

UM MODELO DE REFERÊNCIA EM NOTAÇÃO BPMN PARA UM SISTEMA DE MRP

Tulio Cremonini Entringer¹, Ailton da Silva Ferreira², Denise Cristina de Oliveira², Leonard Barreto Moreira^{2,}*

RESUMO

ENTRINGER, T. C.; FERREIRA, A. S.; NASCIMENTO, D. C. O; MOREIRA, L. B. Um Modelo de Referência em notação BPMN para um sistema de MRP. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, v.15, n.39, p. 49-73,2024.

As empresas estão, progressivamente, investindo em práticas voltadas para melhorias da qualidade da gestão, com a finalidade principal de habilitá-las a atuar de forma competitiva no presente mercado. Para isso, se faz necessário a documentação das atividades e informações dos processos de negócios existentes na organização, visando redução de tempo e custo na elaboração do modelo particular. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de referência dos processos do Planejamento Mestre da Produção (MPS), importante módulo do planejamento e controle da produção (PCP). A metodologia de pesquisa empregada neste trabalho foi dividida nas seguintes etapas: estudo do MPS e

da modelagem de processos de negócios, definição dos processos do modelo de referência, escolha da metodologia e ferramenta de modelagem de processos, desenvolvimento do modelo de referência e do protótipo do *software* e, por fim, análise de resultados. A notação de modelagem empregada foi o BPMN. O protótipo foi desenvolvido por meio da interface Delphi com o intuito de aplicar o modelo no apoio à implantação de programas de gestão empresarial. Como resultados, a partir de uma documentação formal, o modelo mostrou-se um mecanismo útil na compreensão dos processos levantados e apropriado no suporte à implantação de ferramentas de gestão da produção.

Palavras-chave: Modelo de referência. Planejamento e Controle da Produção; Planejamento Mestre da Produção; BPMN.

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF – Laboratório de Engenharia de Produção – LEPROD/CCT – Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP: 28013-602, Brasil.

² Universidade Federal Fluminense – UFF - Laboratório de Química e Biomoléculas – Av Aluizio da Silva Gomes, 50, Granja dos Cavaleiros, Macaé, RJ, CEP: 27930-560, Brasil;

(*)e-mail: leonardbarreto@id.uff.br

Data de recebimento: 08/06/2020

Aceito para publicação: 05/06/2020

Data de publicação: 21/05/2025

A BPMN-BASED REFERENCE MODEL FOR A MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING (MRP) SYSTEM

Tulio Cremonini Entringer¹, Ailton da Silva Ferreira², Denise Cristina de Oliveira², Leonard Barreto Moreira^{2,}*

ABSTRACT

ENTRINGER, T. C.; FERREIRA, A. S.; NASCIMENTO, D. C. O; MOREIRA, L. B. A BPMN-Based Reference Model for a Material Requirements Planning (MRP) System. **Online Perspectives: Exact and Engineering**, v.15, n.39, p.49-73, 2024.

Companies are progressively investing in practices aimed at improving the quality of management, with the main purpose of enabling them to operate competitively in the present market. For this, it is necessary to document the activities and information of the existing business processes in the organization, aiming at reducing time and cost in the elaboration of the particular model. In this context, the objective of this work is to develop a reference model of the Master Production Schedule (MPS) processes, an important module of production planning and control (PPC). The research methodology used in this work was divided into the following stages: study of MPS and business

process modeling, definition of reference model processes, choice of methodology and process modeling tool, development of reference model and prototype of the software and, finally, analysis of results. The modeling notation used was the BPMN. The prototype was developed through the Delphi interface in order to apply the model to support the implementation of business management programs. As results, from a formal documentation, the model proved to be a useful mechanism in the understanding of the processes raised and appropriate in the support to the implantation of production management tools.

Keywords: Reference Model; Production Planning and Control; Master Production Schedule; BPMN.

¹Northern Fluminense State University Darcy Ribeiro – UENF – Production Engineering Laboratory – LEPROD/CCT – Av. Alberto Lamago, 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, RJ, ZIP Code: 28013-602, Brazil.

²Fluminense Federal University – UFF – Laboratory of Chemistry and Biomolecules – Av. Aluizio da Silva Gomes, 50, Granja dos Cavaleiros, Macaé, RJ, ZIP Code: 27930-560, Brazil.

(*)e-mail: leonardbarreto@id.uff.br

Received: 08/06/2020

Accepted: 05/06/2020

Published online: 21/05/2025

1. INTRODUÇÃO

As organizações estão, progressivamente, investindo em práticas voltadas para melhorias da qualidade da gestão, com a finalidade principal de habilitá-las a atuar de forma competitiva no presente mercado, tais como: processos de reengenharia, adoção de um sistema de gestão empresarial integrado (ERP), certificações ISO, produção enxuta, custeio por atividades, entre outras. Entretanto, a grande maioria das ações de melhoria demanda um alto investimento, provoca mudanças no comportamento da empresa e algumas delas possuem um alto custo e longo período de implantação, como por exemplo na adoção de ERP (BREMER; LENZA, 2000; CORREA; SPINOLA, 2015).

Um aspecto comum quando se pretende adotar uma ação voltada para a melhoria da qualidade da gestão empresarial é que a maioria delas exigem que sejam levantadas e documentadas as atividades, informações e recursos dos processos que são realizados pela empresa, isto é, que sejam levantados os Processos de Negócios existentes na organização.

Entretanto, a atividade de modelagem dos processos de negócio ainda não é uma prática comum entre as organizações (THURER; FILHO, 2012), o que colabora para o aumento de custo e de tempo de implantação do sistema ou projetos de melhorias, devido a necessidade de desenvolver novos modelos relativos aos seus Processos de Negócios (BREMER; LENZA, 2000). Se as empresas já possuísem um modelo de referência, essa atividade não seria necessária. De acordo com Scheer (2000), estudos de casos mostraram que o uso de modelos de referência pode reduzir o custo e o tempo de implantação de projetos organizacionais em até 30%.

No contexto empresarial, um dos Processos de Negócios essenciais para as organizações, principalmente para as localizadas em países como o Brasil, onde as atividades de produção são mais acentuadas que o desenvolvimento de produtos, é o Planejamento e Controle da Produção (PCP). Este processo é responsável pelo levantamento da demanda, planejamento da produção, planejamento da capacidade, gestão de materiais, programação da produção, etc. (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010; MUKHOPADHYAY, 2013).

Dentre os conceitos básicos da hierárquica da função do PCP, referentes ao Planejamento de Materiais, destaca-se o Planejamento Mestre da Produção (Master Production Schedule – MPS). De acordo com Vieira e Favaretto (2006), o MPS é uma atividade-chave decisiva, em que os objetivos estratégicos do planejamento de negócios são convertidos em um plano antecipado da produção, da qual as outras programações em níveis inferiores são derivadas.

Segundo Thurer e Filho (2012), a maioria das empresas, em especial as pequenas e médias, tem a ciência de que devem melhorar suas atividades de PCP a fim de obter reduções do “*lead time*” e de “*work in process*” e com isso, obter maior eficiência operacional. Contudo, para os autores, as organizações simplesmente não sabem como fazer isso, uma vez que a grande maioria de pesquisas e soluções para o PCP é focada em grandes e complexas empresas.

Por fim, nota-se uma grande e crescente atenção, tanto do meio acadêmico quanto no empresarial, no desenvolvimento de modelos que apoiem no planejamento de recursos empresariais (CORREA; SPINOLA, 2015). Entretanto, estudos encontrados na literatura direcionados para o desenvolvimento de modelos de PCP são voltados, em sua maioria, para segmentos industriais particulares e que abordam módulos de atividades específicas da gestão da produção.

Com o intuito de apoiar as empresas, em especial as pequenas e médias, no desenvolvimento e implantação de ações de melhorias da gestão empresarial, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo de referência que aborde os Processos de Negócios relacionados as atividades do MPS.

Adicionalmente, este trabalho também objetiva o desenvolvimento de um protótipo de *software* por meio da interface Delphi (linguagem *Object-Pascal*) a fim de aplicar o modelo de referência no suporte à implantação de sistemas de gestão empresarial.

O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 aborda a revisão da literatura a respeito de modelo de referência e MPS; a seção 3 apresenta os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo; a seção 4 apresenta os resultados obtidos; e, finalmente, a seção 5 apresenta as considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Modelo de Referência

A modelagem de referência é definida como o processo de documentar formalmente um domínio problemático com o objetivo de compreender e comunicar as partes interessadas (SIAU, 2004; SIAU; ROSSI, 2011).

Os modelos de referência, os quais podem ser desenvolvidos em situações reais ou em estudos teóricos, documentam os vários aspectos de um processo de negócio (BREMER; LENZA, 2000). De acordo com Scheer (2000), pode-se distinguir entre modelos procedimentais ou de implementação de *softwares* padrão, e modelos de negócios tais como modelos para gestão da produção e desenvolvimento de produtos.

