



MODELAGEM DE EMPRESAS DE PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS APS: ESTUDOS DE CASO EM EMPRESAS QUE TRABALHAM COM SISTEMA DE PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA

THALES BOTELHO DE SOUSA - thalseafsal@yahoo.com.br
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

FÁBIO MÜLLER GUERRINI - guerrini@sc.usp.br
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

JULIANA SUEMI YAMANARI - jusuemi@hotmail.com
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

CAIO CÉSAR FALCONI PIRES - caiocfp@gmail.com
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

Área: 1 - GESTÃO DA PRODUÇÃO

Sub-Área: 1.2 - PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Resumo: NOS CONTÍNUOS DESENVOLVIMENTOS DE SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO, NOS ANOS 1990 FORAM LANÇADOS OS ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING (APS), OS QUAIS CONSIDERAM OS LIMITES DE CAPACIDADE DAS EMPRESAS E DISPONIBILIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS; SIMULAM DIVERSOS CENÁRIOS DE PLANEJAMENTO; FORNECEM LEAD TIMES FLEXÍVEIS; E PONDERAM A IMPORTÂNCIA DOS PRODUTOS, MATERIAIS E CLIENTES. POR MEIO DE UMA REVISÃO DA LITERATURA, VERIFICA-SE QUE IMPLANTAÇÕES DE SISTEMAS APS SÃO MUITO LIMITADAS ÀS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE DETERMINADA EMPRESA, INSTRUÇÕES PARA O PROJETO NÃO SÃO SUFICIENTEMENTE DETALHADAS E O CONHECIMENTO GERADO PODE NÃO SER ADEQUADO A OUTROS PROJETOS. TENDO EM VISTA QUE A MODELAGEM DE EMPRESAS (ENTERPRISE MODELING) AUXILIA A ENTENDER A ESTRUTURA E COMPORTAMENTO DAS ORGANIZAÇÕES, E TAMBÉM ANALISAR PROCESSOS DE NEGÓCIO, ESTA PESQUISA VISA DISPONIBILIZAR UM MODELO DE EMPRESAS PARA PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS APS. TAL MODELO FOI DESENVOLVIDO POR MEIO DA MODELAGEM DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO COM A METODOLOGIA FOR ENTERPRISE MODELING (4EM), COM BASE NOS DADOS COLETADOS EM ESTUDOS DE CASO REALIZADOS EM TRÊS EMPRESAS. SUA PRINCIPAL CONTRIBUIÇÃO ESTÁ NA COMPREENSÃO DOS PROCESSOS REALIZADOS NAS EMPRESAS ADQUIRENTES DO SISTEMA DURANTE A IMPLANTAÇÃO, OS OBJETIVOS DO PROJETO E AS REGRAS DE NEGÓCIO INERENTES, BEM COMO OS ATORES E RECURSOS ENVOLVIDOS.

Palavras-chaves: *ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING; PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO; IMPLANTAÇÃO; FOR ENTERPRISE MODELING.*

ENTERPRISE MODELING OF APS SYSTEMS IMPLEMENTATION PROJECTS: CASE STUDIES IN COMPANIES OF MAKE TO ORDER SYSTEM

Abstract: *IN THE CONTEXT OF DEVELOPMENT OF PRODUCTION PLANNING AND CONTROL SYSTEMS, THE APS SYSTEMS WERE LAUNCHED IN THE 1990S, AND CONSIDER LIMITS OF CAPACITY AND RAW MATERIAL AVAILABILITY, SIMULATE VARIOUS PLANNING SCENARIOS, PROVIDE FLEXIBLE LEAD TIMES AND ANALYZE THE IMPORTANCE OF PRODUCTS, MATERIALS AND CUSTOMERS. LITERATURE ON APS SYSTEMS IMPLEMENTATIONS IS LIMITED TO THE SPECIFIC CHARACTERISTICS OF A COMPANY, INSTRUCTIONS FOR THE IMPLEMENTATION PROCESSES ARE NOT SUFFICIENTLY DETAILED, AND KNOWLEDGE GENERATED IS INADEQUATE FOR SIMILAR PROJECTS. BEARING IN MIND THAT ENTERPRISE MODELING HELP TO UNDERSTAND STRUCTURE AND BEHAVIOR OF ORGANIZATIONS, AND TO ANALYZE BUSINESS PROCESSES, THIS RESEARCH PROVIDES AN ENTERPRISE MODEL FOR APS SYSTEMS IMPLEMENTATION PROJECTS. THE MODEL WAS DEVELOPED WITH THE FOR ENTERPRISE MODELING (4EM) METHODOLOGY, BASED ON COLLECTED DATA IN CASE STUDIES OF THREE BRAZILIAN COMPANIES. ITS MAIN CONTRIBUTION IS A CLEARER UNDERSTANDING OF THE PROCESSES CARRIED OUT, INHERENT GOALS AND RULES, AND INVOLVED ACTORS AND RESOURCES.*

Keyword: *ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING; PRODUCTION PLANNING AND CONTROL; IMPLEMENTATION; FOR ENTERPRISE MODELING.*

1. Introdução

Os sistemas *Advanced Planning and Scheduling* (APS) foram desenvolvidos como alternativa para resolver problemas mais complexos de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) por meio da programação inteligente, e atualmente são considerados como o estado da arte nessas áreas (BOCCA, RODRIGUES e ARRAES, 2015; BRUN et al., 2006; FRAYRET et al., 2007; GEN, LIN e ZHANG, 2009; PESSOA et al., 2014; SANTA-EULALIA, FRAYRET e D'AMOURS, 2008; STEGER-JENSEN et al., 2011).

