

**PROPOSTA DE UM MODELO DE REFERÊNCIA EM NOTAÇÃO
BPMN PARA UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
PRODUÇÃO**

TULIO CREMONINI ENTRINGER

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY

RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

2019

**PROPOSTA DE UM MODELO DE REFERÊNCIA EM NOTAÇÃO
BPMN PARA UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
PRODUÇÃO**

TULIO CREMONINI ENTRINGER

Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gerência da Produção

ORIENTADOR: AILTON DA SILVA FERREIRA

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

MARÇO, 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

E61 Entringer, Tulio Cremonini.

Proposta de um modelo de referência em notação BPMN para um sistema de planejamento e controle da produção / Tulio Cremonini Entringer. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

198 f. : il.

Bibliografia: 182 - 195.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciência e Tecnologia, 2019.

Orientador: Ailton da Silva Ferreira.

1. Modelagem de Processo de Negócios. 2. Planejamento e Controle da Produção. 3. Modelo de Referência. 4. BPMN. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 658.5

PROPOSTA DE UM MODELO DE REFERÊNCIA EM NOTAÇÃO BPMN PARA UM
SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

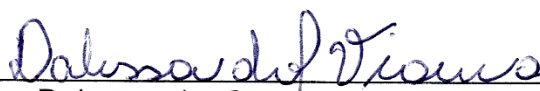
TULIO CREMONINI ENTRINGER

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciência e Tecnologia da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção para obtenção do
título de Mestre em Engenharia de Produção

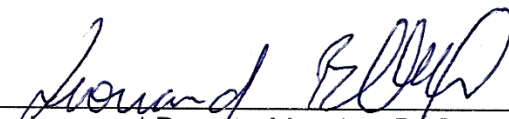
Área de Concentração: Gerência da
Produção

Aprovada em 15 de março de 2019.

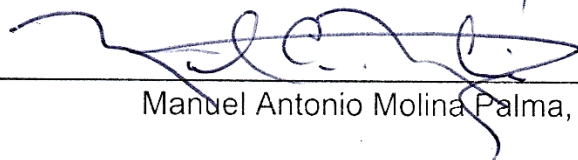
Comissão Examinadora:



Dalessandro Soares Vianna, D. Sc. – UFF



Leonard Barreto Moreira, D. Sc. – FeMASS



Manuel Antonio Molina Palma, D. Sc. – UENF



Ailton da Silva Ferreira, D.Sc. – UFF/UENF (Orientador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado força, coragem, inteligência e sabedoria para que eu pudesse concluir com êxito a realização dessa grande conquista.

À minha família, especialmente aos meus pais e minha irmã, por depositarem confiança e acreditarem em meu potencial, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Pai e Mãe, seus cuidados e dedicação foram o que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Irmã, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), pelas oportunidades que me ofereceu.

Aos meus amigos que fiz nesta Universidade pelo companheirismo, apoio e por ter me proporcionado momentos inesquecíveis.

Ao meu orientador, pela contribuição teórica, apoio e incentivo dado ao longo desses dois anos de curso.

Agradeço também aos professores da Universidade pelo convívio, conselhos, ensinamento, compreensão e amizade. Todos vocês foram importantes na minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de mestrado, que possibilitou minha dedicação exclusiva à formação e à pesquisa.