Para Vernadat (1996), um modelo de referência deve conter um determinado grau de generalidade e ser customizável. Sendo assim, deve servir de base para discussão, uma sugestão formal ou semiformal para a elaboração de modelos específicos, trazendo informações referentes ao projeto de um processo de negócio. Já Keller e Teufel (1998) entendem que os modelos de referência podem ser aplicados nos casos de experiência acumulada em um tipo de negócio, e nas soluções de processos de negócios implementadas e executadas em *software* de gestão empresariais.

Vokislav e Leon (2000) propõem que a escolha certa dos modelos de referência ajuda a minimizar possíveis erros nas primeiras fases de modelagem e implantação de sistemas de gestão. Isso permite que o design de um processo ou sistema comece com a escolha apropriada dos requisitos e também com o estabelecimento das características adequadas dadas pelo modelo de referência.

De acordo com Bremer e Lenza (2000), o objetivo do modelo de referência é prover a empresa com uma solução inicial para seus Processos de Negócios, para que, através dessa, seja especificado e detalhado o modelo particular da empresa. Segundo Climent, Mula e Hernández (2009), modelos de referência são úteis na descrição e representação gráfica dos aspectos importantes de determinado processo, distinguindo, por exemplos, pessoas, departamentos e a ligação entre eles. Adicionalmente, Vergidis, Turner e Tiwari (2008) os modelos retratam e representam adequadamente os processos, enfatizando os aspectos que necessitam ser comunicados e tratados.

Bolloju e Leung (2006) sugerem que, durante a fase de análise de um desenvolvimento do sistema de informação, o modelo conceitual pode ser usado para capturar e representar os requisitos de desenvolvimento e implantação de tais tecnologias. Para Scheer (2000), o uso de modelos de referência pode reduzir o custo e o tempo de implantação de projetos organizacionais, como por exemplo na adoção de ERP.

Em uma revisão elaborada por Hernandez, Mula e Ferriols (2008), foi proposto que um modelo de referência descreva os aspectos sociais e físicos do mundo com o objetivo de compreender e comunicar. De forma suplementar, também foi descrito que o modelo de referência deve ir além dos termos "especificações" e "requisitos" e aplicar três conceitos linguísticos (sintaxe, semântica e pragmática) a quatro aspectos da modelagem: linguagem, domínio, modelo e participantes.

Resumidamente, segundo Vernadat (2003), as vantagens em se adotar modelos de referência consistem em redução de tempo e custo no desenvolvimento do modelo particular; comparação das atividades da empresa com as atividades propostas no modelo, isto é, melhores práticas; e melhor suporte na implantação de sistemas de gestão empresarial integrados.

O modelo a ser desenvolvido neste trabalho dará maior ênfase às informações e atividades que compõem o processo de PCP, isso porque tem como objetivo principal o suporte na implantação de melhorias organizacionais, como por exemplo, sistemas de gestão empresarial (Figura 1).

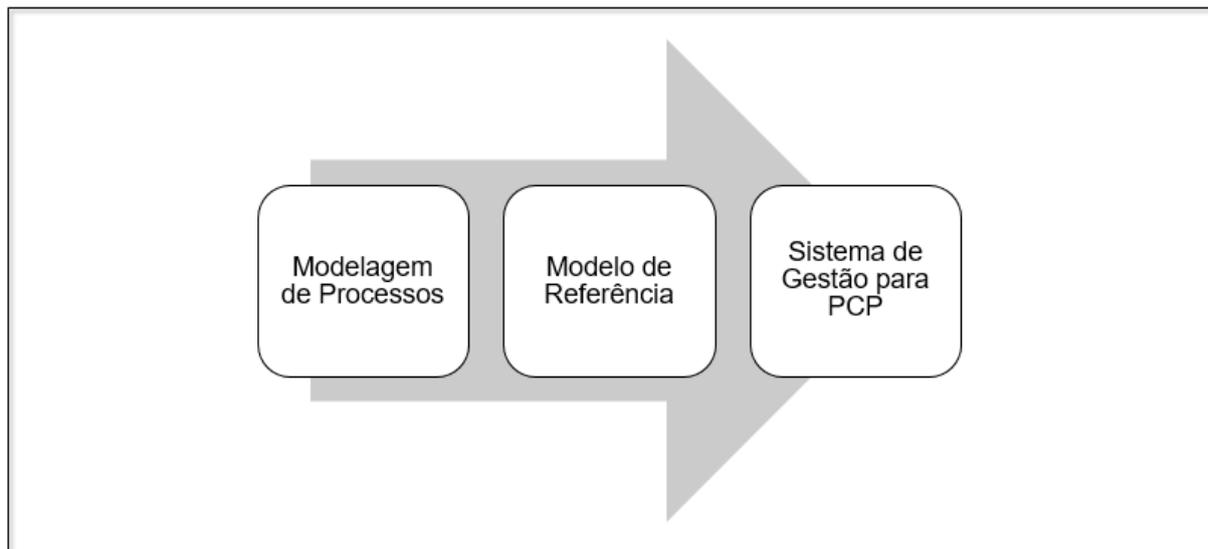


Figura 1. Processo de elaboração do modelo de referência

2.2. Planejamento Mestre da Produção

O Planejamento Mestre da Produção (*Master Production Schedule – MPS*) é elaborado a partir da discretização da demanda de cada período do planejamento agregado da produção em períodos menores e da desagregação da produção em grupos de produtos ou produtos individuais (GAITHER; FRAZIER, 2005).

De acordo com Vieira e Favaretto (2006), o MPS é uma atividade-chave decisiva, em que os objetivos estratégicos do planejamento de negócios são convertidos em um plano antecipado da produção, da qual todos os outros programações em níveis inferiores são derivados.

Para Jonsson e Ivert (2015), o MPS é o processo de desenvolvimento de planos para identificar quais quantidades de produtos devem ser fabricados durante determinados períodos, conduzindo operações em termos do que é montado, fabricado e comprado. Segundo os autores, o MPS também fornece informações sobre as vendas em relação ao que pode ser prometido aos clientes e quando as entregas podem ser feitas, o que torna o método uma ligação vital entre o gerenciamento de pedidos do cliente e a produção.

Sendo assim, observa-se que uma tarefa recorrente encontrada por empresas de manufatura diz respeito ao desenvolvimento do MPS em que os cronogramas e as quantidades de produção para cada um dos itens finais são determinados ao longo de um horizonte temporal pré-especificado. Para As'ad e Demirli (2010), a missão da MPS é traduzir os requisitos do mercado em um plano de produção implementável que use eficientemente os recursos disponíveis, mantendo ao mínimo os

custos associados.

Lalami, Frein e Gayon (2015) destacam que o objetivo do processo MPS é fornecer, para cada linha de produção, a quantidade a produzir de cada referência de produto no horizonte de planejamento. O MPS geralmente é realizado ao longo de um horizonte de médio prazo e é baseado em demandas estimadas ou conhecidas (ENGLBERGER; HERRMANN; MANITZ, 2016). Como as demandas não são conhecidas por todo o horizonte de planejamento, na maioria das aplicações, o planejamento é baseado em previsões de demanda, através do planejamento de ordens de produção, podendo ser realizadas pelo PA. Esse processo é suportado pela verificação da disponibilidade de recursos através do planejamento aproximado da capacidade (OLHAGER, 2013).

O estabelecimento de um MPS estável para facilitar a integração do fabricante e do fornecedor é uma questão importante nas cadeias de fornecimento baseadas em Planejamento de Requisitos de Material (*Material Requiriment Planning* – MRP), abordado no tópico seguinte. Devido a imprevisibilidade de informações sobre a demanda futura, é prática comum que os fabricantes planejem as quantidades de produção de forma contínua, resolvendo um modelo estático de dimensionamento de lotes em um horizonte de planejamento específico usando informações atualmente disponíveis. Passando o tempo, é implementado um subconjunto das primeiras decisões de reposição e, em seguida, o plano é atualizado utilizando dados de demanda coletados desde a última iteração de planejamento (SAHIN; POWELL ROBINSON; GAO, 2008).

A Figura 2 esquematiza as informações necessárias ao Planejamento Mestre da Produção, segundo a concepção de Vollmann (2005).

