,6% da produção mundial.

introdução de novos conceitos de organização da produção, com emprego de sistemas computacionais integrados e padronização intensiva de componentes.

Os anos de estagnação da indústria brasileira foram anos de desenvolvimento acelerado dos principais competidores. É necessário recuperar a capacidade de produção perdida nos últimos anos, e viabilizar os investimentos necessários, na infra-estrutura e na capacitação tecnológica, para superar o desnível acumulado.

A conjuntura internacional, a infra-estrutura industrial brasileira, a base de recursos humanos e de tecnologia já desenvolvida, o custo baixo da mão-de-obra, a demanda da marinha mercante nacional e os mecanismos de financiamento e fomento disponíveis formam um cenário favorável para um movimento de recuperação e consolidação de uma indústria naval competitiva internacionalmente e auto-sustentável.

A meta de produzir navios mercantes em condições compatíveis com os padrões atuais da indústria naval mundial, seja empregando as plantas já existentes, seja com a implantação de estaleiros novos, exigirá que se considerem entre as questões críticas, os seguintes pontos:

- algumas das plantas existentes perderam recursos (áreas, instalações e equipamentos);
- a engenharia encontra-se bastante atrasada, principalmente nas áreas de engenharia de produção, industrial e de projeto voltado para a produção;
- a cadeia produtiva precisará ser recomposta;
- a superação do déficit tecnológico e gerencial exigirá que o desenvolvimento tecnológico e a formação de recursos humanos sejam assinalados com a mais alta prioridade estratégica;
- além do investimento público e privado na instalação e recuperação de infra-estrutura, e em programas de capacitação tecnológica e de recursos humanos, será necessário um conjunto dinâmico de alianças estratégicas e o comprometimento de todos os segmentos com metas de produtividade e de competitividade.

O desenvolvimento de uma indústria naval competitiva no Brasil é uma meta viável, mas representa um enorme desafio para as empresas, entidades governamentais e para a engenharia nacionais.

4. A Visão da COPPE/UFRJ

A implantação da moderna indústria de construção naval no país em fins da década de 1950 fez surgir uma demanda por profissionais com formação em engenharia naval. Nesse sentido, houve a implantação de dois cursos de formação de graduação em engenharia naval, primeiramente na Escola Politécnica da USP e, logo em seguida, na antiga Escola Nacional de Engenharia da antiga Universidade do Brasil, atual UFRJ. O enfoque era a formação de recursos humanos para atuar no setor recém implantado. De início, não havia preocupação com a pesquisa em engenharia.

No caso da UFRJ, acompanhando o esforço de desenvolvimento de núcleo de pesquisa e desenvolvimento em engenharia foi criado, em 1967, a pós-graduação em Engenharia Oceânica da COPPE.

Nessa época, apesar do grande desenvolvimento da produção de navios, com base nos programas de construção naval estabelecidos pelo governo, não houve, exceto pelo caso de alguns poucos projetos isolados, interação entre a Universidade e a Indústria.

Apesar do declínio da produção de navios, a engenharia naval e oceânica da UFRJ manteve seus centros de pesquisa e cursos de graduação e pós-graduação em engenharia naval. Nesse sentido, o desenvolvimento de pesquisas e projetos na área de exploração e pesquisa de petróleo no mar, com forte interação com o setor produtivo, ajudaram a consolidar uma base tecnológica na área naval.

Ainda que a construção naval tenha se mantido como parte integrante dos currículos do curso de graduação, não havia, efetivamente, atividade de pós-graduação, bem como atividades de pesquisa compatíveis com as necessidades que se apresentavam nesse novo contexto do setor naval.

Dessa maneira, a COPPE/UFRJ está fazendo um esforço de criar um núcleo de pesquisa interdisciplinar, voltado para os diversos aspectos tecnológicos e gerenciais da construção naval. Vários passos foram dados nesta direção e que envolveram a elaboração de projetos estruturantes, com apoio do MCT/ FINEP², CENPES/Petrobras e FAPERJ, além do apoio de fabricantes de *software* que representam o estado da arte em áreas de impacto na construção naval.