Por fim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

RESUMO

As empresas estão, cada vez mais, adotando práticas voltadas para a melhoria da qualidade da gestão, com a finalidade principal de habilitá-las a atuar de forma competitiva no presente mercado caracterizado pela alta concorrência e fortes mudanças organizacionais. Entretanto, o alto custo de implantação e manutenção de ações de melhorias da gestão da produção, como por exemplo a adoção de sistemas de gestão empresarial integrados, pode ser configurado como uma barreira para as empresas, em especial as pequenas e médias, que pretendem obter tais avanços. Sendo assim, torna-se essencial o desenvolvimento de um modelo de referência dos módulos típicos do planejamento empresarial para o suporte na implantação de ferramentas de gestão, visando redução do tempo e custo na elaboração de um modelo particular. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de referência a respeito dos processos hierárquicos do Planejamento e Controle da Produção (PCP) que contemple os módulos típicos do planejamento empresarial. Este trabalho preenche lacunas na literatura científica, verificada a partir de uma análise bibliométrica, avançando sobre modelos internacionais do planejamento empresarial. Adicionalmente, foi desenvolvido um protótipo do *software* com o intuito de gerar uma maior consistência entre a abstração do modelo de referência e sua aplicação no apoio à implantação e desenvolvimento de ferramentas de gestão empresarial. Dentre as metodologias de modelagem existentes, foi empregado neste estudo o Business Process Model and Notation (BPMN), através da ferramenta Bizagi Process Modeler. Para o desenvolvimento do protótipo do *software* utilizou-se o ambiente de desenvolvimento Delphi. Como resultados, a partir de uma documentação formal, o modelo de referência mostrou-se uma ferramenta útil na compreensão e comunicação dos processos de negócios abordados. Os processos, informações, atividades e estrutura hierárquica do modelo de referência do sistema de PCP foram documentados se baseando nos principais requisitos teóricos de vários autores sobre a área, no qual foram enfatizadas as inter-relações, de forma integrada e hierárquica, de cada módulo empresarial da gestão da produção. Por fim, constatou-se que a modelagem de processos se configura como uma importante atividade para a organização na formulação de estratégias de negócios e, também, no apoio à implantação de sistemas de gestão da produção e desenvolvimento de *softwares* empresariais.

Palavras-Chave: Modelagem de Processos de Negócios, Planejamento e Controle da Produção, Modelo de Referência, BPMN.

ABSTRACT

Companies are increasingly adopting practices aimed at improving the quality of management, with the main purpose of enabling them to act competitively in the present market characterized by high competition and strong organizational changes. However, the high cost of implementing and maintaining actions to improve production management, such as the adoption of enterprise resource planning, can be a barrier for companies, especially small and medium enterprises, that want to achieve such advances. Therefore, it is essential to develop a reference model of typical business planning modules for the support in the implementation of management tools, aiming at reducing the time and cost in the elaboration of a particular model. In this context, the objective of this work is to develop a reference model regarding the hierarchical processes of the Production Planning and Control (PPC) that contemplate the typical modules of business planning. In a complementary way, this work fills gaps in the scientific literature, based on a bibliometric analysis, advancing on international business planning models. In addition, a software prototype was developed with the purpose of generating a greater consistency between the abstraction of the reference model and its application in supporting the implementation and development of business management tools. Among the existing modeling methodologies, the Business Process Model and Notation (BPMN) was used in this study, using the Bizagi Process Modeler tool. For the development of the software prototype the Delphi interface was used. As a result, from a formal documentation, the reference model proved to be a useful tool in understanding and communicating the business processes addressed. The processes, information, activities and hierarchical structure of the reference model of the PPC system were documented based on the main theoretical requirements of several authors on the area, in which the interrelationships were emphasized, in an integrated and hierarchical way, of each module management of production. Finally, it was found that the modeling of processes is an important activity for the organization in the formulation of business strategies and also in the support to the implementation of management systems for the production and development of business software.