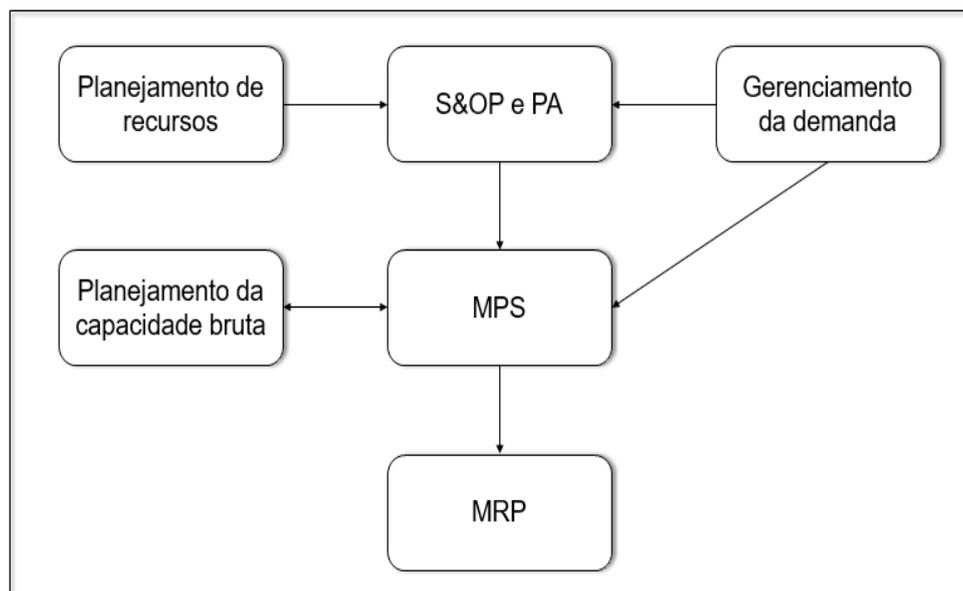


Figura 2. - Informações necessárias para o funcionamento do MPS no sistema de PCP

Fonte: adaptado de Vollmann (2005)

Sendo assim, pode-se afirmar que o MPS é a parte do planejamento executável no médio prazo, definindo quanto vai se produzir de cada produto desagregado da família de produtos e quanto de estoque vai gerar nesse horizonte de planejamento. Os fatores de desagregação são recursos utilizados pela empresa para ajustar a produção à demanda; logo, pode variar de acordo com a conveniência da estratégia da organização (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

É durante esta etapa do planejamento que são emitidas as ordens de fabricação. Moreira (2008)

destaca que o MPS estabelece uma sequência de quais produtos devem ser feitos e em que datas, incorporando informações sobre a previsão de demanda, o estoque de segurança, tamanho dos lotes de fabricação, etc.

Quatro abordagens para o MPS podem ser adotadas: produção sob pedido (*Make to Order*); montagem sob pedido (*Assembly To Order*); produção para estoque (*Make to Stock*); e projeto sob pedido (*Engineer to Order*). A diferença entre as abordagens reside na possibilidade de utilização de estoques para o equilíbrio entre a demanda e o suprimento, usando o estoque para reduzir o lead time das entregas. Ressalta-se que mais de uma estratégia de produção pode ser usada em uma empresa, principalmente quando a parte da lógica do MPS não se encaixa com sua estratégia (WATTANAPORNPRONG; LI, 2013). Vale destacar que os gestores que trabalham com a política *Make to Order*, devem assegurar a disponibilidade simultânea de todas as peças necessárias para a produção, pois qualquer indisponibilidade pode causar atraso no tempo de conclusão. Um grande desafio da abordagem *Make to Order* operando sob alta variabilidade da demanda é produzir peças personalizadas a tempo de atender aos horários de produção internos.

Diante dessa situação, Teo, Bhatnagar e Graves (2012) realizaram um estudo de caso de um produtor de plataformas de petróleo *offshore* que destaca os principais aspectos destes problemas. No estudo, consideraram dois parâmetros táticos fundamentais para a solução da adversidade: a janela de tempo do MPS e o lead time planejado de cada estação de trabalho. Este esforço de melhoria reduziu o custo de subcontratação através da implementação de várias ações: a criação de um cronograma mestre para cada família de itens, o alinhamento da programação mestre em sua janela de planejamento e o controle da produção em cada estação de trabalho pelo lead time planejado.

Nesse cenário destaca-se que o cronograma do MPS pode influenciar os custos da produção. Gahm, Dünnwald e Sahamie (2014) apresentam uma abordagem de MPS, na qual encontra-se dois geradores de custos referentes ao tempo. Primeiro, os longos prazos de montagem combinados com altos valores de produtos, que resultam em altos compromissos de capital. Segundo, as penalidades contratuais e os custos de compensação surgem se as datas de entrega confirmadas não puderem ser mantidas. Dessa forma, verifica-se que o lead time precisa ser minimizado e o calendário fabril deve ser considerado ao calcular o MPS, pois este pode influenciar significativamente os prazos de entrega resultantes.

Além da definição dos itens finais que devem ser produzidos, o MPS também tem por objetivo evitar sobrecarregar ou gerar ociosidades na produção, a fim de que os recursos produtivos sejam usados de forma eficiente (GAITHER; FRAZIER, 2005).

Um dos principais fatores que afetam o desempenho da MPS é a flutuação da demanda, o que implica em frequentes atualizações das informações necessárias para as tomadas de decisões, causando instabilidade. Conseqüentemente, o custo global deteriora-se e a produtividade diminui. Diante dessa problemática, Herrera et al. (2016) propuseram um modelo de programação que visa fornecer um conjunto de planos de forma a garantir um compromisso entre o custo de produção e a estabilidade da produção. O estudo experimental destacou que o procedimento produz um conjunto de planos que, na prática, permitiriam uma gestão flexível da produção.

Possíveis alterações nas demandas já confirmadas no curto prazo são caras e trazem transtornos para o planejamento, pois são, geralmente, os pequenos pedidos de última hora que geram distúrbios em todo o sistema de planejamento de uma empresa. Sendo assim, o plano mestre é revisto e atualizado de acordo com a demanda, gerando novos valores (HERRERA et al., 2016). Caso a demanda seja muito divergente, o plano agregado também pode ser atualizado, gerando um novo plano mestre. Somente depois que os valores da demanda são adequados, é que o plano mestre é considerado viável e implementado.

Jonsson e Ivert (2015) destacam, como observado na Figura 3, que o MPS consiste nas seguintes atividades: previsão da demanda futura, geração de um plano de produção preliminar, adaptação de planos conforme necessário, conciliando os planos elaborados e as condições para a sua realização, e estabelecendo planos preparados.

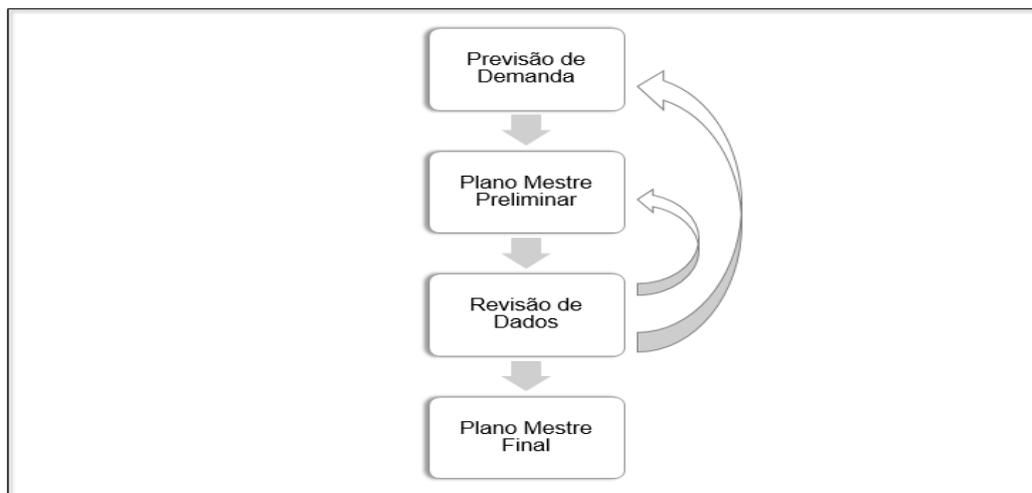


Figura 3. Processo de validação do plano mestre da produção

Fonte: adaptado de Jonsson e Ivert (2015)

Dessa forma, observa-se que o plano mestre consiste em um referencial básico para o bom andamento da produção por estabelecer quando e em que quantidade cada produto deverá ser produzido dentro de um certo horizonte de planejamento. Depois de elaborado e validado o MPS, parte-se para a próxima etapa do planejamento da produção: o MRP. Nessa etapa, será calculado, com base no registro básico do MPS, qual a necessidade de materiais, componentes e capacidades necessários para concretização dos planos.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1. Definição do Método de Pesquisa

O modelo de referência foi desenvolvido a partir de estudos teóricos. Assim, esta pesquisa utiliza os procedimentos de pesquisa bibliográfica, uma vez que foi desenvolvida a partir de trabalhos anteriores, como dissertações, artigos e livros sobre o assunto tratado. Desta forma, o trabalho futuro pode ser baseado nas conclusões apresentadas neste artigo, e elaborar hipóteses visando aprofundar o estudo sobre o assunto ou aspectos específicos relacionados.

Por outro lado, esta pesquisa também pode ser classificada como experimental, uma vez que se baseia na criação de um modelo de referência de um sistema de Planejamento e Controle da Produção, modelado por meio de um *software*. Assim, com o objetivo de desenvolver um modelo de referência e expor a forma como foi desenvolvido a partir da análise das atividades envolvidas nos processos, permitir que este trabalho seja classificado como uma pesquisa descritiva.

3.2. Escopo da Pesquisa

A fase de identificação de processos e hierarquização níveis é considerado o passo-chave na modelagem de processos, visa identificar todos os Processos de Negócios existentes em uma atividade particular de uma organização.

A Figura 4 apresenta o modelo da hierarquia do Processos de PCP relacionando o planejamento da capacidade de seus recursos com o planejamento das necessidades de seus materiais.