² Ações Transversais do MCT e Fundo Aquaviário.

De acordo com as perspectivas da Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ, apresentaram-se como prioritárias e motivo de mobilização de esforço em desenvolvimento e pesquisa, as seguintes áreas: processos construtivos, análise de tolerâncias, áreas de gerenciamento de projetos, gestão de operações e projeto do produto.

Sendo assim, é emblemático o convênio firmado, em 2006, pela Transpetro, Ministério de Ciência e Tecnologia e a FINEP com algumas instituições de pesquisa para viabilizar a implementação do Programa de Capacitação Tecnológica para Apoio à Indústria Naval Brasileira. Coube a COPPE/UFRJ, com o apoio de instituições parceiras, a realização de quatro projetos: “Simulação de Sistemas de Construção Naval”, “*Benchmarking* Internacional para Indicadores de Desempenho na Construção Naval”, “Fatores de Fabricação na Construção Naval” e “Instalação de Plataformas para Ensaios de Manobra de Embarcações”.

A estratégia adotada pela UFRJ, no que se refere ao desenvolvimento de pesquisa em Gestão de operações, gerenciamento de projetos e projeto do produto. levou à implantação de infra-estrutura física e *software*, inclusive com capacitação de recursos humanos, em três linhas de pesquisa específicas: (i) Projeto para Produção, (ii) Simulação e Manufatura Digital, e (iii) Acompanhamento e Controle de Projetos.

(i) Projeto para Produção

Conforme foi discutido no item 2 do presente trabalho, é cada vez mais importante para o aumento da competitividade dos estaleiros à adequação dos projetos à produção, de forma a se atender às necessidades de desempenho do produto (navio), mas que, por outro lado, levem à redução do esforço de produção.

Para desenvolver essa linha de pesquisa era imprescindível ter acesso à ferramenta adequada para modelagem do produto. O sistema com características mais adequadas à estratégia da UFRJ foi o FORAN (www.foransystem.com).

O *software* da empresa espanhola Sener é utilizado em vários estaleiros de todo o mundo, inclusive em unidades capazes de produzir navios de grande porte. O FORAN também era o único dos principais *softwares* especializados em projetos navais que de fato, já estava sendo utilizado por estaleiros nacionais e com amplas perspectivas de ser adotado em outras plantas no país. E,

sobretudo, a Sener mostrou grande interesse em manter uma parceria com a UFRJ, inclusive de estabelecer um centro de referência para o uso do FORAN.

A linha de trabalho de projeto para produção, com o uso do FORAN, envolve não apenas pesquisa e desenvolvimento, mas também inserção da ferramenta no curso de graduação em engenharia naval. Entende-se que é muito importante na formação dos engenheiros, no contexto da atual indústria de construção naval, o conhecimento de ferramentas de modelagem de produto, que caminhem na direção da integração com a produção. Já foi formado um núcleo básico envolvendo docentes, técnicos e alunos de graduação e pós-graduação para atender as metas de pesquisa e promover o emprego do FORAN no curso de Engenharia Naval. A Figura 1 apresenta a estrutura dos programas FORAN em uso e a Figura 2, o primeiro modelo desenvolvido no FORAN pelo grupo de pesquisa da UFRJ.

No caso da pesquisa e desenvolvimento é importante assinalar parceria com a Marinha do Brasil (AMRJ e CPN), também usuária do FORAN, para desenvolvimento do projeto “Gestão Integrada da Informação na Construção Naval” com o apoio do Fundo Aquaviário-MCT/Finep.