Na última década, processos de implantação de sistemas APS têm ocorrido, no entanto, de acordo com uma busca sistemática realizada nas bases de dados SCIELO, SCOPUS e *Web of Science*¹, verificou-se que a literatura sobre os aspectos de implantação é limitada, apresentando poucas pesquisas, tais como Brandenburg e Tölle (2009); Garcia-Sabater, Maheut e Garcia-Sabater (2012); Giacon e Mesquita (2011); Ivert e Jonsson (2010); Ivert e Jonsson (2011); Lin, Hwang e Wang (2007); Lupeikiene et al. (2014); Pang et al. (2015); Rudberg e Cederborg (2011); Setia, Sambamurthy e Closs (2008); Wiers (2002); Wiers (2009); Zhong et al. (2013); Zoryk-Schalla, Fransoo e De Kok (2004). Entretanto, nos processos de implantação apresentados nestas pesquisas, foram analisados aspectos relacionados a características particulares de uma determinada empresa ou unidades da empresa e o conhecimento gerado nestes processos pode não ser adequado a outros similares.

Os benefícios de um sistema novo são fortemente dependentes da capacidade de implantá-lo de maneira bem sucedida. Lin, Hwang e Wang (2007) afirmam que para serem relevantes em configurações industriais os sistemas APS devem ser implantados como um componente de uma ampla rede de pessoas que participam ativamente no processo. Zoryk-Schalla, Fransoo e De Kok (2004) afirmam que a modelagem é um fator essencial para a implantação deste tipo de sistema. Ivert e Jonsson (2011) afirmam que estudos mais detalhados sobre gestão do processo de implantação de sistemas APS com foco na dependência entre a empresa implantadora e adquirente do *software* e questões culturais envolvidas no processo representam uma importante lacuna de pesquisa a ser explorada.

O projeto de implantação de sistemas APS em uma empresa envolve agentes internos e externos à organização. Os agentes internos são representados pelos profissionais gerenciais e técnicos que constituem a equipe funcional da implantação. Os agentes externos são representados pelos profissionais da empresa desenvolvedora e pelos profissionais da empresa

¹ As bases de dados SCIELO, SCOPUS e Web of Science foram utilizadas devido ao seu amplo uso e impacto sobre a comunidade acadêmica internacional (ROMO-FERNÁNDEZ et al., 2011).

de consultoria que implanta o sistema. De acordo com Ollus et al. (2011), o foco do gerenciamento de projetos participativos que envolvem muitas organizações precisa mudar para incluir entendimento e monitoramento de ativos intangíveis como comunicação, desempenho de colaboração e confiança. Neste tipo de projeto a tomada de decisão é descentralizada e ocorre de uma maneira democrática, entretanto, podem ocorrer intervenções que visam melhoria da colaboração e realocação de atividades. A modelagem de empresas (*enterprise modeling*) pode auxiliar no entendimento dos trabalhos compartilhados, pois de acordo com Mertins e Jochem (2005), é utilizada como técnica para representar e entender a estrutura e comportamento das organizações, e também como uma ferramenta para analisar processos de negócio e, em muitos casos, como suporte técnico para reengenharia de processos de negócio.

Considerando que a literatura sobre sistemas APS sinaliza a necessidade de desenvolvimento de pesquisas sobre implantações bem-sucedidas (RUDBERG e CEDERBORG, 2011); que muitos processos de implantação não satisfazem as expectativas iniciais (IVERT, 2012); que a modelagem é um fator essencial para a implantação deste tipo de sistema (ZORYK-SCHALLA, FRANSOO e DE KOK, 2004); que a modelagem de empresas é uma ferramenta essencial para melhorias de processos (MERTINS e JOCHEM, 2005), sendo fundamental para compreender a ligação entre empresas, bem como dinâmica, robustez e fragilidade das atividades desenvolvidas (BRAHA, STACEY e BAR-YAM, 2011); este artigo propõe identificar e sistematizar os requisitos para a implantação de sistemas APS por meio da modelagem de empresas, disponibilizando um modelo estruturado na ótica das atividades desenvolvidas por membros de empresas implantadoras e adquirentes do sistema.

2. Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa, fornecendo maior proximidade entre os pesquisadores e os problemas estudados; bem como possui caráter exploratório, fornecendo correlações entre os objetos de estudo para colaborar com futuras pesquisas.

2.1 Caracterização do estudo de casos múltiplos

Como a abordagem analítica proposta é nova (modelagem de empresas de projetos de implantação de sistemas APS), a mesma pode ser melhor analisada por meio de estudos de caso, pois de acordo com Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), os mesmos são considerados como o método de pesquisa mais adequado quando a experiência é rara e as condições contextuais são desconhecidas. Foram realizados estudos de caso em três empresas que

implantaram sistemas APS, todas localizadas no estado de São Paulo. A escolha para tal quantidade de empresas foi baseada nas recomendações de Yin (2010), que afirma que os benefícios e conclusões analíticas de ter-se dois ou mais casos são substanciais; e de Miguel (2007), que argumenta que o uso de estudo de casos múltiplos proporciona maior grau de generalização dos resultados e confiabilidade dos mesmos. É importante ressaltar que todas as empresas adotam o sistema de produção *Make To Order* (MTO), ou fabricação sob pedido. O destaque dado a este tipo de sistema de produção visa atender a uma lacuna de pesquisa sinalizada por Aslan, Stevenson e Hendry (2012), os quais afirmam que apesar de os sistemas APS serem uma ferramenta útil para o setor MTO, há certa carência de pesquisas na literatura. O Quadro 1 apresenta as características das empresas pesquisadas.