A decomposição hierárquica da função PCP começa a partir da compreensão dos conceitos básicos relacionados aos níveis de planejamento de materiais, a saber: Planejamento de vendas & operações (S&OP) e Planejamento Agregado (PA); Planejamento Mestre da Produção (MPS); Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) e Programação da Produção (PP) (CORRÊA; CORRÊA, 2012; MUKHOPADHYAY, 2013). Este trabalho será limitado no desenvolvimento do modelo de referência do MRP e seus respectivo planejamento da capacidade.

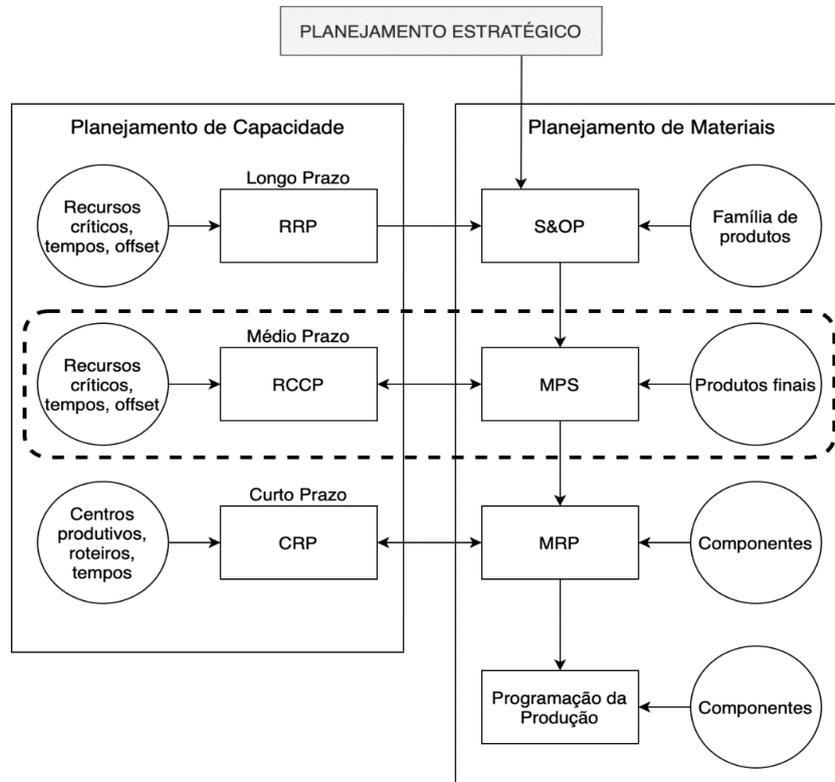


Figura 4. Hierarquia do planejamento e controle da produção

Fonte: adaptado de Corrêa e Corrêa (2012)

3.3. Etapas da Metodologia de Pesquisa

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho foi dividida em oito etapas (Figura 5).

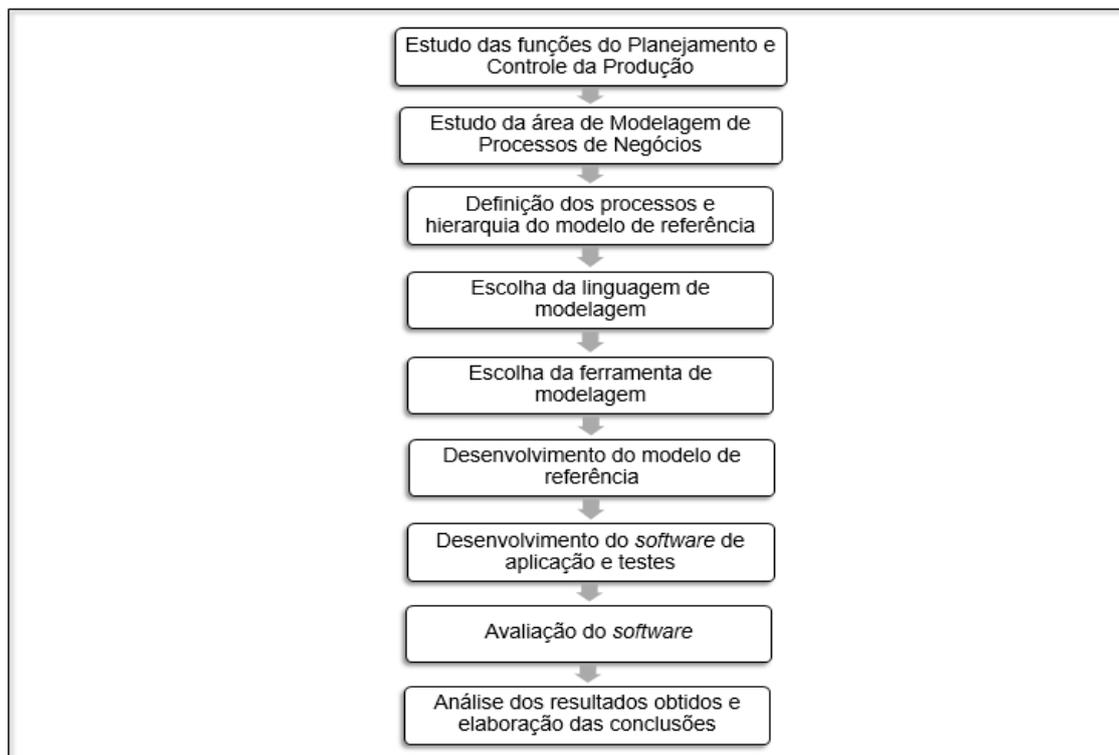


Figura 5. Etapas da metodologia de pesquisa

- Etapa I – Estudo das funções do Planejamento e Controle da Produção: Nesta etapa foram levantadas e estudadas, de acordo com as referências bibliográficas relacionadas ao tópico de estudo, sobre conceitos, atividades e informações e funções de hierarquia típica de planejamento da produção;
- Etapa II – Estudo da área de Modelagem de Processos de Negócios: Na segunda etapa, foram estudadas e analisadas, a partir da literatura científica, os conceitos e linguagens a respeito da modelagem de processos, bem como sobre modelos de referência;
- Etapa III – Definição dos processos e hierarquia do modelo de referência: Nesta terceira etapa, após as fases da revisão bibliográfica, foram definidos os processos e hierarquia que irão compor o modelo de referência de um sistema de PCP;
- Etapa IV – Escolha da linguagem de modelagem: Nesta quarta etapa, foi definida a linguagem de modelagem utilizada para o desenvolvimento do modelo de referência. A notação de modelagem selecionada foi o BPMN;
- Etapa V – Escolha da ferramenta de modelagem: Nesta etapa, foi definida a ferramenta de modelagem, no sentido de prover facilidades no entendimento e na visualização do modelo, ou seja, o pleno entendimento das funções de um sistema. A ferramenta de modelagem selecionada foi o Bizagi Process Modeler versão 3.1.0.011;
- Etapa VI – Desenvolvimento do modelo de referência: Nesta etapa, a partir da linguagem e ferramentas de modelagem definidas, foi desenvolvido, baseado na teoria e em notação BPMN, o modelo de referência de um sistema de PCP;
- Etapa VII – Desenvolvimento do software de aplicação e testes: Na sétima etapa, uma vez elaborado o modelo de referência do sistema de PCP, foi desenvolvido um protótipo de software com a finalidade de aplicar e validar o modelo, a partir da interface Delphi versão 7.0, que utilizada a linguagem Object-Pascal;
- Etapa VIII – Análise dos resultados obtidos e elaboração das conclusões: Na última etapa, foram analisados e discutidos os resultados apresentados nas fases anteriores, bem como as conclusões obtidas e sugestões para trabalhos futuros.

4. RESULTADOS

4.1. Modelagem do MPS

O MPS é organizado a partir da discretização da demanda de cada período do planejamento agregado da produção em períodos menores e da desagregação da produção em grupos de produtos ou produtos individuais. Adicionalmente, este planejamento visa o desenvolvimento de planos que definam as quantidades de produtos que devem ser fabricados durante determinados períodos. As informações de entrada (*input*) e saída (*output*) necessárias para a elaboração do modelo de referência do módulo do MPS estão expostas no quadro 1 da Figura 6.

Informações	
<i>Input</i>	<i>Output</i>
Plano agregado	Plano mestre de produção
Produtos desagregados	Projeção de estoques dos produtos desagregados
Período de planejamento de médio prazo	
Fatores de desagregação	
Tamanhos dos lotes de produção mestre	
Recebimentos programados	
Estoques iniciais dos produtos desagregados	
Plano de capacidade de médio prazo	

Figura 6. Quadro com informações referentes ao MPS.

As atividades relacionadas a este módulo do planejamento do PCP, estão expostas, com seus respectivos referenciais teóricos, no quadro a seguir (Figura 7).