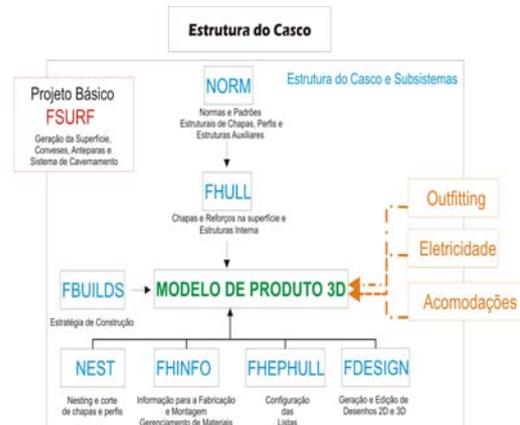


Figura 1 - Módulos do FORAN

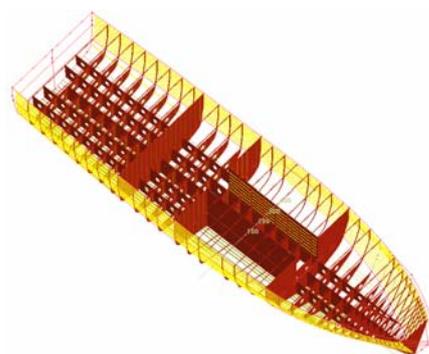


Figura 2 – Projeto de Ferry Boat - FORAN

Através desse projeto será possível utilizar de maneira efetiva os conceitos de Projeto Orientado à Construção, Engenharia Simultânea e a Gestão Integrada da Informação na Construção Naval, tanto no ambiente da Marinha do Brasil como no ambiente da UFRJ.

(ii) Simulação e Manufatura Digital – Labsen

O Laboratório de Simulação de Sistemas de Construção Naval (LABSEN) foi idealizado para ser uma ferramenta dedicada à avaliação de estaleiros existentes ou à avaliação prospectiva de processos, para diferentes cenários tecnológicos e gerenciais, com o objetivo de apoiar decisões gerenciais, planejamento de estaleiros, desenvolvimento de processos construtivos, operacionais ou gerenciais, e investimento de capital. O Laboratório, agregando a capacitação da COPPE nas áreas de engenharia naval, simulação e processos de fabricação, com a parceria da FURG na área de computação voltada para visualização, e empregando *software* no estado da arte tem objetivo de estabelecer uma referência para o setor naval, desenvolvendo tecnologia e formando recursos humanos voltados especificamente para simulação de processos de construção naval.

A simulação de processos de produção é uma tecnologia emergente que assumiu um papel importante na gestão do ciclo de vida de produtos. É uma tecnologia voltada para a definição e otimização de processos industriais, gestão de informações, e promoção de integração efetiva das atividades de *engineering*. A manufatura digital apóia o planejamento de processos, modelagem das instalações industriais, simulação de operações e visualização, análise de fatores humanos e ergonomia. Na área da engenharia da construção naval, a pesquisa e desenvolvimento na área de simulação de processos de produção tem sido objeto de grande investimento, por instituições de pesquisa, empresas de *software* e estaleiros.

O LABSEN adotou, para a sua implantação, a plataforma DELMIA, desenvolvida pela Dassault Systemes (www.3ds.com), voltada para simulação de processos industriais capaz de atender demandas relacionadas ao processo produtivo na indústria de construção naval. Em um primeiro momento utilizaram-se os seguintes *softwares* dessa plataforma:

- DELMIA Digital Process for Manufacturing V5 Suite (DPM) - *software* de manufatura digital; que apresenta diversos módulos internos para modelagem 3D de peças e produtos, simulação de montagem, simulação de elementos humanos, máquinas e robôs, soldagem, tubulações.
- DELMIA Process Engineer (DPE) - *software* que permite estruturar produtos, processos e recursos de forma organizada e sistematizada possibilitando a correlação entre o projeto e produção.
- QUEST - *software* de simulação de eventos discretos com recurso de visualização tridimensional.

A primeira etapa do projeto teve como meta a implantação física do laboratório. Em um segundo momento, partiu-se para o desenvolvimento de alguns modelos pilotos. Os primeiros modelos desenvolvidos utilizavam *software* DELMIA de forma independente. Foram modelados sub-processos básicos de estaleiros (modelo de linha de painéis planos – Figura 3) e de montagem de blocos de embarcações (Figura 4), empregando-se, respectivamente, QUEST e DPM. Esses tipos de modelos são relevantes e adequados para solução de problemas restritos a uma determinada área do estaleiro ou, caso seja necessário, analisar um problema específico de montagem.