QUADRO 1 - Descrição das empresas participantes dos estudos de caso.

Empresa	Porte	Origem	Ramo	Número de funcionários
1	Médio	Brasileira	Fabricação de diversos segmentos de fios e cabos elétricos.	66. Possui apenas uma unidade industrial.
2	Médio	Americana. Possui unidades industriais nas Américas, África, Ásia e Europa.	Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria alimentícia.	270 no Brasil, sendo 200 em Araraquara e 70 em São Paulo.
3	Médio	Brasileira	Fabricação de embalagens flexíveis industriais e comerciais, banners, bobinas de forração, envoltórios e serigrafia para diversos usos e mercados.	210, sendo 140 em Jaguariúna e 70 em Ouro Fino.

Uma pesquisa que envolve estudo de casos múltiplos geralmente combina métodos de coleta de dados tais como entrevistas, questionários, análise de documentos e observações (EISENHARDT, 1989). Neste estudo, para a realização da coleta de dados nas organizações, foram realizadas entrevistas semiestruturadas por meio de um roteiro. Tal roteiro contempla perguntas que permitiram a modelagem de empresas do processo de implantação do sistema APS em cada uma das empresas. Foram entrevistados membros que participaram ativamente durante o processo de implantação do sistema, a fim de evitar distorções nas informações.

2.2 Seleção da metodologia para a modelagem de empresas

As metodologias de modelagem oferecem diversas visões e descrições sobre as empresas e suas atividades, sendo apoiadas por sistemas de informação. Pádua (2012) afirma que o processo de modelagem organizacional deve trazer respostas a questões como: “por que”, “o que”, “quem”, “qual”, “quando”, “onde” e “como”; valendo-se de diversas técnicas de modelagem existentes na literatura. A seleção da técnica certa é um dos estágios essenciais

em um projeto de modelagem de empresas e pode minar substancialmente as chances de sucesso (KASSEM, DAWOOD e MITCHELL, 2011).

Com o propósito de analisar e realizar a modelagem de empresas do projeto de implantação de sistemas APS foi utilizada a metodologia 4EM, pois a mesma constitui-se em uma abordagem sistemática para analisar, entender, desenvolver e documentar uma empresa e seus componentes por meio da modelagem empresarial (ROLLAND, NURCAN e GROSZ, 2000), contempla os aspectos destacados por Berio e Vernadat (2001) para modelagem de empresas, e o resultado final é um conjunto de modelos conceituais que examinam a empresa e seus requisitos sob uma série de perspectivas inter-relacionadas (BUBENKO, PERSSON e STIRNA, 2001). Pádua, Cazarini e Inamasu, (2004) realizaram um trabalho sobre a captura dos requisitos organizacionais no desenvolvimento de sistemas de informação a partir das técnicas e metodologias de modelagem de empresas, no qual avaliaram as principais técnicas. Como resultado, concluiu-se que o 4EM satisfaz 23 dos 28 requisitos técnicos abordados, ao passo que as demais metodologias não chegam a cumprir 13 requisitos. Adicionalmente, Guerrini e Pellegrinotti (2016) afirmam que a 4EM é a metodologia de modelagem mais apropriada, pois permite compreender como diferentes visões do mesmo objeto de análise interagem entre si.

Para Nurcan (1998) a *Enterprise Knowledge Development* (EKD), consolidada como *For Enterprise Modeling* (4EM) por Sandkuhl et al. (2014), fornece uma forma sistemática de documentar e analisar a organização e seus componentes e de acordo com Kavakli et al. (2006) com ela a modelagem é alcançada por meio da modelagem das metas organizacionais (as quais expressam os objetivos intencionais que controlam e governam sua operação), dos processos físicos (os quais colaborativamente operacionalizam as metas organizacionais) e dos sistemas de *software* (os quais apoiam os processos anteriores). A 4EM é composta por 6 modelos, o Modelo de Objetivos, o Modelo de Regras do Negócio, o Modelo de Processos, o Modelo de Atores e Recursos, o Modelo de Componentes e Requisitos Técnicos e o Modelo de Conceitos (BUBENKO, BRASH e STIRNA, 1998).

3. Modelo de empresas para projetos de implantação de sistemas APS

O modelo de empresas apresenta a sistematização do projeto de implantação de sistemas APS em empresas por meio da modelagem realizada com a metodologia 4EM, visando permitir uma pronta avaliação do projeto e demonstrar os principais requisitos necessários. O modelo apresentado contempla quatro dos seis submodelos da metodologia

4EM, sendo eles o Modelo de Objetivos, Modelo de Regras do Negócio, Modelo de Processos e o Modelo de Atores e Recursos. O Modelo de Conceitos não foi contemplado na modelagem do projeto de implantação de sistemas APS, pois com base nas informações obtidos nos estudos de caso, verificou-se que os profissionais envolvidos não dão atenção à necessidade de apresentação clara dos principais fundamentos dos sistemas APS durante o projeto. Da mesma forma, o Modelo de Componentes e Requisitos Técnicos também não foi apresentado, pois no decorrer do projeto de implantação, nenhuma das três empresas possuía sistemas de informação para apoio ao mesmo.