#	Atividade	Referencial Teórico
1	Desagregação dos itens referentes ao plano de vendas oriundo do plano agregado (família de produtos).	Corrêa e Corrêa (2012), Corrêa, Gianesi e Caon (2009), Gaither e Frazier (2005) e Vollmann (2005).
2	Definição do período de planejamento de médio prazo.	Corrêa e Corrêa (2012), Englberger, Herrmann e Manitz (2016), Lalami, Frein e Gayon (2015).
3	Cálculo da produção desagregada, a partir dos fatores de desagregação.	Corrêa e Corrêa (2012), Tubino (2007) e Gaither e Frazier (2005).
4	Definição do tamanho do lote de produção de cada produto desagregado.	Corrêa, Gianesi e Caon (2009) e Corrêa e Corrêa (2012).
5	Levantamento dos estoques iniciais e o nível de estoques de segurança de cada produto desagregado.	Corrêa e Corrêa (2012) e Moreira (2008).
6	Levantamento dos recebimentos programados ao longo do período de planejamento.	Corrêa e Corrêa (2012).
7	Cálculo da produção do plano mestre.	Corrêa, Gianesi e Caon (2009), Corrêa e Corrêa (2012),

		Moreira (2008), Jonsson e Ivert (2015) e Vollmann (2005).
8	Cálculo do estoque projetado.	Corrêa e Corrêa (2012) e Vollmann (2005).
9	Emissão do plano mestre	Corrêa, Gianesi e Caon (2009), Corrêa e Corrêa (2012), Moreira (2008) e Vollmann (2005).
10	Revisão do plano mestre da produção, se necessário.	Tubino (2007) e Jonsson e Ivert (2015).

Figura 7. Sequência de atividades referentes ao MPS

O modelo do Planejamento Mestre da Produção proposto traz, inicialmente, a definição dos produtos desagregados oriundos da família de produtos estabelecido na etapa do S&OP/PA.

Logo após, segundo o modelo proposto, é realizado a definição do período de planejamento (médio prazo), sendo que este espaço de tempo deve ser proveniente do período que foi estabelecido também na etapa de planejamento anterior ao MPS, o S&OP/PA.

A partir de uma base de dados, por exemplo de um histórico de demanda dos produtos pertencentes a família de produtos em análise, define-se os fatores de desagregação dos produtos, para assim, calcular a produção desagregada de cada um destes produtos, originando um plano desagregado com a descrição da demanda de produção dos produtos.

Em seguida, para o cálculo da produção mestre, é necessário, além das informações contidas no plano desagregado, também o levantamento dos tamanhos dos lotes de produção, o nível de estoques de segurança e dos recebimentos programáveis, este último se houver. Nesta etapa, para a realização do cálculo de produção mestre, também é necessário o estabelecimento de informações a respeito dos estoques projetados dos produtos, em especial os estoques projetados do período de tempo anterior ao período atual de planejamento (estoque remanescente). Vale destacar que, para o estabelecimento dos níveis de produção do MPS, é necessário obter informações oriundas no RCCP, a respeito da capacidade produtiva de médio prazo, descrito no tópico 4.2.

Após a consolidação do plano de produção, é realizado o cálculo dos estoques projetados, especificamente os estoques referentes ao período atual de planejamento. Nessa etapa, leva-se em conta o estoque inicial do produto, antes do início do planejamento.

Por fim, após o estabelecimento do plano de produção e o estoque projetados, o plano mestre de produção é emitido. Em caso de necessidades, é possível a realização de uma revisão deste plano elaborado. Após a revisão, então, é emitido o plano consolidado do MPS.

Estas informações são requisitadas para o cálculo do plano da capacidade (RCCP), descrito no tópico 4.2, e também para a análise e definição do Plano de Requisitos de Materiais (MRP).

O modelo de referência, em notação BPMN, referente ao módulo do MPS está exposto na Figura 8.

A seguir será descrito o modelo referente ao Planejamento da Capacidade de Médio Prazo (RCCP), que visa apoiar as decisões do MPS.

4.2. Modelagem do RCCP

O RCCP tem o objetivo de apoiar as decisões do MPS. Este planejamento visa gerar um plano de produção de produtos finais que seja aproximadamente viável e subsidiar as decisões de quanto produzir de cada produto, principalmente nas situações de limitação em que, por limitação de capacidade de alguns recursos, não é possível produzir todo o volume desejado para atender aos planos de produção.

As informações de entrada (*input*) e saída (*output*) necessárias para a elaboração do modelo de referência do módulo do RCCP estão expostas no quadro ilustrado na Figura 9.

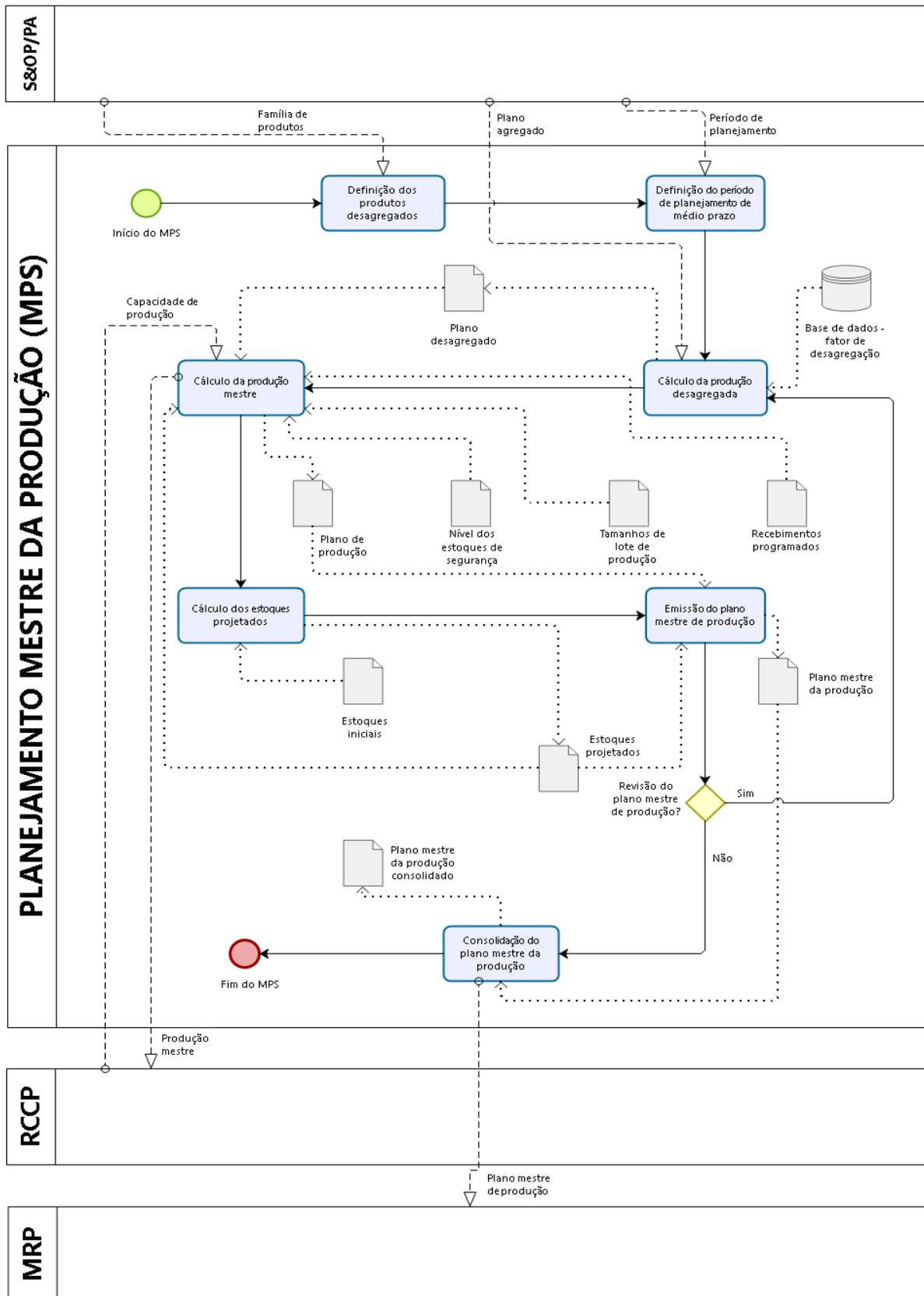


Figura 8. Modelagem do MPS em notação BPMN

Informações	
<i>Input</i>	<i>Output</i>
Produtos desagregados	Capacidade necessária
Período de planejamento de médio prazo	Capacidade instalada
Dias úteis de trabalho	Taxa de carregamento
Jornada de trabalho diária	Plano da capacidade de produção de médio prazo
Quantidade de mão-de-obra	
Quantidade de mão-de-obra subcontratada	
Horas extras de trabalho diária	
Tempos de setup	
Taxas de produção	
Produção mestre	

Figura 9. Informações referentes ao RCCP

As atividades relacionadas a este módulo do planejamento do PCP estão expostas, com seus respectivos referenciais teóricos, na Figura 10.

