

O PLANEJAMENTO AVANÇADO DA PRODUÇÃO NAS ATIVIDADES DE ENGENHARIA DO PRODUTO: APRESENTAÇÃO DE UMA PESQUISA-AÇÃO BRASILEIRA

APPLICATION OF ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING IN PRODUCT ENGINEERING ACTIVITIES: PRESENTATION OF A BRAZILIAN RESEARCH-ACTION

José Antonio TONETTO

Universidade de Araraquara - UNIARA
tonettoja@yahoo.com.br

André Luiz ROMANO

Universidade Aberta de Lisboa
andreromano1973@hotmail.com

Josadak Astorino MARÇOLA

Universidade Paulista – UNIP
josadak@gestareconsultoria.com.br

Recebido em 02/2018 – Aprovado em 09/2018

Resumo

A necessidade de previsibilidade e acuracidade da entrega de serviços de projeto do produto à fábrica motivou a utilização de um software especialista em Planejamento Avançado da Produção no setor de engenharia numa empresa metal mecânica. Os resultados mais representativos foram: maior confiabilidade no cumprimento dos prazos de entrega, minimização das multas por atraso na entrega dos equipamentos, visualização da ocupação dos colaboradores e identificação do gargalo. Neste tipo de ambiente produtivo a programação das atividades de Engenharia do Produto deve ser feita de forma coerente - vertical e horizontal - e alinhada com Plano Mestre de Produção e programação da produção.

Palavras-chave: Sistemas de Planejamento Avançado da Produção; Programação; Engenharia do Produto.

Abstract

The need for predictability and accuracy in the product design delivery services to the shop-floor led on the use of Advanced Production Planning (APS) in the engineering sector in a metal-mechanic company. The most representative results were: greater fulfillment the due dates, minimization of financial penalties for equipment delayed delivery, visualization of the employees occupation and bottleneck identification. In this type of productive environment the Product Engineering activities programming must be done consistently - vertical and horizontal - and aligned with the Master Production Plan and production scheduling.

Keywords: *Advanced Planning and Scheduling Systems; Scheduling; Product Engineering*

1 INTRODUÇÃO

A integração dos processos de negócio das empresas é cada vez mais importante por toda a cadeia de valor, sendo os sistemas de informação potenciais diferenciadores para as empresas, conforme aponta Jayawickrama, Liu e Smith (2016). Olson, (2004) afirma que entre os benefícios esperados da adoção de sistemas integrados de informação estão a minimização das redundâncias e a melhoria da integridade de segurança das informações. As empresas, sobretudo, enfrentam desafios no aprimoramento do desempenho de seus processos, incrementando sua produtividade. Os sistemas de gestão são indispensáveis para esses resultados, sendo o sistema Advanced Planning and Scheduling (APS) uma das ferramentas de auxílio a esse fim, permitindo novas estratégias de produção.

Não é recente o uso de sistemas, definidos na literatura de sistemas híbridos, na condução de uma das principais funções de coordenação e execução de atividades operacionais na indústria, planejamento e controle da produção. Especificamente, dentro do escopo de atuação desta função, encontra-se o módulo de

planejamento e controle da produção dos sistemas corporativos e a interface com sistemas especialistas em programação da produção, mais conhecidos como sistemas ou softwares APS, que comumente requerem a construção de um modelo de processos de fabricação e de otimização do uso dos recursos de manufatura a partir da definição de regras específicas de sequenciamento, além de uma interface amigável entre estes sistemas de modo a facilitar a transferência dos dados.

Softwares especialistas em programação da produção, mais especificamente os softwares “Advanced Planning and Scheduling Systems (APS)”, em conjunto com os Sistemas Integrados de Gestão (ERP – Enterprise Resource Planning) suportam o processo de atendimento à demanda no ambiente industrial de modo muito mais preciso e consistente (Seitz, 2017).