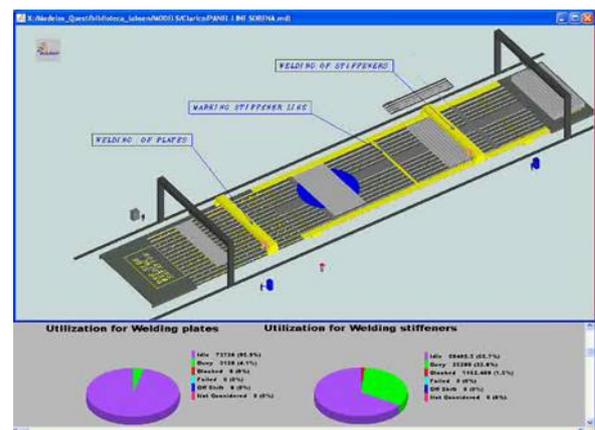


Figura 3 – Simulação de Linha de Painéis - QUEST

Posteriormente, partiu-se para elaboração de modelo flexível de simulação geral do estaleiro com a utilização de estrutura hierarquizada e padronizada de produtos (família de produtos) associada ao processo de produção. Nesse sentido, foi necessário definir a estrutura de produtos/processos/recursos (PPR) para o

desenvolvimento de modelo para simulação de todo o estaleiro. Para o desenvolvimento desse protótipo definiu-se o tipo de navio (petroleiro *suezmax*) a ser construído e uma planta de estaleiro, compatível com a construção de navios de grande porte. O protótipo desenvolvido envolveu o processo de produção e montagem da estrutura do navio. A Figura 5 apresenta a definição da estrutura de produtos-processos-recursos (PPR). A Figura 6 apresenta os elementos do produto modelado (DPE e DPM) e a Figura 7 o modelo do estaleiro representado no QUEST.

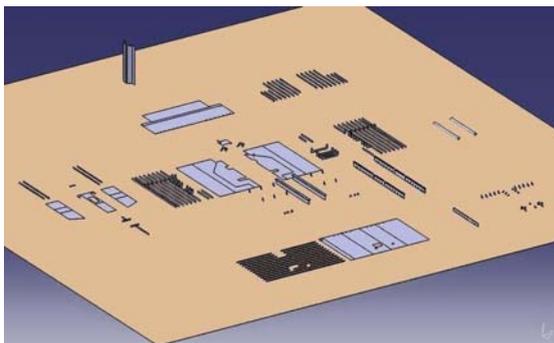


Figura 4 – Simulação de Montagem de Bloco - DPM

Recentemente foi adquirido mais um *software* da família DELMIA – ENOVIA, que permitirá o gerenciamento global e colaborativo do ciclo de vida do produto. Dessa maneira será possível avançar na pesquisa voltada para o soluções *Product Lifecycle Management* (PLM) aplicada à indústria de construção naval, com uma visão 3D completa do ciclo de vida dos produtos, desde a sua concepção até a sua manutenção e reciclagem. Para o desenvolvimento do conceito PLM para indústria naval, se estabeleceu nova linha de pesquisa, considerando a aplicação desses conceitos em estaleiro para produção de balsas fluviais.

Finalmente, é oportuno mencionar o desenvolvimento de recursos avançados de visualização. Associada à computação gráfica, a Realidade Virtual (RV) surge como uma ferramenta capaz de acrescentar novas técnicas nas diferentes etapas de desenvolvimento de um produto, possibilitando uma interface realista de interação e visualização na área da manufatura. Essa atividade vem sendo conduzida por grupo de pesquisa da Engenharia da Computação da FURG.