#	Atividades	Referencial Teórico
1	Definição dos produtos desagregados especificados no MPS.	Corrêa e Corrêa (2012), Corrêa, Gianesi e Caon (2009), Gaither e Frazier (2005) e Vollmann (2005).
2	Definição do período de planejamento especificado no MPS.	Mukhopadhyay (2013), Corrêa e Corrêa (2012), Vollmann (2005) e Olhager, Rudberg e Wikner (2001).
3	Levantamento das seguintes informações referentes à capacidade produtiva: quantidade da mão-de-obra (normal e subcontratada).	
4	Levantamento das seguintes informações referentes ao tempo de produção: jornada de trabalho diário, hora extra de trabalho e os dias úteis de trabalho de cada período de planejamento.	Corrêa e Corrêa (2012), Corrêa, Gianesi e Caon (2009), e Mukhopadhyay (2013).
5	Levantamento da taxa de produção dos produtos desagregados.	
6	Cálculo da capacidade necessária da produção mestre.	Corrêa e Corrêa (2012).
7	Cálculo da capacidade instalada da produção mestre.	
9	Cálculo da taxa de carregamento.	Martins e Laugeni (2009).
10	Elaboração do plano da capacidade de produção de médio prazo.	Jonsson e Ivert (2015), Mukhopadhyay (2013) e Corrêa, Gianesi e Caon (2009).
11	Revisão do plano da capacidade de produção de médio prazo, se necessário.	

Figura 10. Sequência de atividades referentes ao RCCP

No modelo do RCCP, como exposto na Figura 11, inicialmente é definido os produtos desagregados e o tempo de planejamento de médio prazo, de acordo com o que foi estabelecido pelo MPS.

Em seguida, é realizado o cálculo da capacidade necessária de produção, levando em consideração a quantidade de produtos finais que estão descritos no plano mestre de produção. Para a efetivação desse cálculo, é necessário ter informações de duas variáveis pertinentes ao processo produtivo: taxa de produção destes produtos, a quantidade de mão-de-obra disponível e o plano mestre de produção que especifica a quantidade de produção. Adicionalmente, é calculado os tempos de setup do processo produtivo, levando em consideração o tempo de paradas da produção de cada um dos produtos finais planejados na etapa do MPS.

Seguidamente a descrição deste modelo, é realizado da consolidação da capacidade instalada de produção, que para seu cálculo deve-se levar em conta as seguintes variáveis: dias úteis de trabalho, jornada de trabalho e horas extras de trabalho, se houver.

Por fim, para o cálculo da taxa de carregamento do processo produtivo referente ao MPS, que é realizado através da razão entre o a capacidade total necessária de produção e a capacidade instalada de produção.

Após a realização desta última etapa, é emitido o plano da capacidade de médio prazo, referente ao MPS e em caso de necessidades, é possível a realização de uma revisão deste plano elaborado. Após a revisão, então, é emitido o plano consolidado do RCCP. Como visto anteriormente, estas informações são requisitadas para a análise e definição do MPS.

O modelo de referência, em notação BPMN, referente ao módulo do RCCP está exposto, a seguir, na Figura 11.

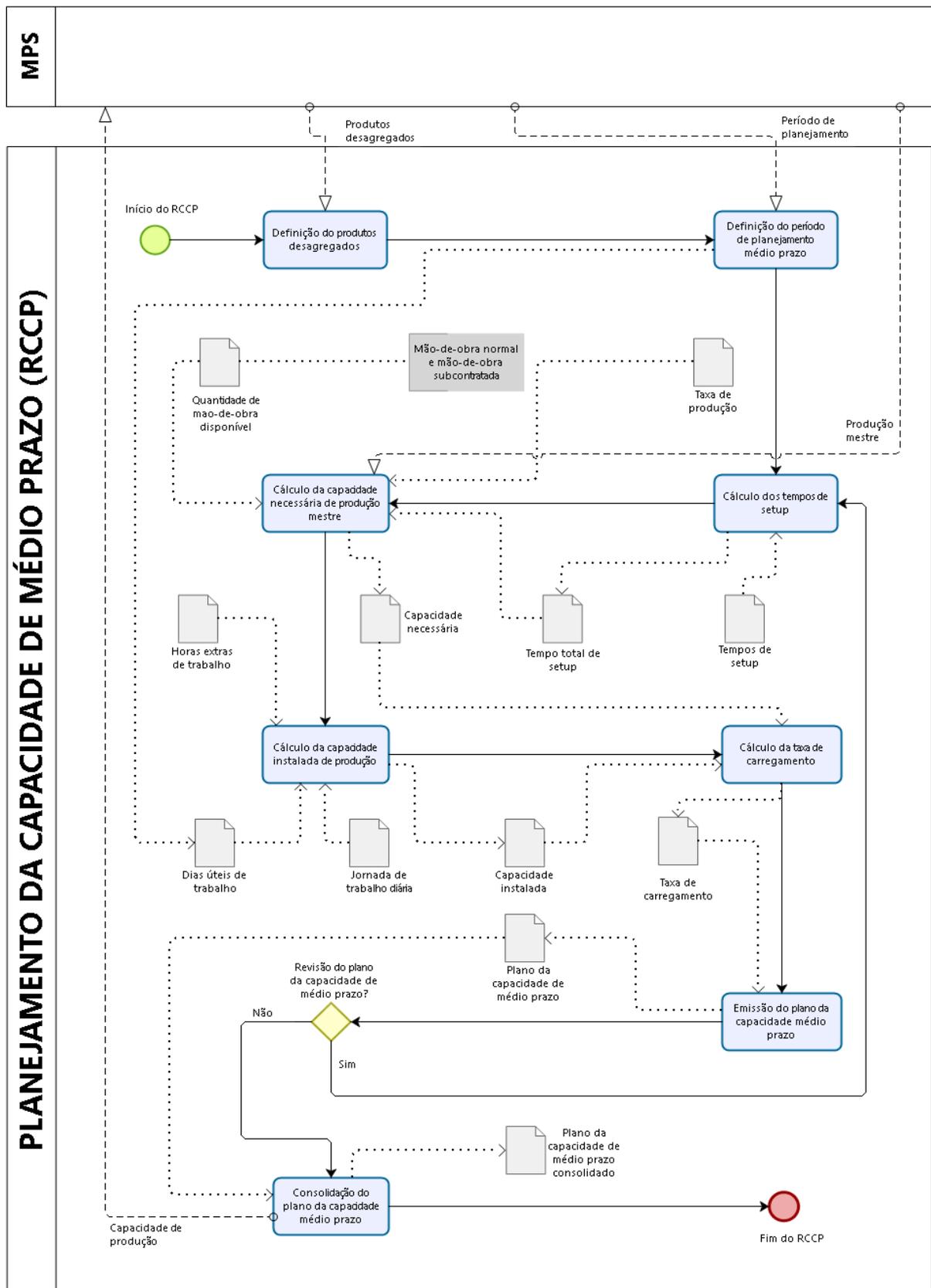


Figura 11. Modelagem do RCCP em notação BPMN

4.3. Software PCP

Após a elaboração do módulo do sistema de planejamento da produção referente ao módulo do MPS e RCCP do PCP, foi desenvolvido um *software* através da interface Delphi, com a intenção de gerar uma maior consistência entre a abstração do modelo de referência e a sua aplicação no apoio a implantação e desenvolvimento de ferramentas de gestão empresarial.

A primeira tela do protótipo referente ao MPS e RCCP é ilustrada na Figura 12.

The screenshot shows a software window titled "PCP - MÓDULO 2 - MPS e RCCP". The main header is "MÓDULO 2 - MPS e RCCP" with a page indicator "1/4".

Família de Produtos
 Família de Produtos A Quantidade de Produtos: 3 Período de Planejamento: 8 semanas

Informações sobre o Produto 1
 Nome: Produto 1
 Taxa de Produção: 0,4 unidade(s)/hora Tamanho do Lote: 5 unidade(s) Estoque Inicial: 0 unidade(s)
 Fator de Desagregação: 0,2 Estoque de Segurança: 10 unidade(s) Tempo de Setup: 0,1 hora(s)

Informações sobre o Produto 2
 Nome: Produto 2
 Taxa de Produção: 0,6 unidade(s)/hora Tamanho do Lote: 10 unidade(s) Estoque Inicial: 5 unidade(s)
 Fator de Desagregação: 0,3 Estoque de Segurança: 5 unidade(s) Tempo de Setup: 0,05 hora(s)

Informações sobre o Produto 3
 Nome: Produto 3
 Taxa de Produção: 0,5 unidade(s)/hora Tamanho do Lote: 10 unidade(s) Estoque Inicial: 5 unidade(s)
 Fator de Desagregação: 0,5 Estoque de Segurança: 5 unidade(s) Tempo de Setup: 0,02 hora(s)

Recebimento Programado (unidades)

Mês	1				2			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Produção Agregada	37	37	37	37	40	40	40	40
Produto 1	5	0	0	0	0	0	0	0
Produto 2	10	0	0	0	0	0	0	0
Produto 3	15	0	0	0	0	0	0	0

Buttons: Voltar, Avançar

Figura 12. Tela inicial do software de PCP do módulo do MPS e RCCP

Nesta tela, são requisitadas as quantidades de produtos desagregados oriundos da família de produtos que participarão do planejamento mestre, bem como o período deste planejamento de médio prazo, especificando os produtos finais com suas respectivas taxas de produção, fatores de desagregação, tamanho do lote de produção, estoque de segurança, estoque inicial e tempo de setup. Como convenção, adotou-se para a elaboração deste protótipo, o tempo de planejamento de 8 semanas, ou 2 meses. Da mesma forma, como limitação para o desenvolvimento do *software*, optou-se por estabelecer 3 produtos finais para o planejamento mestre. Também nesta tela inicial, são requisitados os inputs dos possíveis recebimentos programados dos produtos finais oriundos, por exemplo, de planejamentos anteriores ao atual.