O principal dado de entrada é a lista de ordens de produção a serem executadas, e que devem ser programadas pelo sistema, mais especificamente através do modelo de processos de fabricação do sistema de produção para o qual a programação da produção foi definida, Já o modelo de processo, deve conter diversos dados tecnológicos como os roteiros de fabricação, os recursos de manufatura, tempo de processamento, dispositivos, ferramental e dados gerenciais como calendário de recursos, turnos de trabalho, entre outros, a fim de considerar os limites de capacidade e as prováveis perdas de tempo e de materiais durante a fabricação. Como a saída, o sistema libera as listas de tarefas das ordens de fabricação a serem executadas e sinaliza, a partir da Lista de Materiais (BOM – Bill of Materials), se as quantidades de matérias primas e componentes são suficientes para atender aos requisitos dos materiais para uma determinada programação, informando o planejamento da rede de fornecimento e as restrições existentes para o plano a ser executado.

Como o APS é responsável por programar as operações de fabricação, apresentando informações prévias dos possíveis problemas originados na execução de uma lista de

atividades, eles são importantes para tomada de ações preventivas em qualquer ambiente de produção, serviço ou manufatura, ou mesmo para se adotar procedimentos e o uso mais adequado de ferramentas tecnológicas para suportar o dia-dia operacional. Este artigo apresenta uma solução implementada com a utilização de um software APS para o controle das tarefas no setor de engenharia do produto em uma empresa do setor metal mecânico e os resultados obtidos.

Assim, considerando a relevância do tema, em um ambiente multi-projetos, onde diversas encomendas estão em atendimento ao mesmo tempo, com fase de engenharia existente, o objetivo central desse artigo é definir e modelar como executar a programação de atividades da Engenharia do Produto, para todos os seus recursos produtivos diretos (projetistas, desenhistas e assistentes) num cenário em que os projetos podem ser liberados parcialmente e paulatinamente para a fábrica com o decorrer do tempo.

Esse artigo está estruturado da seguinte forma. Na seção 2 é realizada uma revisão de literatura com ênfase em programação da produção e Planejamento Avançado da Produção (APS). Na seção 3 o método de pesquisa é apresentado. Na seção 4, a pesquisa ação na empresa focal é apresentada, com destaque para a fase de implementação da solução APS, e a divisão do processo em momentos físicos e tecnológicos determinantes da programação das atividades de engenharia e atendimento do pedido. Finalmente, na seção 5 as considerações finais são apresentadas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico é realizado uma breve revisão da literatura sobre programação da produção e Planejamento Avançado da Produção (APS).

2.1 Programação da Produção

Sipper e Bulfin (1997) definem a programação como o processo de organizar, escolher e alocar no tempo o uso dos recursos para realizar a

produção no momento desejado, ressaltando que esta atividade requer atendimento de excessivo número de restrições e de relações entre tarefas e recursos. Para Vollmann et. al (2006), programar é definir a carga dos centros de trabalho e os momentos nos quais deve ser executada cada tarefa que compõem a carga de trabalho, no intuito de cumprir os prazos e os programas de entrega assumidos com os clientes. O autor ressalta que essa atividade tem forte interação com planejamento e controle da capacidade e com o controle da produção no ambiente produtivo. De modo análogo, Slack (2015) define a programação como um cronograma de atividades detalhado após definido a sequência das operações, com declarações de volume e datas-horas planejadas para realização das tarefas.

Segundo Plenert e Kirchmier (2000), para um sistema de programação da produção com capacidade finita são necessários praticamente os mesmos dados necessários para rodar o MRP II, sendo necessário apenas tratamento diferenciado para os tempos produtivos. Ainda para Plenert e Kirchmier (2000), esses dados são:

- **Cadastros dos Centros de Produção:** Contém para cada centro, seu código de identificação, sua descrição e informação da capacidade disponível;
- **Roteiros de Fabricação:** define as operações necessárias para a produção de um produto. Os roteiros e tempos de preparação e produção são utilizados na elaboração das ordens. Os roteiros podem incluir informação sobre restrições, por exemplo, que determinada operação só pode acontecer num centro de produção específico, embora esses dados possam residir em outros arquivos;
- **Arquivo de Ordens de Produção:** os dados mínimos a serem procurados neste arquivo são a identificação da ordem, data de liberação da ordem, data de entrega, quantidade, prioridade, e identificação do cliente. Ainda, pode-se incluir dentro deste arquivo às operações para completar a ordem, cada uma com

datas de início-fim e tempos de preparação – fixos ou dependentes da sequência, conformando uma matriz de *setup* – e de produção – calculados conforme os tempos padrão (arquivo de roteiros) e a quantidade (ordem de produção / pedido do cliente). Vale destacar que um pedido pode gerar mais de uma ordem de produção.