(iii) Acompanhamento e Controle de Projetos

O acompanhamento e controle de projetos, incluindo o acompanhamento físico-financeiro, é um dos problemas identificados como desafios para a viabilização do desenvolvimento consistente e sustentável nessa nova fase por que passa a construção naval no Brasil.

A aplicação de sistemas avançados de gerenciamento de projetos permitirá a redução do risco de construção e estimulará o uso de ferramentas adequadas de planejamento e controle de produção pelo próprio estaleiro. A utilização de sistemas de controle de desempenho de projetos, por armadores, órgãos de governo e instituições financeiras ou seguradoras contribuirá para aumentar a confiabilidade da indústria naval de forma geral.

No Brasil, de uma maneira geral, o nível da gestão nos estaleiros não é compatível com os requisitos de eficiência que já estão sendo exigidos na atual fase da construção naval no Brasil. Mesmo em nível internacional, as tecnologias relacionadas com o controle de projetos de construção naval não estão consolidadas. O Project Management Institute (PMI), por exemplo, tem um trabalho importante na consolidação e divulgação de técnicas e ferramentas de uso consagrado na área de gerenciamentos de projeto em geral, e de acompanhamento e controle, em particular. Todavia, os procedimentos do PMI não podem ser considerados como uma metodologia para tratamento quantitativo de problemas relacionados com a indústria naval, um setor complexo e cheio de especificidades.

Nesse sentido, foi criado o Laboratório de Gerência de Projetos (LGP) de forma a consolidar uma linha de pesquisa já em andamento na COPPE/UFRJ voltada para acompanhamento de projetos de construção naval. O Projeto de implantação do LGP corresponde à ampliação dos recursos computacionais já disponíveis, capacitação de recursos humanos e aquisição de *software* estado da arte voltado para gerenciamento e análise de risco em projetos, o PRIMAVERA P6 e o PERTMASTER (www.primavera.com), respectivamente. Esse projeto também contemplou o desenvolvimento de metodologia de previsão e análise de desempenho de projetos navais.

Em uma etapa seguinte, foi proposto projeto para: desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de projetos de construção naval, baseado na internet, com indicadores

de acompanhamento, dotados de recursos de visualização (Figura 8); e desenvolvimento de metodologia para análise de riscos no planejamento e programação do projeto, bem

como, no acompanhamento de projetos navais. Esse projeto conta com a participação do RBNA e da FURG.