A Figura 13 apresenta a segunda tela do programa computacional referente ao módulo do MPS e RCCP.

Plano de Produção Desagregada

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Produção Agregada (unidades)	37	37	37	37	40	40	40	40
Fator de desagregação	Produção Desagregada (unidades)							
Produto 1	0,2	7	7	7	7	8	8	8
Produto 2	0,3	11	11	11	11	12	12	12
Produto 3	0,5	18	18	18	18	20	20	20

Plano Mestre da Produção (unidades)

Produto:

Plano Desagregado	7	7	7	7	8	8	8	8
Recebimento Programado	5	0	0	0	0	0	0	0
Estoque Projetado	0	13	11	14	12	14	11	13
Produção Mestre	15	5	10	5	10	5	10	5

Voltar Avançar

Figura 13. Segunda tela do software de PCP do módulo do MPS e RCCP

As quantidades mensais de produção estabelecidos pelo S&OP e PA, foram estratificados (divididas) em semanas, isto é, neste programa, cada período mensal foi dividido em 4 semanas. Dessa forma, as produções desagregadas de cada produto final são calculadas de acordo com os fatores de desagregação. No final na segunda tela e na terceira tela (Figura 14) do programa computacional desenvolvido a partir do modelo de referência, são calculados os estoques projetados e a quantidade de produção mestre para cada produto final ao longo do período de planejamento de médio prazo.

PCP - MÓDULO 2 - MPS e RCCP

MÓDULO 2 - MPS e RCCP 3/4

Plano Mestre da Produção (unidades)

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Produto:	Produto 2							
Plano Desagregado	11	11	11	11	12	12	12	12
Recebimento Programado	10	0	0	0	0	0	0	0
Estoque Projetado	5	14	13	12	11	9	7	5
Produção Mestre	10	10	10	10	10	10	10	20

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Produto:	Produto 3							
Plano Desagregado	18	18	18	18	20	20	20	20
Recebimento Programado	15	0	0	0	0	0	0	0
Estoque Projetado	10	7	9	11	13	13	13	13
Produção Mestre	0	20	20	20	20	20	20	20

Voltar Avançar

Figura 14. Terceira tela do software de PCP do módulo do MPS e RCCP

Na tela do *software* de PCP referente ao módulo do MPS e RCCP, exposto na Figura 15, são calculados os tempos de produção e de setup, em horas, de cada um dos produtos finais, que serão utilizados para o cálculo da capacidade de produção necessária.

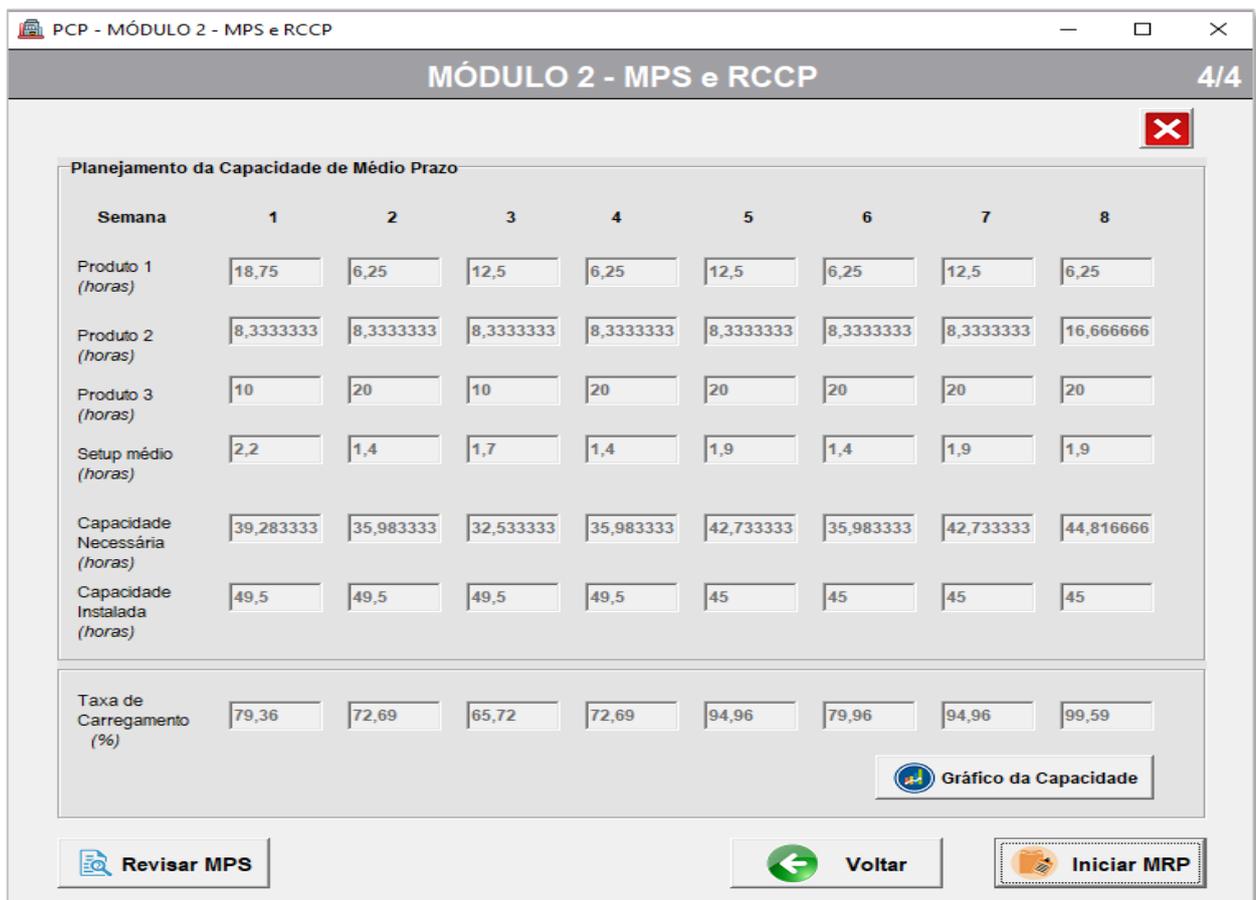


Figura 15. Quarta tela do software de PCP referente ao módulo do MPS e RCCP

Para apoiar o usuário na visualização da taxa de carregamento, com a descrição da capacidade instalada e necessária, este protótipo permite a construção do gráfico ao longo do período de planejamento de médio prazo, em semanas, como apresentado na Figura 16.

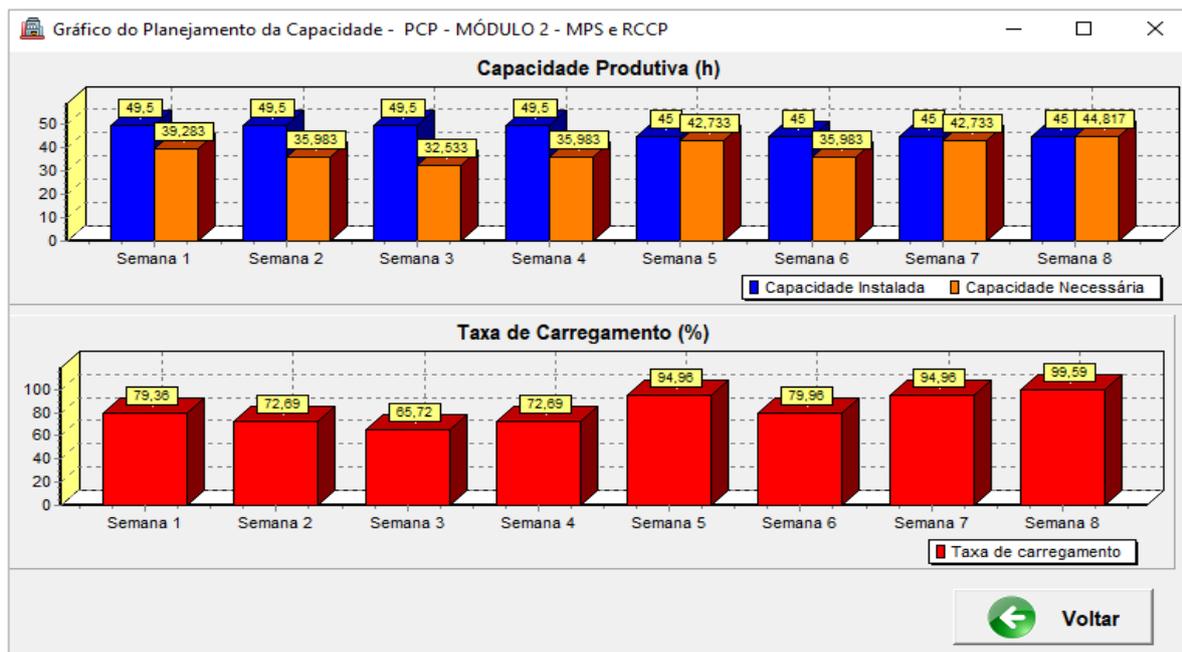


Figura 16. Tela do software de PCP com o gráfico da taxa de carregamento referente ao módulo do MPS e RCCP

Para fins de validação da versão inicial do *software*, foram realizados testes com diferentes cenários de planejamento e estratégias de produção, com o objetivo de verificar as atividades, informações, a exatidão e a precisão dos cálculos utilizados para a elaboração do plano mestre final.