Keywords: Business Process Modeling, Production Planning and Control, Reference Model, BPMN.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hierarquia do Planejamento e Controle da Produção para o Planejamento de Materiais.....	24
Figura 2. Entradas e saídas típicas do Planejamento Agregado.....	29
Figura 3. Informações necessárias para o funcionamento do MPS no sistema de PCP.....	31
Figura 4. Processo de validação do plano mestre da produção.....	34
Figura 5. Esquematização da execução do MRP.....	36
Figura 6. Estágios básicos para operação de sistemas de Programação da Produção.....	40
Figura 7. Níveis do Planejamento da Capacidade.....	44
Figura 8. Macroelementos do BPM.....	50
Figura 9. Metodologia a ser aplicada na revisão bibliométrica.....	55
Figura 10. Linguagens de Modelagem de Processos de Negócios abordados nos artigos na base <i>Scopus</i>	57
Figura 11. Categorias de símbolos da notação BPMN.....	64
Figura 12. Processo de elaboração do modelo de referência.....	71
Figura 13. Parte do modelo de referência em notação EPC referente ao gerenciamento da demanda.....	72
Figura 14. Diagrama de classe do sistema de APPCS desenvolvido por Tsai e Sato.....	74
Figura 15. Evolução do número publicações ao longo dos anos na base <i>Scopus</i>	76
Figura 16. Quantitativo de publicações dos principais autores na base <i>Scopus</i>	77
Figura 17. Etapas do trabalho.....	89
Figura 18. Macromodelo em notação BPMN dos níveis hierárquicos de um sistema completo de PCP.....	92
Figura 19. Modelagem do S&OP e PA em notação BPMN.....	99
Figura 20. Modelagem do RRP em notação BPMN.....	103
Figura 21. Modelagem do MPS em notação BPMN.....	107
Figura 22. Modelagem do RCCP em notação BPMN.....	111
Figura 23. Modelagem do MRP em notação BPMN.....	116
Figura 24. Modelagem do CRP em notação BPMN.....	119
Figura 25. Modelagem do PP.....	123
Figura 26. Modelo de referência do PCP em notação BPMN.....	128
Figura 27. Tela inicial do protótipo do software de PCP.....	129
Figura 28. Tela inicial do protótipo do software de PCP do módulo do S&OP/PA e RRP.....	130
Figura 29. Tela do protótipo do software de PCP com o gráfico da previsão da demanda.....	133

Figura 30. Segunda tela do protótipo do software de PCP do módulo do S&OP/PA e RRP.....	134
Figura 31. Terceira tela do protótipo do software de PCP do módulo do S&OP/PA e RRP.....	135
Figura 32. Terceira tela do protótipo do software de PCP do módulo do S&OP/PA e RRP.....	138
Figura 33. Tela do protótipo do software de PCP com o gráfico da taxa de carregamento referente ao módulo do S&OP/PA e RRP.	139
Figura 34. Primeira tela do protótipo do software de PCP do módulo do MPS e RCCP.	141
Figura 35. Segunda tela do protótipo do software de PCP do módulo do MPS e RCCP.	142
Figura 36. Terceira tela do protótipo do software de PCP do módulo do MPS e RCCP.	144
Figura 37. Quarta tela do protótipo do software de PCP do módulo do MPS e RCCP.	145
Figura 38. Tela do protótipo do software de PCP com o gráfico da taxa de carregamento referente ao módulo do MPS e RCCP.	146
Figura 39. Primeira tela do protótipo do software de PCP do módulo do MRP e CRP.	147
Figura 40. Estrutura da lista de materiais do produto final referente do módulo do MRP e CRP.....	148
Figura 41. Segunda tela do protótipo do software de PCP do módulo do MRP e CRP.....	149
Figura 42. Terceira e quarta tela do protótipo do software de PCP do módulo do MRP e CRP.....	152
Figura 43. Quinta tela do protótipo do software de PCP do módulo do MRP e CRP.	153
Figura 44. Tela do protótipo do software de PCP com o gráfico da taxa de carregamento referente ao módulo do MRP e CRP.....	154
Figura 45. Primeira tela do protótipo do software de PCP do módulo do PP.	155
Figura 46. Segunda tela do protótipo do software de PCP do módulo do PP.	156
Figura 47. Terceira tela do protótipo do software de PCP do módulo do PP.	157
Figura 48. Quarta tela do protótipo do software de PCP do módulo do PP.....	158
Figura 49. Tela do protótipo do software de PCP com o gráfico de Gantt referente ao módulo do PP.....	159
Figura 50. Relatório do Planejamento e Controle da Produção emitido pelo protótipo do software.....	160
Figura 51. Gênero dos respondentes.	162
Figura 52. Faixa de idade dos respondentes do questionário de avaliação do protótipo.	162
Figura 53. Escolaridade dos respondentes do questionário de avaliação do protótipo.	162