- **Calendário dos Recursos Produtivos:** para cada recurso produtivo deve-se efetuar o cadastro das jornadas de trabalho, dos turnos de trabalho, da programação de férias – quando tratar-se de mão de obra, de manutenção preventiva -quando tratar-se de máquinas operatrizes, entre outros (NARASIMHAN, MC LEAVEY E BILLINGTON, 1995)

2.2 Sistema APS

Os Advanced Planning and Scheduling Systems (APS), conhecido no Brasil como Planejamento Avançado da Produção, podem ser definidos como sistemas especialistas em planejamento e programação avançada de operações que utilizam o conceito de programação com capacidade finita, sendo capazes de considerar as diversas variáveis de um sistema produtivo, ao gerar um plano de produção viável e factível (FAÉ; EHRART, 2005; GIACON; MESQUITA, 2011; SOUSA, 2012). De acordo com Plenert e Kirchmier (2000), os sistemas APS atuais incorporam, dentre outros recursos, a funcionalidade da programação finita. No dicionário da APICS (Blackstone Jr e Cox III, 2005) o APS é definido como técnicas que lidam com a análise e o planejamento da logística e a manufatura no curto, médio e longo prazo.

Teixeira Jr. (2009) enfatiza que os softwares APS são sistemas de apoio à decisão que não visam substituir os gerentes produção, mas sim potencializar o seu trabalho, através de avançadas interfaces com o usuário, permitindo qualquer tipo de alteração nos planos gerados e fazendo com que as reprogramações sejam possíveis considerando as particularidades de utilização em cada segmento. O índice de

utilização de softwares APS é restrito, devido ao alto custo de aquisição e implementação.

Os softwares APS possuem uma grande capacidade para a programação da produção levando em consideração a capacidade finita dos recursos e surgiram para que as empresas pudessem otimizar a produção com redução de custos, aumento das margens do produto, menor inventário e aumento de produção realizada. Com esses sistemas é possível decidir quanto produzir de cada ordem, em qual sequência e em quais máquinas (LEE, JEONG E MOON, 2002). Com a implementação de softwares APS objetiva-se a integração de todas as operações produtivas de uma empresa, podendo também se estender para toda sua cadeia de suprimentos, considerando recursos finitos de produção e todas as restrições envolvidas no ambiente produtivo (TEIXEIRA JR., 2009).

Ambas funções estão conectadas, pois influenciam na escolha e definição dos recursos produtivos para as ordens de produção. Sendo assim as atividades de planejamento e programação devem ser executadas em conjunto, sendo agravado pela complexidade da sequência das operações e disponibilidade dos recursos produtivos (MOON; SEO, 2005; STEINER; ZHANG, 2011).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Segundo a classificação proposta por Vergara (2006), esta pesquisa é classificada em relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins é categorizada como pesquisa aplicada, pois os problemas tratados são concretos e foram identificados na empresa objeto do estudo. Quanto aos meios, trata-se de uma pesquisa-ação, ao enquadrar-se na definição de Miguel et. Al. (2011), pois os pesquisadores e os participantes da situação analisadas atuaram de forma cooperativa, buscando coletivamente a resolução de um problema. Além disso, de acordo com Tripp (2005), na pesquisa ação ocorre a o processo de mudança sustentado pela análise e investigação de dados confiáveis e válidos e,

determinação do objetivo principal do trabalho: conhecimento teórico ou aprimoramento na prática.