Os resultados obtidos pelo programa computacional foram comparados com os resultados extraídos da literatura (TUBINO, 2017). Dessa forma, o *software* elaborado a partir do modelo de referência desenvolvido mostrou-se estável e apto para ser utilizado para a elaboração de planos de requisitos de materiais da produção.

5. CONCLUSÕES

Atualmente, observa-se uma crescente atenção no suporte ao desenvolvimento e implantação de ações de melhorias da gestão empresarial. Entretanto, a maioria de pesquisas e soluções para o planejamento da produção é focada em grandes e complexas organizações, realçando uma lacuna acadêmica acerca de trabalhos voltados para o apoio a implantação de sistemas de gestão, em especial, para as pequenas e médias empresas. Diante disso, o modelo de referência desenvolvido neste trabalho poderá prover a estas empresas com uma solução inicial para seus processos de negócios, a fim de especificar e detalhar o modelo particular com uma redução de custo e tempo de implantação.

Dessa forma, este trabalho buscou o desenvolvimento de um modelo de referência, em notação BPMN, que aborde os processos de negócios relacionados ao MPS, bem como ao RCCP, um dos módulos inerentes ao PCP. Além disso, também objetivou-se desenvolver um protótipo de *software* com o intuito de aplicar este modelo em sistemas e ferramentas de gestão.

Como resultados, a partir de uma documentação formal, o modelo de referência mostrou-se uma ferramenta útil na compreensão e comunicação dos processos existentes no MPS e RCCP. Constatou-se também que este modelo desenvolvido está apto a dar apoio à implantação de sistemas de gestão da produção em situações reais. Entretanto, para a utilização em ambientes corporativos, como por exemplo na adoção de ERP, esses processos devem receber a atuação de especialistas e os usuários devem ter conhecimentos dos termos e variáveis envolvidos no modelo de referência.

Vale a pena destacar que o modelo de referência se configurou como uma importante ferramenta para a gestão do conhecimento, uma vez que esta é capaz de armazenar e documentar os conhecimentos existentes nos processos de negócios e serve de base para planejar o desenvolvimento de novos conhecimentos, sempre sendo norteado pelos objetivos estratégicos da empresa.

Como continuação deste trabalho, está sendo desenvolvido um modelo que aborde de forma holística e hierárquica os demais módulos dos Processos de Negócios relacionados ao PCP. Dessa forma, este modelo de referência visa preencher lacunas na literatura científica e avançar em relação aos modelos internacionais, uma vez que há carência de trabalhos a respeito de modelos de referência voltados para as atividades do PCP.

Para fins de validação e avaliação, sugere-se a divulgação e aplicação do *software*, desenvolvido a partir do modelo de referência, em pequenas e médias com atividades voltadas para o planejamento da produção.

REFERÊNCIAS

AS'AD, R.; DEMIRLI, K. Production scheduling in steel rolling mills with demand substitution: Rolling horizon implementation and approximations. *International Journal of Production Economics*, v. 126, n. 2, p. 361–369, 1 ago. 2010.

BOLLOJU, N.; LEUNG, F. S. K. Assisting Novice Analysts in Developing Quality Conceptual Models with UML. *Commun. ACM*, v. 49, n. 7, p. 108–112, jul. 2006.

BREMER, C. F.; LENZA, R. DE P. A reference model for production management in assembly to order: ato production systems and its multiple applications. *Gestão & Produção*, v. 7, n. 3, p. 269–282, dez. 2000.

CLIMENT, C.; MULA, J.; HERNÁNDEZ, J. E. Improving the business processes of a bank. *Business Process Management Journal*, v. 15, n. 2, p. 201–224, 17 abr. 2009.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. *Administração de produção e operações: manufatura e serviços - Uma abordagem estratégica*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CORREA, J.; SPINOLA, M. DE M. Adoção, seleção e implantação de um ERP livre. *Production*, v. 25, n. 4, p. 956–970, dez. 2015.

ENGLBERGER, J.; HERRMANN, F.; MANITZ, M. Two-stage stochastic master production scheduling under demand uncertainty in a rolling planning environment. *International Journal of Production Research*, v. 54, n. 20, p. 6192–6215, 17 out. 2016.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. *Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial*. São Paulo: Atlas, 2010.

GAHM, C.; DÜNNWALD, B.; SAHAMIE, R. A multi-criteria master production scheduling approach for special purpose machinery. *International Journal of Production Economics, The Economics of Industrial Production*. v. 149, p. 89–101, 1 mar. 2014.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. *Administração da produção e operações*. 8a. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

HERNANDEZ, J. E.; MULA, J.; FERRIOLS, F. J. A reference model for conceptual modelling of production planning processes. *Production Planning and Control*, v. 19, n. 8, p. 725–734, 2008.

HERRERA, C. et al. A reactive decision-making approach to reduce instability in a master production schedule. *International Journal of Production Research*, v. 54, n. 8, p. 2394–2404, 17 abr. 2016.

JONSSON, P.; IVERT, L. K. Improving performance with sophisticated master production scheduling. *International Journal of Production Economics*, v. 168, n. Supplement C, p. 118–130, 1 out. 2015.

KELLER, G.; TEUFEL, T. *SAP R/3 process-oriented implementation: iterative process prototyping*. Harlow, England ; Reading, Ma: Addison Wesley Longman, 1998.

LALAMI, I.; FREIN, Y.; GAYON, J. P. A model for master production scheduling in automotive powertrain plants: A case study. 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM). Anais... In: 2015 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND SYSTEMS MANAGEMENT (IESM). out. 2015

MOREIRA, D. A. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MUKHOPADHYAY, S. K. *Production planning and control: text and cases*. 2. ed ed. Delhi: PHI Learning, 2013.

OLHAGER, J. Evolution of operations planning and control: from production to supply chains. *International Journal of Production Research*, v. 51, n. 23–24, p. 6836–6843, 18 nov. 2013.

SAHIN, F.; POWELL ROBINSON, E.; GAO, L.-L. Master production scheduling policy and rolling schedules in a two-stage make-to-order supply chain. *International Journal of Production Economics, Institutional Perspectives on Supply Chain Management*. v. 115, n. 2, p. 528–541, 1 out. 2008.

SCHEER, A.-W. *ARIS - Business Process Frameworks*. 3. ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2000.

SIAU, K. Informational and Computational Equivalence in Comparing Information Modeling Methods. *Journal of Database Management (JDM)*, v. 15, n. 1, p. 73–86, 1 jan. 2004.

SIAU, K.; ROSSI, M. Evaluation techniques for systems analysis and design modelling methods – a review and comparative analysis. *Information Systems Journal*, v. 21, n. 3, p. 249–268, 1 maio 2011.

TEO, C.-C.; BHATNAGAR, R.; GRAVES, S. C. An Application of Master Schedule Smoothing and Planned Lead Time Control. *Production and Operations Management*, v. 21, n. 2, p. 211–223, 1 mar. 2012.

THURER, M.; FILHO, M. G. Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Worload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). *Gestão & Produção*, v. 19, 2012.

TUBINO, D. F. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2017.

VERGIDIS, K.; TURNER, C. J.; TIWARI, A. Business process perspectives: Theoretical developments vs. real-world practice. *International Journal of Production Economics, Special Section on Competitive Advantage through Global Supply Chains*. v. 114, n. 1, p. 91–104, 1 jul. 2008.

VERNADAT, F. Enterprise modeling and integration: principles and applications. London ; New York: Chapman & Hall, 1996.

VERNADAT, F. B. Enterprise Modelling and Integration. In: KOSANKE, K. et al. (Eds.). . Enterprise Inter- and Intra-Organizational Integration. Boston, MA: Springer US, 2003. p. 25–33.

VIEIRA, G. E.; FAVARETTO, F. A new and practical heuristic for Master Production Scheduling creation. *International Journal of Production Research*, v. 44, n. 18–19, p. 3607–3625, 15 set. 2006.

VOJISLAV, B.; LEON, J. Evaluating the Quality of Reference Models. Conceptual Modeling — ER 2000. Anais...: Lecture Notes in Computer Science. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPTUAL MODELING. Springer, Berlin, Heidelberg, 9 out. 2000Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-45393-8_35>. Acesso em: 12 dez. 2017

VOLLMANN, T. E. (ED.). Manufacturing planning and control for supply chain management. 5th ed ed. Boston: McGraw-Hill/Irwin, 2005.

WATTANAPORNPRON, W.; LI, T. The merging of MPS and order acceptance in a semi-order-driven industry: A case study of the parasol industry. 2013 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. Anais... In: 2013 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT. dez. 2013