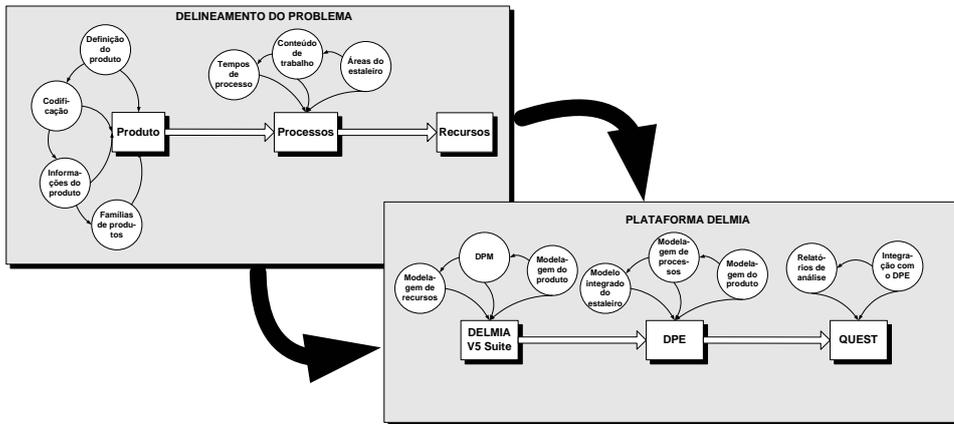


Figura 5 – Modelo Geral do Estaleiro - Estrutura de Produtos-Processos-Recursos

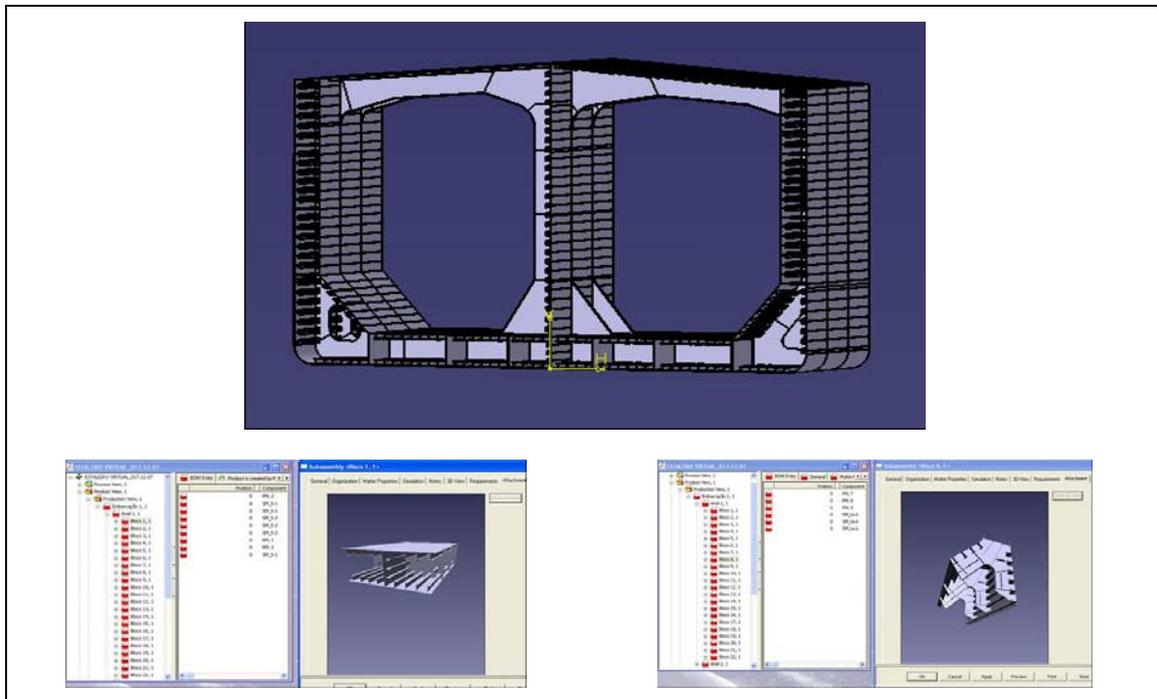


Figura 6 – Modelagem da Estrutura de Produtos – DPE e DPM

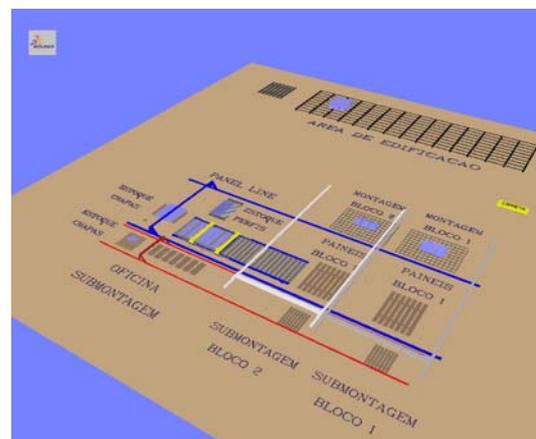


Figura 7 – Modelo Geral do Estaleiro - QUEST

Um aspecto fundamental no que se refere à pesquisa em Gestão de operações e Projeto Integrado à Produção é a integração dos sistemas.

A transferência de dados entre as diversas plataformas adotadas nas três linhas

de pesquisa é de grande importância para o melhor aproveitamento das ferramentas.

Nesse sentido, já está em estudo a comunicação entre o FORAN e o DELMIA, que permitirá a exportação da estrutura de produto já modelada entre as duas plataformas, que usam base de dados ORACLE.