Figura 54. Tempo de empresa dos respondentes do questionário de avaliação do protótipo.	163
Figura 55. Posição na empresa dos respondentes do questionário de avaliação do protótipo.	163
Figura 56. Setor das empresas pesquisadas para a avaliação do protótipo do software de PCP.	164
Figura 57. Realização da atividade de processos de negócios por parte das empresas pesquisadas.	164
Figura 58. Grau de importância percebida na atividade de modelagem de processos de negócios.	165
Figura 59. Grau de prioridade de um software PCP na empresa, segundo a visão do responsável.	165
Figura 60. Oferta, por parte das empresas, de ferramenta de gestão para auxiliar a atividade de PCP.	166
Figura 61. Avaliação do atendimento das necessidades á que se propõe o software de PCP.	167
Figura 62. Avaliação da facilidade de navegação entre as atividades do software de PCP.	168
Figura 63. Avaliação da clareza e organização das informações do software de PCP.	168
Figura 64. Avaliação da exatidão e coerência dos resultados gerados pelo software de PCP.	169
Figura 65. Avaliação do conteúdo das informações fornecidas pelo software de PCP.	169
Figura 66. Avaliação da capacidade do sistema de PCP em disponibilizar a informação no momento necessário para seu uso.	170
Figura 67. Avaliação da capacidade do sistema de PCP em manter seu funcionamento em circunstâncias de rotina.	170
Figura 68. Avaliação da ocorrência de erros, travamentos e falhas quando o sistema de PCP está em funcionamento.	171
Figura 69. Avaliação da facilidade de utilização do sistema de PCP.	172
Figura 70. Avaliação da facilidade de visualizar a inter-relação das várias etapas do sistema de PCP.	172
Figura 71. Avaliação do tempo de resposta do sistema de PCP quando solicitado alguma tarefa.	173
Figura 72. Avaliação das funções disponíveis no <i>software</i> de PCP para atender ás suas necessidades no desenvolvimento de suas atividades.	173
Figura 73. Avaliação do conhecimento dos respondentes sobre o software de PCP.	174
Figura 74. Avaliação da percepção que os respondentes possuem a respeito da importância e relevância da utilização do software de PCP.	175
Figura 75. Avaliação geral do protótipo do software de PCP.	175

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Regras usuais para sequenciamento de tarefas.....	41
Quadro 2. Palavras-chave da pesquisa bibliométrica em linguagens de Modelagem de Processos.....	56
Quadro 3. Principais linguagens de Modelagem de Processos de Negócios a partir da base <i>Scopus</i>	56
Quadro 4. Critérios avaliativos das metodologias de modelagem de processos de negócios.....	59
Quadro 5. Elementos básicos da notação BPMN.....	65
Quadro 6. Palavras-chave da pesquisa bibliométrica em Modelo de Referência e PCP.....	75
Quadro 7. Lista de artigos e seus respectivos IC, FI, e ICc.....	79
Quadro 8. Escala tipo Likert de avaliação das variáveis	86
Quadro 9. Categorias e Limites para classificação da qualidade do software de PCP.	89
Quadro 10. Informações referentes ao S&OP e PA.	94
Quadro 11. Sequência de atividades referentes ao S&OP e PA.	95
Quadro 12. Informações referentes ao RRP.	100
Quadro 13. Sequência de atividades referentes ao RRP.	100
Quadro 14. Informações referentes ao MPS.	104
Quadro 15. Sequência de atividades referentes ao MPS.....	105
Quadro 16. Informações referentes ao RCCP.....	108
Quadro 17. Sequência de atividades referentes ao RCCP.	109
Quadro 18. Informações referentes ao MRP.....	112
Quadro 19. Sequência de atividades referentes ao MRP.....	113
Quadro 20. Informações referentes ao CRP.	117
Quadro 21. Sequência de atividades referentes ao CRP.	117
Quadro 22. Informações referentes ao PP.	120
Quadro 23. Sequência de atividades referentes ao PP.....	121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARIS – *Architecture for Information Systems*