Este trabalho foi desenvolvido seguindo as orientações de elaboração de uma Pesquisa-Ação,

3.1 Pesquisa-Ação na Empresa Focal

Neste tópico é descrito a caracterização da empresa, delimitação do problema, o processo completo de implementação e os resultados advindos desse projeto.

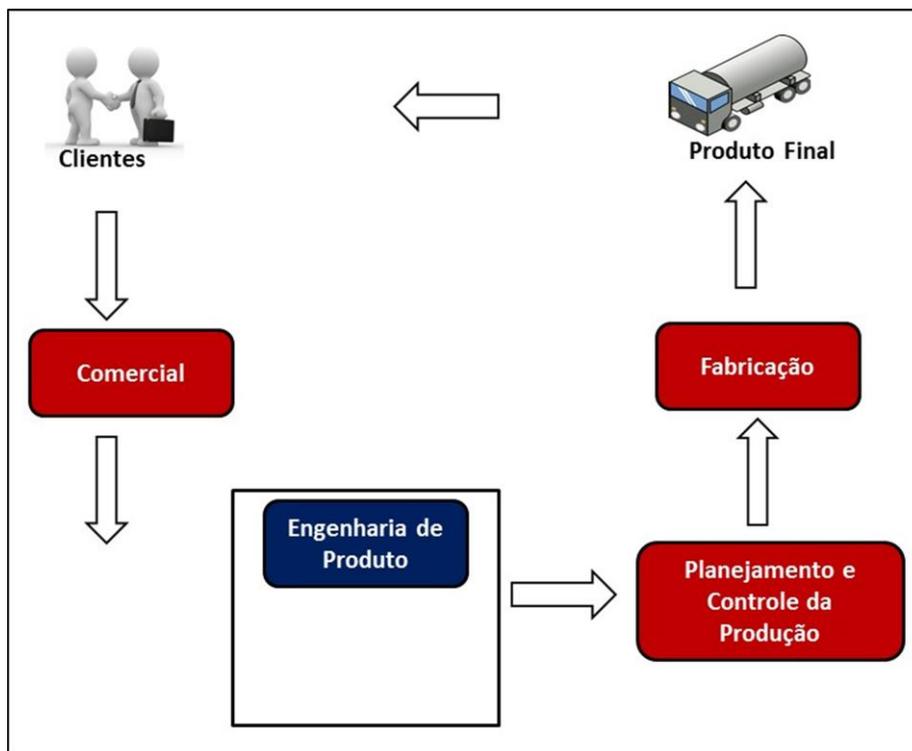


FIGURA 1 – Macro-processo de Negócio de Atendimento do Pedido. Fonte: Elaborado pelos autores.

tendo todos os seus passos executados. Desta forma, o trabalho foi realizado do seguinte modo:

- Na **Fase1** foi efetuado levantamento de informações sobre a empresa e os projetos que eram desenvolvidos;
- Na **Fase 2** a implantação de conceitos de APS e modelagem do APS para o setor de Engenharia do Produto;
- Na **Fase 3** posto em marcha o processo de monitoramento e executados pequenos ajustes na solução proposta originalmente.

Apresentação da empresa

A empresa objeto do estudo encontra-se sediada no Interior do Estado de São Paulo, conta com aproximadamente 450 colaboradores e é líder no mercado de equipamentos para apoio logístico operacional. Fornece equipamentos para diversos setores, como canavieiro, construção civil, mineração, florestal, agrícola e concessão de serviços públicos, entre outros.

Possui uma linha completa de produtos destinados à: lubrificação e abastecimento de máquinas em frentes de trabalho mecanizadas, tanques rodoviários para mistura, transporte e transferência de defensivos e adubos fluidos, oficinas volantes para manutenção e reparos em canteiros de obras, tanques pipas para transporte

de água potável, lavação de ruas, umedecimento e tratamento de solo.

O setor Engenharia de Produto é dos principais fornecedores técnico de informação para a Área Fabril, pois libera os projetos dos produtos – cadastro de itens, lista de materiais, desenhos de conjunto, desenhos detalhados, entre outros documentos – que serão fabricados pela produção.