3.1 Sistematização dos modelos de Objetivos, Regras do Negócio e Processos

A Figura 1 apresenta uma sistematização entre os modelos de Objetivos, Regras do Negócio e Processos do modelo de empresas desenvolvido. Com a implantação de sistemas APS, as empresas visam garantir maior produtividade e excelência no ambiente de trabalho (Objetivo 5), o que, segundo os profissionais entrevistados permite a redução de custos na empresa e resulta em melhor organização industrial. Porém, para que isso seja alcançado, é necessário enfrentar a resistência cultural dos funcionários no que se refere ao receio à mudanças nos processos produtivos e receio à informática. A garantia de maior produtividade e excelência no ambiente de trabalho (Objetivo 5) apoia a eliminação das perdas por espera nos processos produtivos (Objetivo 6), o que ajuda a garantir balanceamento da cadeia de suprimentos (Objetivo 7). Porém, para que estes três objetivos sejam alcançados, é necessário que os usuários finais tenham amplo conhecimento da dinâmica do sistema (Regra 1).

A integração entre os sistemas APS, ERP e outros sistemas (Regra 4), parametrização do sistema (Regra 5) e amplo conhecimento dos processos produtivos por parte dos funcionários (Regra 2) são necessários para garantir maior integração entre as operações produtivas (Objetivo 4), o que ajuda a garantir balanceamento da cadeia de suprimentos (Objetivo 7), que, junto com a garantia de melhor programação da produção (Objetivo 3), auxilia a garantir prazos de entrega mais curtos (Objetivo 2), o que pode melhorar o atendimento aos clientes, bem como aumentar e antecipar o faturamento.

O cumprimento dos prazos de entrega (Regra 6) é necessário para a garantia de prazos de entrega mais curtos (Objetivo 2), que ajuda a garantir confiabilidade no planejamento de longo prazo (Objetivo 1), o que pode aumentar a satisfação dos clientes, mas necessita que os usuários finais tenham amplo conhecimento da dinâmica do sistema (Regra 1).

Para que seja possível garantir melhor programação da produção (Objetivo 3) é necessário que sejam realizados testes durante o projeto de implantação (Regra 3), que os

funcionários tenham amplo conhecimento dos processos produtivos (Regra 2), e que seja gerada a integração entre os sistemas APS, ERP e outros sistemas (Regra 4), e também a parametrização do sistema (Regra 5).

De modo geral, com base nas informações obtidas em campo nas três empresas, durante o projeto de implantação de sistemas APS, a equipe de implantação realiza onze principais processos, os quais também estão representados na Figura 1. Após a seleção (InfoSet 1) e posterior definição do sistema mais adequado à manufatura (Processo 1), funcionários da área pertinente e profissionais envolvidos com projetos de melhoria nas empresas realizam a apresentação do sistema APS para a Diretoria (InfoSet 2), e após isso, tem origem a negociação de sua aquisição (Processo 2).

Com a autorização da aquisição do sistema por parte da Diretoria (InfoSet 3), dá-se início à negociação com a empresa implantadora (Processo 3), tendo como resultado o contrato de aquisição (InfoSet 4). Após a conclusão de todos os acordos legais, é designada a equipe do processo de implantação do sistema (Processo 4), a qual necessita que os profissionais envolvidos possuam amplo conhecimento da dinâmica do sistema (Regra 1) e amplo conhecimento dos processos produtivos (Regra 2). Esta designação resulta na equipe formada (InfoSet 5).

Com a equipe de implantação integrada, são avaliadas as necessidades da empresa quanto à customização do sistema (Processo 5). A conclusão dessa avaliação e de todas as atividades inerentes resulta na modelagem do sistema (InfoSet 6). Em seguida, são selecionados os produtos e/ou processos a serem utilizados nos testes (Processo 6), o que resulta na parametrização inicial do sistema (InfoSet 7). Assim, são executados os testes iniciais (Processo 7), sendo que após sua conclusão a equipe do processo de implantação disponibiliza um relatório sobre as funcionalidades do sistema (InfoSet 8).

Um dos processos mais relevantes do projeto de implantação do sistema APS é a geração de interface parametrizada com o ERP e outros sistemas, tais como os de apontamento das operações no chão de fábrica (Processo 8). Com a integração devida e corretamente concluída, é gerada a parametrização final do sistema (InfoSet 9). Após a geração desta parametrização, são executados os testes finais (Processo 9), e com o sistema devidamente parametrizado (InfoSet 10), os usuários finais do sistema recebem o treinamento (Processo 10). Após a conclusão do treinamento, o projeto de implantação é validado pela Diretoria da empresa (InfoSet 11), e é gerada uma apostila, por parte da equipe de implantação, para auxílio dos futuros usuários do sistema (Processo 11).