B2B – *Business to Business*

BOM – *Bill Of Materials*

BP – *Business Process*

BPM – *Business Process Management*

BPMN – *Business Process Model and Notation*

BPMS – *Business Process Management Systems*

CRP – *Capacity Requirements Planning*

EPC – *Event-driven Process Chain*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

FIFO – *First In, First Out*

IDEF – *Integrated Computer-Aided Manufacturing Definition*

ISO – *International Standart Organization*

LIFO – *Last In, First Out*

MeDE – Menor Data de Entrega

MeTFa – Menor Tempo de Fabricação

MeTFo – Menor Tempo de Folga

MPS – *Master Production Schedule*

MRP – *Material Requiriment Planning*

PA – Planejamento Agregado

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PME – Pequena e Média Empresa

PP – Programação da Produção

RCCP – *Rough Cut Capacity Planning*

RRP – *Resource Requirements Planning*

S&OP – *Sales and Operations Planning*

TI – Tecnologia da Informação

UML – *Unified Modeling Language*

WIP – *Work In Process*

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.1 INTRODUÇÃO	14
1.1.1 <i>Problemática</i>	17
1.2 OBJETIVO	17
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	17
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	17
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	18
1.4 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA	19
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	22
2.1.1 <i>Planejamento de Materiais</i>	24
2.1.1.1 S&OP e Planejamento Agregado	26
2.1.1.2 Planejamento Mestre da Produção	30
2.1.1.3 Planejamento de Requisitos de Materiais	34
2.1.1.4 Programação da Produção.....	38
2.1.2 <i>Planejamento da Capacidade</i>	42
2.1.2.1 Planejamento da Capacidade de Longo Prazo – RRP.....	44
2.1.2.2 Planejamento da Capacidade de Médio Prazo – RCCP	45
2.1.2.3 Planejamento da Capacidade de Curto Prazo – CRP	46
2.2 MODELAGEM DE PROCESSOS	46
2.2.1 <i>Processos de Negócios</i>	47
2.2.2 <i>Gerenciamento de Processos de Negócios</i>	48
2.2.3 <i>Modelagem de Processos de Negócios</i>	52
2.2.4 <i>Linguagens de Modelagem de Processos de Negócios</i>	54
2.2.4.1 Análise Bibliométrica: Principais Linguagens de Modelagem	55
2.2.4.2 Análise Comparativa das Metodologias	58
2.2.4.3 BPMN	61
2.2.5 <i>Modelos de Referência</i>	69
2.2.5.1 Modelo de Bremer e Lenza (2000).....	71
2.2.5.2 Modelo de Tsai e Sato (2004)	73
2.3 BIBLIOMETRIA: MODELO DE REFERÊNCIA E SISTEMAS DE PCP	74
2.3.1 <i>Considerações sobre a análise bibliométrica</i>	81
CAPÍTULO III - METODOLOGIA DE PESQUISA	82
3.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA.....	82
3.1.1 <i>Coleta de dados</i>	83
3.1.1.1 Questionário de avaliação do protótipo do software de PCP	84
3.1.2 <i>Tratamento de dados</i>	87
3.1.2.1 Referencial teórico	87
3.1.2.2 Modelagem de processos	87
3.1.2.3 Protótipo do software de PCP	88
3.1.2.4 Questionário de avaliação do protótipo do software de PCP	88
3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE TRABALHO	89