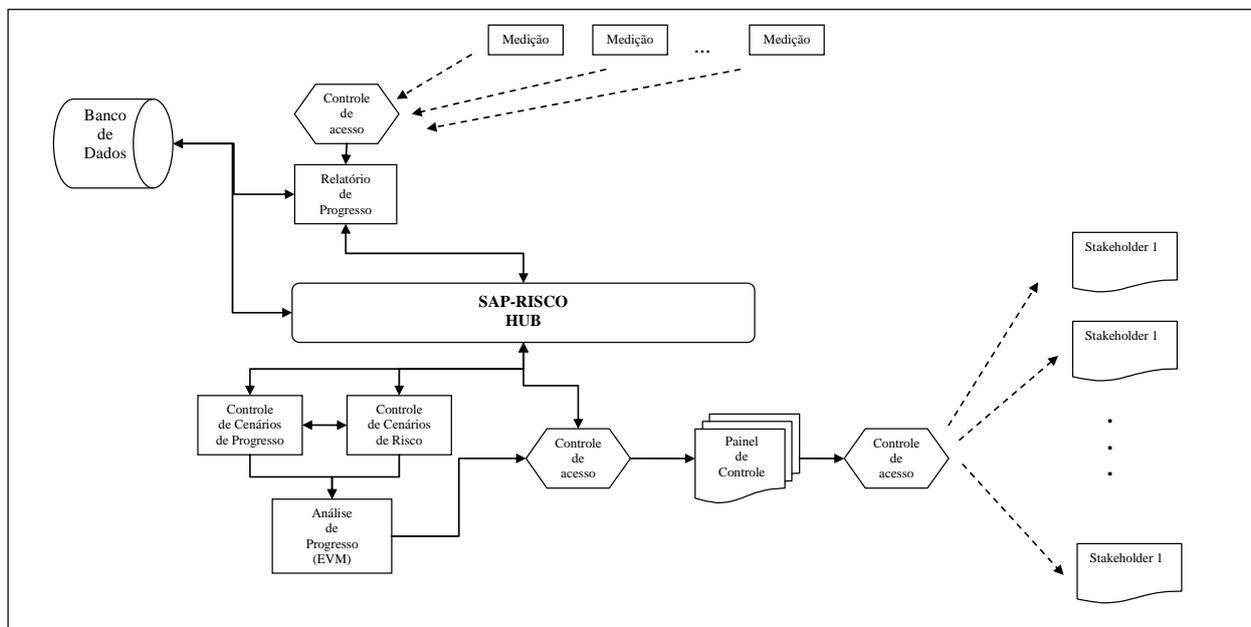


Figura 8 - Estrutura do Sistema de Acompanhamento de Projetos

5. Conclusão

Um dos grandes desafios relacionados com a nova fase porque passa a construção naval no país é a consolidação de uma indústria competitiva internacionalmente e auto-sustentável. Para isso ocorra é fundamental recuperar o *gap* tecnológico que se criou no período de quase vinte anos em que não se construíram navios de grande porte no país.

O país manteve um pequeno núcleo de competência na área naval envolvendo universidades, centros de pesquisa, empresas de engenharia com capacitação em projetos e sedes regionais de sociedades classificadoras capaz de estabelecer base tecnológica para superar desafios mais imediatos.

Entretanto, para se manter competitiva, a construção naval nacional precisa avançar em várias áreas envolvendo projeto de navios, gestão de operações e cadeia produtiva.

A UFRJ tem participado ativamente desse processo estabelecendo linhas de pesquisa voltadas para o desenvolvimento de base tecnológica na área de construção naval

espelhando-se na competência atingida na área de exploração e produção de petróleo no mar.

O presente trabalho apresentou o esforço de pesquisa que está sendo desenvolvido em três áreas consideradas críticas e que requer grandes investimentos na implantação e manutenção de infra-estrutura: projeto para produção, simulação e manufatura digital e acompanhamento de projetos.