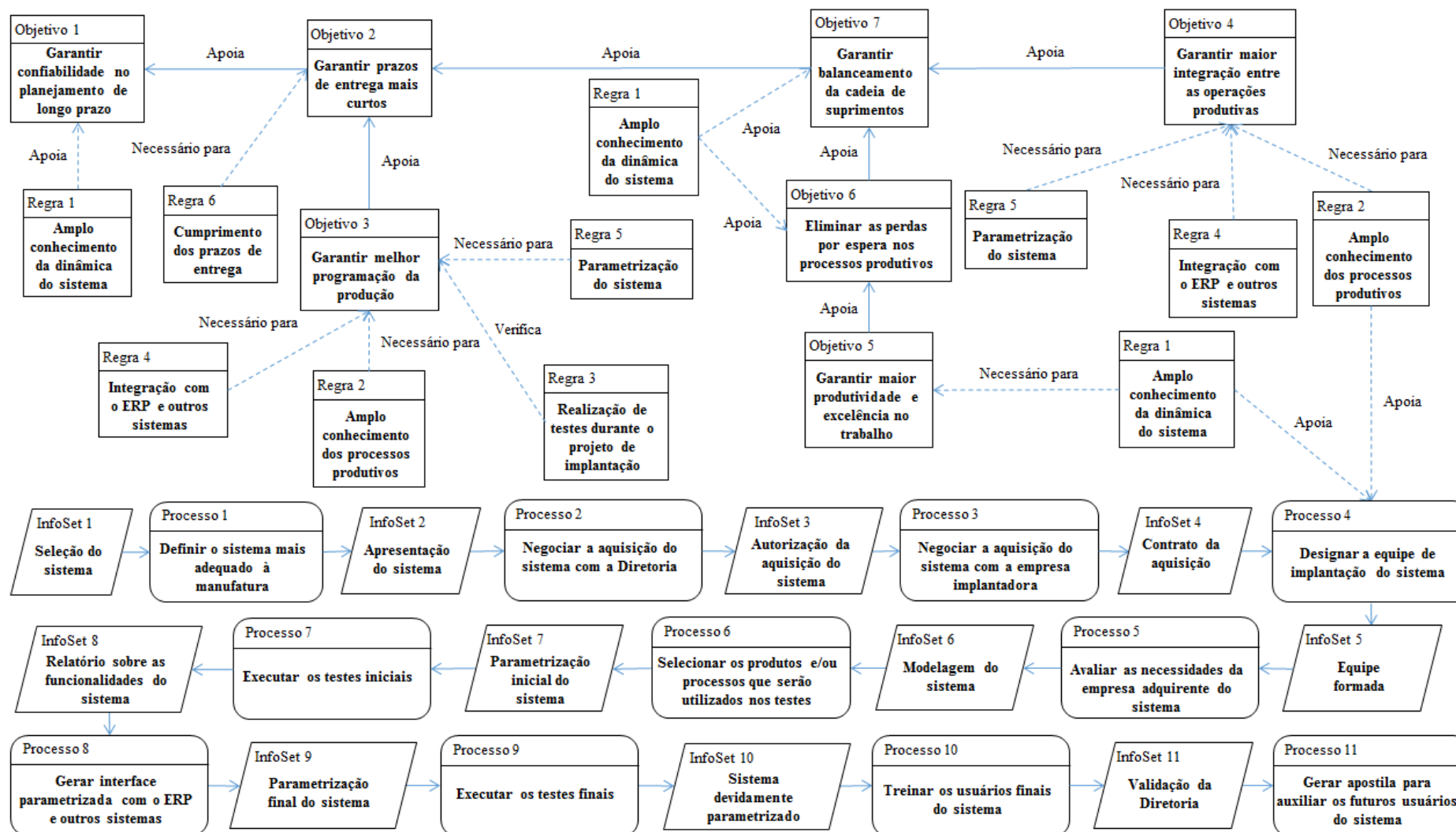


FIGURA 1 - Sistematização dos Objetivos, Regras de Negócio e Processos do modelo de empresas para projetos de implantação de sistemas APS.

3.2 Sistematização dos modelos de Processos e Atores e Recursos

Na Figura 2 está descrito o papel e os processos e recursos de responsabilidade dos principais envolvidos nas etapas do projeto de implantação de sistemas APS.

O Diretor (Unidade Individual 1) da empresa adquirente do sistema APS (Unidade Organizacional 1) elabora as metas e objetivos do processo de implantação do sistema (Papel 1), aprova o orçamento (Recurso 1), libera os recursos financeiros necessários para a sua aquisição (Recurso 2) e aprova a negociação da aquisição do sistema com a empresa implantadora (Processo 2).

O Engenheiro de Produção (Unidade Individual 2) da empresa adquirente do sistema APS (Unidade Organizacional 1) negocia a aquisição do sistema com a Diretoria (Processo 1), exerce a função de coordenador da equipe do projeto de implantação (Papel 2), realiza a seleção dos produtos e/ou processos que serão utilizados nos testes (Processo 6), realiza os testes do sistema na empresa (Recurso 5), participa do treinamento dos usuários finais do sistema (Recurso 7) e realiza a validação do projeto (Recurso 8).

O Analista de PCP (Unidade Individual 3) da empresa adquirente do sistema APS (Unidade Organizacional 1), realiza a seleção dos produtos e/ou processos que serão utilizados nos testes (Processo 6), realiza a modelagem do sistema (Recurso 3), realiza os testes do sistema na empresa (Recurso 5), e assim como o Analista de Produção (Unidade Individual 4) e o Analista de Vendas (Unidade Individual 6) recebe o treinamento dos usuários finais do sistema (Recurso 7), e junto com o Analista de Produção (Unidade Individual 4) exerce a função de usuário final (Papel 3).

O Analista de Tecnologia da Informação (Unidade Individual 5) da empresa adquirente do sistema APS (Unidade Organizacional 1) realiza a modelagem do sistema (Recurso 3), gera a interface parametrizada com o ERP e outros sistemas (Recurso 4), realiza os testes do sistema na empresa (Recurso 5), realiza a parametrização do sistema (Recurso 6) e é responsável pelo treinamento dos usuários finais (Recurso 7).