Situação Inicial – entendimento do contexto e propósito

A produção da empresa é feita totalmente sob encomenda. Todo pedido inicia-se no setor comercial, que negocia e configura o produto de acordo com aplicação informada pelo cliente. Após o pedido confirmado, o Departamento de Vendas encaminha o pedido para o Departamento de Engenharia de Produto adequar e/ou customizar tecnicamente o projeto. Com todas as etapas de elaboração do projeto concluídas, o setor de PCP executa o planejamento da fabricação, e direciona as ordens de fabricação para produção construir fisicamente o produto, conforme mostra a figura 1.

A Engenharia do Produto é formada por 22 colaboradores, entre engenheiros projetistas e desenhistas. Em média são gerados aproximadamente 180 pedidos de venda por mês, sendo que cada projeto tem aproximadamente 300 novos desenhos. A média da carteira de encomendas é de 600 projetos. A grande maioria dos colaboradores da Engenharia do Produto, notadamente os projetistas e detalhistas são especializados, organizados e alocados nas cinco Linhas de Produtos da empresa. A saber: (i) abastecimento e Lubrificação Móvel; (ii) manutenção e Assistência Móvel; (iii) Combate a Incêndios, Lavagem e Irrigação; (iv) tratamento de Solo, Lavagem e Irrigação; e (v) Calda Pronta de Defensivos e Fertilizantes.

Antes da implantação do software APS, havia uma grande dificuldade para o Gerente da Engenharia

do Produto em distribuir, programar e controlar as atividades e a carga de trabalho dos 22 colaboradores, no tempo, atendendo as solicitações do Plano Mestre de Produção (MPS) e respeitando lead time da fabricação, para conclusão do produto acabado no prazo acertado com cliente.

Além disso, existem alguns fatores que dificultam a coordenação e a realização das atividades como: o atraso do cliente para confirmar o modelo do veículo – que modifica a forma de conceituar e desenvolver o projeto, chegada do veículo na empresa – que impede que determinadas tarefas sejam executadas, multas por atraso na entrega, data de entrega do produto acabado, maior controle e precisão do lead time de fabricação, entre outros.

Deste modo, o grande desafio para a Engenharia do Produto era o de coordenar e distribuir adequadamente, no tempo, as atividades de projeto do produto dos diversos colaboradores, respeitando as especificidades de conhecimento requerida por cada Linha de Produto.

Processo de Implementação

Para a utilização de um Sistema APS que executa a programação de operações, assumiu-se que a Engenharia do Produto é um setor de transformação de informações que recebe dados e a partir deles concebe o projeto, sendo cada colaborador um Recurso de Transformação. Dentre os principais entregáveis da Engenharia do Produto pode-se destacar: cadastro do item, cadastro da lista de materiais, desenhos de arranjo geral, desenhos de conjuntos, desenhos detalhados, manual técnico de operação, manual técnico de manutenção, dentre outras.

Para realizar os entregáveis são necessárias atividades, ordenadas de forma tecnológica, demandando recursos (projetistas, desenhistas e assistentes de engenharia), com posterior determinação e associação do tempo planejado para execução das atividades. Trata-se, portanto, da elaboração do roteiro de atividades, similar ao roteiro de fabricação utilizado no ambiente fabril,

que a Engenharia do Produto deve seguir para concluir elaboração do Projeto do Produto associado a cada pedido de venda.

Definição dos Momentos

Além disso, em decorrência da existência de

conclusivas para encerramento das atividades de projeto do produto a fim de atender requisitos técnicos do pedido de venda.

Elaboração do Roteiro de Atividades

A tabela 1 mostra, para cada Momento, a sequência tecnológica factível de ser realizada, e incorporada no software APS PREACTOR para



FIGURA 2 – Divisão dos Momentos. Fonte: Elaborado pelos autores.

marcos distintos, caracterizados por um evento físico, que possibilita a liberação de um conjunto de atividades para Engenharia do Produto, dividiu-se o roteiro de execução das tarefas em três momentos, conforme mostrado na Figura 2. Essa característica é inerente ao ambiente de atuação da empresa e uma particularidade desse tipo de mercado, que depende da definição e recebimento do veículo (caminhão), para conclusão do projeto, foram definidos três momentos:

- Confirmação do pedido de venda - este evento possibilita a liberação que um conjunto particular de atividades passível de ser executada pelos colaboradores da Engenharia do Produto, sem existência de retrabalho decorrente de definições posteriores.
- Confirmação da marca e modelo do veículo – em qual será instalado e adaptado o equipamento, fato este que permite a liberação de outro conjunto de atividades, completar ao Momento 1, possa ser liberada para execução Engenharia de Produto.
- Recebimento físico do veículo - possibilitando a obtenção de informações adicionais e

programação dos Recursos Humanos da Engenharia do Produto, respeitando a restrição do conhecimento técnico inerente a cada Linha de Produto.

Logo na sequência, foram estabelecidos tempos padrões para a execução de cada operação a ser executada, associado a cada tipo de produto existente nas cinco Linhas de Produto da Empresa. Posteriormente, todas essas informações – grupo de recursos / recursos / calendário de trabalho / roteiros de atividade completo para cada produto – foram cadastrados no software APS Preactor, constituindo o conjunto de dados técnicos necessários para a realização da tarefa de programação dos recursos de engenharia.

Processo de Programação das tarefas da Engenharia do Produto

A Figura 3 ilustra a visão do Quadro de Gantt, onde são programadas todas as operações do setor e o programador visualiza a ocupação dos recursos (projetistas e detalhistas) do Setor de Engenharia do Produto.

TABELA 1 – Operações padrão

1º MOMENTO	2º MOMENTO	3º MOMENTO
Confirmação do Pedido	Confirmação do Veículo	Recebimento do Veículo
Cadastro do Produto	Cálculo de Distribuição do Peso	Ficha do Serviço de Adequação
Lista de Materiais Robusta	Relatório do Memorial de Cálculo	Desenho do Kit de Fixação
Lista de Acessórios	Cálculo do Acionamento Mecânico	Publicação (Databook)
Lista de Componentes	Cálculo do Acionamento Hidráulico	
Desenhos da Calderaria I	Desenho de Corte e Dobra II	
Desenho de Corte e Dobra I	Ficha – Relação de Passarinhos	
	Desenho de Calderaria II	
	Desenho de Caldeiraria III	
	Desenho e Montagem das Plataformas	
	Desenho de Layout	
	Ficha – Planilha Geral	
	Publicação do Manual	