As tecnologias de informação adotadas nos estaleiros mais competitivos do mundo são, em geral, bastante avançadas, contribuindo para que altos níveis de eficiência sejam alcançados. Geralmente aqueles estaleiros empregam sistemas desenvolvidos internamente, ou em conjunto, através de consórcios, a partir de sistemas disponíveis no mercado. Ou seja, as soluções para estaleiros de construção naval são, cada vez mais, resultados da aplicação de sistemas comerciais, porém com grau elevado de customização.

Considerando a escassez de recursos e necessidades do setor, é de fundamental importância a articulação entre as universidades, centros de pesquisa e o setor

produtivo para fazer frete às necessidades do setor.

6. Referências

Aoyama, K. e Nomoto, T, 1997, "Information Models and Functions for CIM in Shipbuilding". *Journal of Marine Science and Technology*, (1997) 2, pp 148-162.

Araújo Jr. J.T. et alii, 1985, "A Indústria de Construção Naval no Brasil: Desempenho Recente e Perspectivas". IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1985

Bruce, G.; Hills, B. e Storch, R. L., 1998, "Design for Production", *Symposium on Practical Design of Ships and Mobile Units*, PRADS, 1998.

GEIPOT, 1999, "Política Governamental e Competitividade da Indústria Brasileira de Construção Naval", Brasília, 1999.

Krause, M. e Roland, F., 2004 "Shipyard Production Flow Simulation using Object Libraries". *Symposium on Practical Design of Ships and Mobile Units*, PRADS, 2004.

Lacerda S.M., 2003, "Oportunidades e Desafios da Construção Naval". *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, Vol. 10, n. 20, pp. 41-78, Dez. 2003.

Lamb, T. et alii, 2003, "Simulation-based Performance Improvement for Shipbuilding Processes". *Sname World Maritime Technology Conference*, San Francisco, 2003.

Lee, J. K.; Lee, K. J.; Park, H. K.; Hong, J. S. e Lee, J. S., 1997, "Developing scheduling systems for Daewoo Shipbuilding: DAS project". *European Journal of Operational Research*, 97, pp. 380-395.

Levi, C.A.L, Pires Jr, F.C.M, Estefen, S.F., 2001, "Tecnologia e Estratégia de Desenvolvimento da Indústria Marítima". COPPE/UFRJ, 2001.

Okumoto Y., 2002, "Optimization of Block Erection Using a Genetic Algorithm". *Journal of Ship Production*". vol. 18, n. 23, May 2002.

Okumoto, Yasuhisa; Hiyoku, Kentaro, 2005, "Digital Manufacturing of Pipe Unit Assembly". *Journal of Ship Production*, Vol. 21, no. 3, August 2005.

Pires Jr, F.C.M., 1999, "An Assessment of Brazilian Shipbuilding Competitive Potential". *Journal of Ship Production*, SNAME, Vol. 15, n. 2, May 1999.

Pires Jr, F. C. M., 2001, "Shipbuilding and Shipping Industries: Net Economic Benefit

Cross-Transfers, Maritime Policy and Management". Vol. 28, n. 2, 2001.

Sauter J. A.; Parunak H. V. D.; Brueckner S., 2001, "Agent-Based Modeling and Control of Marine Supply Chains". *Journal of Ship Production*, Vol. 17, n. 4, November 2001.

Shin J.G.; et alii, 2002, "Object-Oriented Development of an Integrated System for Manufacturing Information of Roll Bending Process". *Journal of Ship Production*, Vol. 18, no. 23, May.

Shin J.G.; et al, 2004, "A Modeling and Simulation of Production Process in Subassembly Lines at a Shipyard". *Journal of Ship Production*, SNAME, Vol 20, n 2, May.

Steinhauer, D., 2005, "SAPP – Simulation Aided Production Planning at Flensburger". *Fourth International Conference on Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries (COMPIT)*, 2005.

Whitfield R.I.; Duffy A. H. B.; Meehan J., 2003, "Ship Product Modeling". *Journal of Ship Production*, Vol19, n 4, 1 November 2003.