O Diretor (Unidade Individual 7) da empresa implantadora do sistema APS (Unidade Organizacional 2) define o orçamento (Recurso 1) e recebe os recursos financeiros (Recurso 2) da empresa adquirente do sistema APS (Unidade Organizacional 1).

O Consultor (Unidade Individual 8) da empresa implantadora do sistema APS (Unidade Organizacional 2) realiza a modelagem do sistema (Recurso 3), gera a interface parametrizada com o ERP e outros sistemas (Recurso 4), realiza os testes do sistema na empresa (Recurso 5), realiza a parametrização do sistema (Recurso 6) e disponibiliza apostila para auxiliar no uso do sistema (Recurso 9).

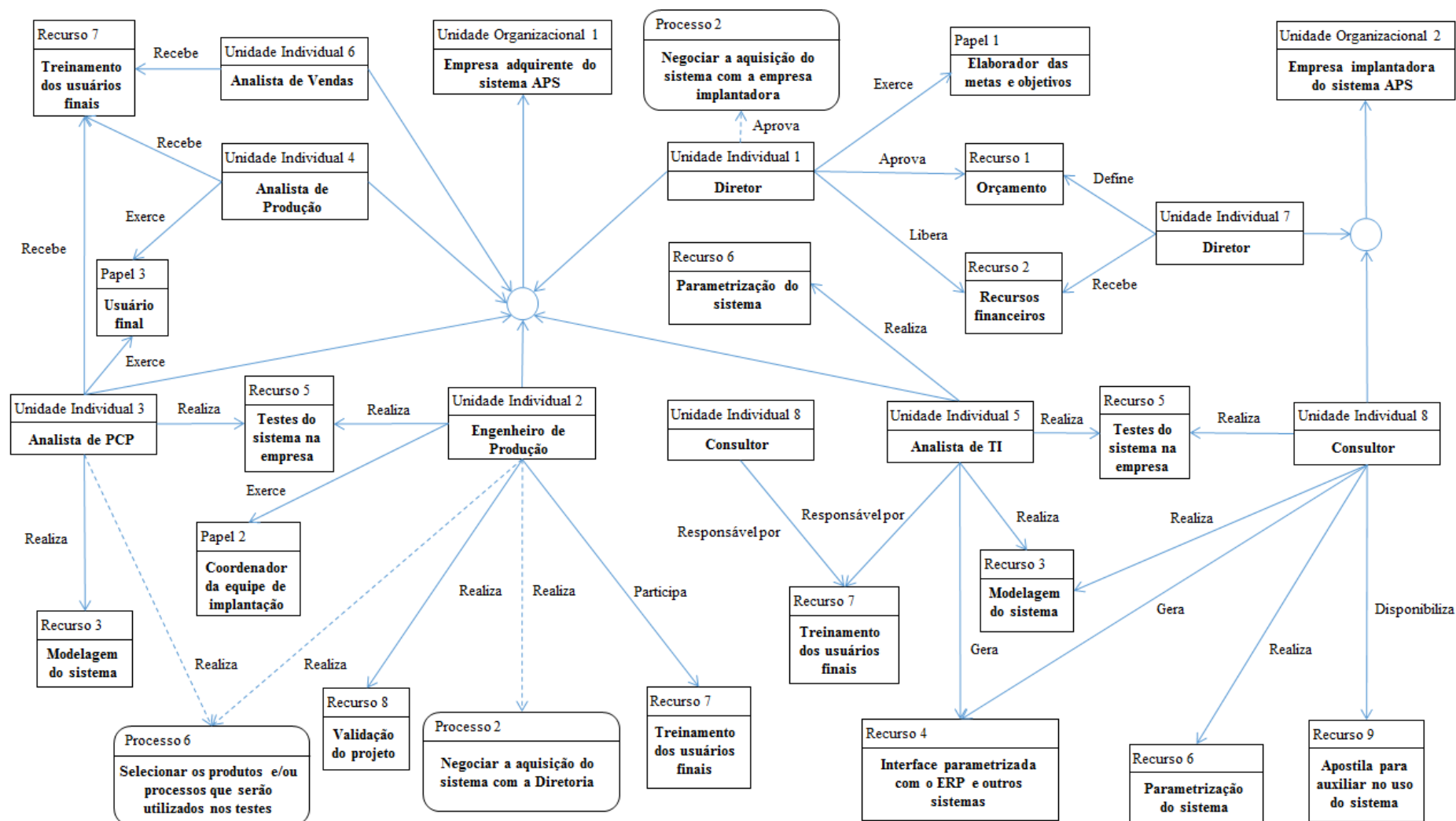


FIGURA 2 - Sistematização dos Atores e Recursos, e Processos do modelo de empresas para projetos de implantação de sistemas APS.

4. Considerações finais

De acordo com dados coletados nos estudos de caso realizados na pesquisa de campo deste trabalho, empresas que implantam sistemas APS podem se tornar mais competitivas por meio da redução dos *lead times* industriais, com consequentes redução de prazos de entrega e aumento e antecipação do faturamento; melhoria de sua reputação junto aos clientes; maior produtividade no trabalho; melhor gerenciamento da cadeia de suprimentos; dentre outros benefícios. Entretanto, apesar de todos benefícios que os sistemas APS podem proporcionar, para que os mesmos sejam obtidos, é necessário que o projeto de implantação seja realizado de maneira bem-sucedida.