Fonte: Elaborado pelos autores

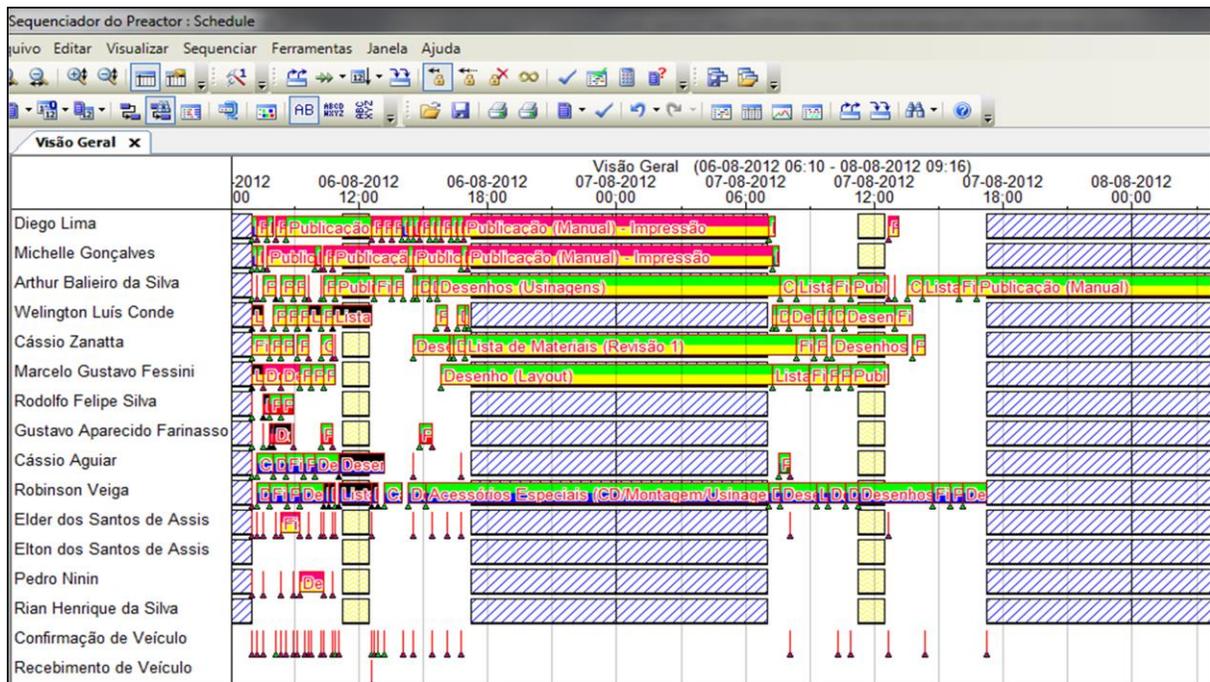


FIGURA 3 - Tela de programação. Fonte: Elaborado pelos autores.

TABELA 2 – Lista de Tarefas por Colaborador

Secondary Calendars	Recurso 1										
	Order No.	Customer	Product	Part No.	Qty.	Op. No.	Lot	Operation Name	Start Time	End Time	Op. Progress
	122730	Asperbrás	Multiflex	15	0	10	1	Cadastro (Benner/Database Eng)	6/8/2012 7:00	6/8/2012 7:00	Not Started
	122545	Ldc (Jardest)	Agribomba S	25	0	10	1	Cadastro (Benner/Database Eng)	6/8/2012 7:00	6/8/2012 7:00	Not Started
	122732	Asperbrás	Multiflex	15	0	10	1	Cadastro (Benner/Database Eng)	6/8/2012 7:00	6/8/2012 7:00	Not Started
	122733	Asperbrás	Multiflex	15	0	10	1	Cadastro (Benner/Database Eng)	6/8/2012 7:00	6/8/2012 7:00	Not Started
	122756	Sanches Tripoloni	Multiflex	15	0	10	1	Cadastro (Benner/Database Eng)	6/8/2012 7:00	6/8/2012 7:00	Not Started
	122739	Asperbrás	Prodiesel	06	0	10	1	Cadastro (Benner/Database Eng)	6/8/2012 7:00	6/8/2012 7:00	Not Started
	122740	Asperbrás	Prodiesel	06	0	10	1	Cadastro (Benner/Database Eng)	6/8/2012 7:00	6/8/2012 7:00	Not Started
	122830	Mgm (Fbs)	Multiflex	15	0	10	1	Cadastro	6/8/2012 7:00	6/8/2012 7:00	Not Started

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sendo assim, o gestor da área pode distribuir as atividades e ter uma visão da carga de tarefas de cada colaborador. Também, entrega-se para cada colaborador uma Lista de Tarefas que contém operações que devem ser executadas nos próximos três dias, de acordo com a Tabela 2, que representa as Entregas da Engenharia do Produto dentro da sequência de execução determinada na programação do departamento

Resultados

Com um tempo curto de implantação - três meses - obteve-se significativos resultados na melhoria no controle da execução das operações da Engenharia do Produto, notadamente de caráter qualitativo, uma vez que não existiam medidores de desempenho anteriores a implantação do software APS PREACTOR na Engenharia do Produto.

Embora, a visibilidade do gestor da engenharia tenha sido ampliada com a possibilidade de considerar, a partir de um consenso da organização industrial: (i) estabelecer critérios e

regras de priorização dos pedidos baseado na data de entrega e criticidade dos projetos; (ii) maior confiabilidade no cumprimento dos prazos de entrega estabelecidos; (iii) minimização das multas por atraso na entrega dos equipamentos; (iv) controle do gestor da área sobre o andamento das atividades; (v) visualização da ocupação dos colaboradores e identificação rápida e dinâmica do gargalo; e maior visibilidade e melhor comunicação entre os setores de Engenharia do Produto, Comercial, PCP e Produção.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe neste contexto, destacar que somente o fato de propiciar integração entre diversos setores da empresa, como Engenharia do Produto, Comercial, PCP e Produção, através de uma melhor comunicação e trazendo visibilidade as encomendas, além de possibilitar a priorização da execução das tarefas mediante disponibilidade

de recursos, já representa um grande valor do uso do software APS Preactor.