CAPÍTULO IV – ANÁLISE DA MODELAGEM DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM BPMN	91
4.1	PROCESOS E SEUS NÍVEIS HIERÁRQUICOS..... 91
4.2	MODELO DE REFERÊNCIA
4.2.1	<i>Modelagem do S&OP e PA..... 94</i>
4.2.1.1	Informações e Atividades
4.2.1.2	Descrição do modelo..... 96
4.2.2	<i>Modelagem do RRP..... 99</i>
4.2.2.1	Informações e Atividades
4.2.2.2	Descrição do modelo..... 101
4.2.3	<i>Modelagem do MPS..... 104</i>
4.2.3.1	Informações e Atividades
4.2.3.2	Descrição do modelo..... 105
4.2.4	<i>Modelagem do RCCP..... 108</i>
4.2.4.1	Informações e Atividades
4.2.4.2	Descrição do modelo..... 109
4.2.5	<i>Modelagem do MRP..... 112</i>
4.2.5.1	Informações e Atividades
4.2.5.2	Descrição do modelo..... 113
4.2.6	<i>Modelagem do CRP..... 116</i>
4.2.6.1	Informações e Atividades
4.2.6.2	Descrição do modelo..... 118
4.2.7	<i>Modelagem do PP..... 120</i>
4.2.7.1	Informações e Atividades
4.2.7.2	Descrição do modelo..... 121
4.2.8	<i>Modelo de Referência do PCP..... 124</i>
4.3	PROTÓTIPO DO SOFTWARE DE PCP
4.3.1	<i>Teste do protótipo do software de PCP..... 161</i>
4.4	AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO DO SOFTWARE DE PCP
4.4.1	<i>Perfil dos respondentes..... 161</i>
4.4.2	<i>Perfil das empresas..... 163</i>
4.4.3	<i>Qualidade do protótipo do software de PCP..... 166</i>
4.4.3.1	Funcionalidade
4.4.3.2	Confiabilidade..... 169
4.4.3.3	Usabilidade..... 171
4.4.3.4	Eficiência..... 172
4.4.4	<i>Conhecimento do software de PCP..... 174</i>
4.4.5	<i>Importância e relevância do software de PCP..... 174</i>
4.4.6	<i>Sucesso do software de PCP..... 175</i>
4.4.7	<i>Considerações sobre a avaliação do protótipo do software de PCP..... 176</i>
CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS	178
5.1	CONCLUSÃO
5.2	LIMITAÇÕES DO TRABALHO..... 180
5.3	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	182
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO DO SOFTWARE DE PCP	196

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nesse primeiro capítulo, será apresentada uma breve introdução do problema que será tratado ao longo desse trabalho, os objetivos (geral e específicos), a justificativa e a motivação para a realização desse estudo, bem como a delimitação da pesquisa. Este capítulo se encerra apresentando uma estruturação em capítulos.

1.1 INTRODUÇÃO

O cenário atual em que as organizações estão inseridas é marcado pela alta concorrência e fortes mudanças organizacionais, fazendo com que as empresas pratiquem uma nova conduta de atuação em relação à sua gestão interna e, também, junto aos seus clientes, competidores, fornecedores e *stakeholders*.

Dessa forma, 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 Sistemas de Gestão Empresarial Integrado (*Enterprise Resource Planning – ERP*), certificações ISO (*International Standart Organization*), produção enxuta, custeio por atividades, entre outras.

A grande maioria das ações de melhoria demanda um alto investimento, provoca mudanças no comportamento da empresa, tanto internamente quanto externamente, e algumas delas possuem um alto custo e longo período de implantação, como por exemplo na adoção de um 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, funções, informações e recursos dos processos que são realizados pela empresa, isto é, que sejam levantados os Processos de Negócios existentes na organização.

Nesse sentido, modelar os processos de uma empresa proporciona um melhor entendimento das premissas referentes ao gerenciamento inerente aos seus sistemas e, também, evidencia alternativas viáveis para as atividades organizacionais

existentes, de modo a oferecer um referencial eficaz para as tomadas de decisões (PÁDUA; CAZARINI; INAMASU, 2004).

A partir de um modelo de referência das atividades de negócios é permitido analisar o melhor aproveitamento de sua potencialidade empresarial, com o intuito de conseguir respostas mais efetivas às constantes mudanças ocorridas no mercado. Entender a organização passa a ser um aspecto importante para a maior competitividade das empresas, porque muitos problemas na definição das estratégias podem ocorrer devido ao pouco conhecimento das suas próprias atividades.