Esta pesquisa representa um ponto de partida para futuros trabalhos sobre projetos de implantação de sistemas APS na perspectiva de modelagem de empresas. O modelo de empresas desenvolvido é uma contribuição que pode ser expandida, explorada e refinada em futuras pesquisas sobre estas duas áreas do conhecimento.

As principais contribuições práticas e científicas da pesquisa são:

- Apoio ao aumento do aprendizado organizacional sobre projetos de implantação de sistemas APS, tanto para pesquisadores acadêmicos, quanto para profissionais de mercado, ao apresentar e forma sistemática uma visão geral sobre o desenvolvimento de tais projetos.
- Representação do projeto de implantação de sistemas APS no modelo de empresas que foi desenvolvido e sistematizado com os modelos de Objetivos, Regras do Negócio, Processos e Atores e Recursos da metodologia 4EM, o que além de permitir a representação de uma visão geral da situação atual de tais projetos, permite sua análise ou orientação a partir de outras perspectivas.
- Melhoria na comunicação entre membros de projetos de implantação de sistemas APS e apresentação de um modelo amplo e consistente que combina visões de funcionários de diferentes empresas que participaram em projetos de implantação.
- Contribuições para a literatura de sistemas APS, ao preencher lacunas de pesquisa sinalizadas em trabalhos anteriores, descrever projetos de implantação realizados em três empresas e propor uma nova abordagem analítica para tais projetos.

Com base nas informações obtidos nos estudos de caso, verificou-se que os profissionais envolvidos não dão atenção à necessidade de apresentação clara dos principais fundamentos dos sistemas APS, não sendo apresentado nesta pesquisa o Modelo de Conceitos da metodologia 4EM. Do mesmo modo, nenhuma das três empresas possuía sistemas de

informação para apoio ao projeto de implantação. Futuras pesquisas podem desenvolver estudos de caso em empresas que possuíam sistemas de informação para apoio ao projeto de implantação, e acrescentar os principais termos relacionados a estes sistemas. Assim, de posse dessas informações será possível desenvolver um Modelo de Conceitos e um Modelo de Componentes e Requisitos Técnicos, e uni-los aos demais modelos apresentados nesta pesquisa.

Referências

- ASLAN, B.; STEVENSON, M.; HENDRY, L. C. Enterprise Resource Planning systems: an assessment of applicability to Make-To-Order companies. *Computers in Industry*, v. 63, n. 7, p. 692-705, 2012.
- BERIO, G.; VERNADAT, F. Enterprise modelling with CIMOSA: functional and organizational aspects. *Production Planning & Control*, v. 12, n. 2, p. 128-136, 2001.
- BOCCA, F. F.; RODRIGUES, L. H. A.; ARRAES, N. A. M. When do I want to know and why? Different demands on sugarcane yield predictions. *Agricultural Systems*, v. 135, p. 48-56, 2015.
- BRAHA, D.; STACEY, B.; BAR-YAM, Y. Corporate competition: a self-organized network. *Social Networks*, v. 33, n. 3, p. 219-230, 2011.
- BRANDENBURG, M.; TÖLLE, F.-J. MILP-based campaign scheduling in a specialty chemicals plant: a case study. *OR Spectrum*, v. 31, n. 1, p. 141-166, 2009.
- BRUN, A.; CARIDI, M.; SALAMA, K. F.; RAVELLI, I. Value and risk assessment of supply chain management improvement projects. *International Journal of Production Economics*, v. 99, n. 1/2, p. 186-201, 2006.
- BUBENKO, J.; BRASH, D.; STIRNA, J. *EKD user guide*. ELEKTRA: Electrical Enterprise Knowledge for Transforming Applications: Project n. 22927, 1998.
- BUBENKO, J.; PERSSON, A.; STIRNA, J. *EKD D3: User guide of the knowledge management approach using enterprise knowledge patterns*. Hyperknowledge IST-2000-28401, 2001.
- EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.
- FRAYRET, J.-M.; D'AMOURS, S.; ROUSSEAU, A.; HARVEY, S.; GAUDREAU, J. Agent-based supply-chain planning in the forest products industry. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, v. 19, n. 4, p. 358-391, 2007.
- GARCIA-SABATER, J. P.; MAHEUT, J.; GARCIA-SABATER, J. J. A two-stage sequential planning scheme for integrated operations planning and scheduling system using MILP: the case of an engine assembler. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, v. 24, n. 2, p. 171-209, 2012.
- GEN, M.; LIN, L.; ZHANG, H. Evolutionary techniques for optimization problems in integrated manufacturing system: state-of-the-art-survey. *Computers & Industrial Engineering*, v. 56, n. 3, p. 779-808, 2009.
- GIACON, E.; MESQUITA, M. A. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. *Gestão & Produção*, v. 18, n. 3, p. 487-498, 2011.
- GUERRINI, F. M.; PELLEGRINOTTI, C. C. Reference model for collaborative management in the automotive industry. *Production Planning & Control*, v. 27, n. 3, p. 183-197, 2016.
- IVERT, L. K. Shop floor characteristics influencing the use of Advanced Planning and Scheduling systems. *Production Planning & Control*, v. 23, n. 6, p. 452-467, 2012.
- IVERT, L. K.; JONSSON, P. The potential benefits of Advanced Planning and Scheduling systems in Sales and Operations Planning. *Industrial Management & Data Systems*, v. 110, n. 5, p. 659-681, 2010.
- IVERT, L. K.; JONSSON, P. Problems in the onward and upward phase of APS system implementation: why do they occur? *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 41, n. 4, p. 343-363, 2011.
- KASSEM, M.; DAWOOD, N.; MITCHELL, D. A structured methodology for enterprise modeling: a case study for modeling the operation of a British organization. *Journal of Information Technology in Construction*, v. 16, p. 381-410, 2011.