Tal iniciativa, dependendo da complexidade do processo de projeto do produto e fabricação, requer investimentos significativos na área de Tecnologia da Informação, além da capacitação de mão de obra especializada em usar o software APS Preactor, e adequação do modelo ao tipo de processo e produção.

Em empresas que atuam em ambiente Engineer-to-Order (ETO) e Configure-to-Order (CTO), ou seja, em empresas em que todo processo de atendimento de pedido passa necessariamente pela área de Engenharia do Produto, é de extrema relevância que as atividades feitas por essas áreas, que geralmente são liberadas parcialmente durante todo o ciclo de execução do pedido, estejam incorporadas e alinhadas com Plano Mestre de Produção e programação das atividades no chão de fábrica.

REFERÊNCIAS

BLACKSTONE JR. J. H. & COX III, J. F. APICS Dictionary. 11 ed. Alexandria, VA: APICS, 2005.

FAÉ, C. F.; EARTH, A. A Introdução de ferramentas APS nos sistemas de Planejamento, Programação e Controle da Produção. In: Anais XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2005. Porto Alegre RS.

GIACON, E.; MESQUITA, M. A. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. Gestão e Produção, São Carlos, vol.18 no.3, 2011.

JAYAWICKRAMA, U., LIU, S. e SMITH, M. H. “Empirical evidence of an integrative knowledge competence framework for ERP systems implementation in UK industries”, Computers in Industry, Vol. 82, pp. 205-223, 2016.

LEE, Y.; JEONG, C. S.; MOON, C. A. Advanced planning and scheduling with outsourcing in manufacturing supply chain. Computers & Industrial Engineering, v.43 p. 351-374, 2002.

MOON, C.; SEO, Y. Evolutionary algorithm for advanced process planning and scheduling in a multi-plant. Journal Computers & Industrial Engineering, 2005.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; LEE HO, L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2a ed. 2011.

NARASIMHAN, S. L.; MC LEAVEY D. W. & BILLINGTON. P. J. Production Planning and Inventory Control, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1995.

OLSON, D.L. Managerial Issues of Enterprise Resource Planning Systems, McGraw-Hill, Singapore, 2004.

PLENERT, G. & KIRCHMIER, B. Finite Capacity Scheduling: management, selection and implementation. New York: John Wiley & Sons, 2000.

SEITZ, A. M. Data driven approaches increasing robustness, accuracy, and service levels of industrial demand fulfilment. TUM School of Management Production and Supply Chain Management Technical University of Munich, DE-80333 Munich, Germany. Dissertation. 2017.

SIPPER, D. & BULFIN JR.; R.L. Production : Planning, Control and Integration, New York: Mc Graw Hill, 1997.

SLACK, Nigel, et al. Administração da Produção. São Paulo, Atlas, 4° ed, 2015.

STEINER, G., ZHANG, R. Minimizing the weighted number of tardy jobs with due date assignment and capacity-constrained deliveries. Annals of Operations Research, 191(1), 171-181. 2011.

TEIXEIRA JR, R. F. Analysis of the main functionalities of an advanced planning and scheduling system (APS) geared towards small companies. In: POMS 20th Annual Conference, 2009. Orlando-USA. Anais p.1-20, 2009.

TRIPP, D. Pesquisa-Ação: Uma introdução Metodológica. Educação e Pesquisa, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VERGARA, S. C. Métodos de pesquisa em administração. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 287 p.

VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L; WHYBARCK, D.C.; JACOBS, F.R.. Sistemas de planejamento & controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Porto Alegre. Bookman.2006.