- KAVAKLI, E.; KALLONIATIS, C.; LOUCOPOULOS, P.; GRITZALIS, S. Incorporating privacy requirements into the system design process: The PriS conceptual framework. *Internet Research*, v. 16, n. 2, p. 140-158, 2006.
- LIN, C-H.; HWANG, S-L.; WANG, E. M-Y. A reappraisal on Advanced Planning and Scheduling systems. *Industrial Management & Data Systems*, v. 107, n. 8, p. 1212-1226, 2007.
- LUPEIKIENE, A.; DZEMYDA, G.; KISS, F.; CAPLINSKAS, A. Advanced Planning and Scheduling systems: modeling and implementation challenges. *INFORMATICA*, v. 25, n. 4, p. 581-616, 2014.
- MERTINS, K.; JOCHEM, R. Architectures, methods and tools for enterprise engineering. *International Journal of Production Economics*, v. 98, n. 2, p. 179-188, 2005.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- NURCAN, S. Analysis and design of co-operative work process a framework. *Information and Software Technology*, v. 40, n. 3, p. 143-156, 1998.
- OLLUS, M.; JANSSONA, K.; KARVONENA, I.; UOTIA, M.; RIIKONENA, H. Supporting collaborative project management. *Production Planning & Control*, v. 22, n. 5/6, p. 538-553, 2011.
- PÁDUA, S. I. D. Estudo sobre a aplicação do método de avaliação do modelo de processos de negócio do EKD. *Produção*, v. 22, n. 1, p. 155-172, 2012.
- PÁDUA, S. I. D.; CAZARINI, E. W.; INAMASU, R. Y. Modelagem organizacional: captura dos requisitos organizacionais no desenvolvimento de sistemas de informação. *Gestão & Produção*, v. 11, n. 2, p. 197-209, 2004.
- PANG, L. Y.; LI, Z.; HUANG, G. Q.; ZHONG, R. Y.; PAN, Y.; QU, T. Reconfigurable Auto-ID enabled Software as a Service (SaaS) shell for real-time fleet management in industrial parks. *Journal of Computing in Civil Engineering*, v. 29, n. 2, p. 1-13, 2015.
- PESSOA, M. A. O.; MONTESCO, R. A. E.; JUNQUEIRA, F.; SANTOS FILHO, D. J.; MIYAGI, P. E. Time windows and constraint programming to deal with strong restriction in the due date of productive systems. *Annual Reviews in Control*, v. 38, n. 1, p. 134-146, 2014.
- ROLLAND, C.; NURCAN, S.; GROSZ, G. A decision making pattern for guiding the Enterprise Knowledge Development process. *Information and Software Technology*, v. 42, n. 5, p. 313-331, 2000.
- ROMO-FERNÁNDEZ, L. M.; LÓPEZ-PUJALTE, C.; BOTE, V. P. G.; MOYA-ANEGÓN, F. Analysis of Europe's scientific production on renewable energies. *Renewable Energy*, v. 36, n. 9, p. 2529-2537, 2011.
- RUDBERG, M.; CEDERBORG, O. APS for tactical planning in a steel processing company. *Industrial Management & Data Systems*, v. 111, n. 4, p. 608-628, 2011.
- SANDKUL, K.; STIRNA, J.; PERSSON, A.; WIBOTZKI, M. *Enterprise modeling: tackling business challenges with 4EM method*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.
- SANTA-EULALIA, L. A.; FRAYRET, J-M.; D'AMOURS, S. Essay on conceptual modeling, analysis and illustration of agent-based simulations for distributed supply chain planning. *INFOR*, v. 46, n. 2, p. 97-116, 2008.
- SETIA, P.; SAMBAMURTHY, V.; CLOSS, D. J. Realizing business value of agile IT applications: antecedents in the supply chain networks. *Information Technology and Management*, v. 9, n. 1, p. 5-19, 2008.
- STEGER-JENSEN, K.; HVOLBY, H-H.; NIELSEN, P.; NIELSEN, I. Advanced Planning and Scheduling technology. *Production Planning & Control*, v. 22, n. 8, p. 800-808, 2011.
- VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- WIERS, V. C. S. A case study on the integration of APS and ERP in a steel processing plant. *Production Planning & Control*, v. 13, n. 6, p. 552-560, 2002.
- WIERS, V. C. S. The relationship between shop floor autonomy and APS implementation success: evidence from two cases. *Production Planning & Control*, v. 20, n. 7, p. 576-585, 2009.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Tradução Daniel Grassi. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- ZHONG, R. Y.; LI, Z.; PANG, L. Y.; PAN, Y.; QU, T.; HUANG, G. Q. RFID-enabled real-time Advanced Planning and Scheduling shell for production decision making. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, v. 26, n. 7, p. 649-662, 2013.
- ZORYK-SCHALLA, A. J.; FRANSOO, J. C.; DE KOK, T. G. Modeling the planning process in Advanced Planning Systems. *Information & Management*, v. 42, n. 1, p. 75-87, 2004.