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).

Para a realização da modelagem dos processos de negócios, as empresas têm de investir tempo e recursos no desenvolvimento de seu modelo. 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%. 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.

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). O PCP é responsável pelo bom planejamento de atividades e recursos que irá influenciar diretamente na garantia da disponibilidade do produto final aos clientes, bem como os aspectos econômicos para a empresa (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010; MUKHOPADHYAY, 2013). Este processo é responsável pelo levantamento da demanda, planejamento da produção, planejamento da capacidade, gestão de materiais, programação da produção, etc. Melhorias alcançadas em termos de PCP podem reverter em vantagem competitiva para empresas do setor de manufatura, em especial.

Segundo Thurer e Filho (2012), a maioria das empresas, em especial as pequenas e médias, tem a ciência de que devem melhorar sua gestão das atividades de PCP a fim de obter reduções do *lead time*¹ e de *Work In Process*² (WIP) e com isso, obter maior eficiência operacional e econômica. Entretanto, para os autores, as organizações simplesmente não sabem como fazer isso, uma vez que a maioria de pesquisas e soluções para o PCP é focada em grandes e complexas empresas.

É importante destacar que o sucesso da modelagem de processos de negócio depende, sobretudo, da seleção apropriada da metodologia utilizada. Entre as ferramentas existentes, a Notação de Modelagem de Processos de Negócios (*Business Process Model and Notation* – BPMN) se configura com uma das linguagens mais utilizadas pela indústria e universidades (CHINOSI; TROMBETTA, 2012; RECKER, 2010). Entretanto, observa-se na literatura pesquisada, que tal notação ainda é pouco explorada para o desenvolvimento de modelos de referência (ENTRINGER et al., 2018).

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 (ENTRINGER et al., 2018), como observado nos trabalhos publicados por Ji, Wang e Hu (2016), Mariel e Minner (2015), Carvalho e Pacheco (2014), Lu et al. (2013) e Costa e Silva (2010).

Bremer e Lenza (2000) desenvolveram, através da notação EPC (*Event-driven Process Chain* – Cadeia de Processos Orientado por Eventos), um modelo de referência para determinadas atividades relacionadas à Gestão da Produção, a partir de pesquisas acadêmicas, trabalhos práticos e entrevistas, limitando-se a empresas que montam seus produtos finais sob encomenda. Já Tsai e Sato (2004) propuseram um modelo de referência em notação UML (*Unified Modeling Language* - Linguagem de Modelagem Unificada) através do mapeamento exclusivo das atividades de PCP

¹ *Lead time* ou tempo de ciclo, é o período entre o início de uma atividade, produtiva ou não, e o seu término.

² *Work in Process* ou Trabalho em Processo, trata-se de um termo para referir-se aos bens de uma companhia ou de um produto em singular, que ainda está em fase de desenvolvimento, à espera, de um posterior lançamento e/ou liberação.

que afetavam as incertezas de estoque, pedidos de compras liberados, operações e WIP.

Diante do exposto, destaca-se que para o suporte no desenvolvimento de ações de melhorias da qualidade da gestão das empresas torna-se indispensável o desenvolvimento de um modelo de referência dos módulos típicos referentes aos Processos de Negócios de empresas voltadas para as atividades do PCP, no qual, a partir desse modelo, as organizações possam construir os seus próprios de acordo com cada realidade institucional.

1.1.1 Problemática

Neste sentido, com o intuito de propor um modelo de referência em notação BPMN dos módulos típicos do Planejamento e Controle da Produção, a fim de preencher lacunas na literatura científica, surge a seguinte questão: **como documentar os processos, informações, atividades e estrutura hierárquica na construção de um modelo de referência em notação BPMN dos processos de negócio referentes ao PCP?**

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo geral

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, em notação BPMN, que aborde de forma holística e hierárquica os módulos dos Processos de Negócios relacionados as atividades do PCP.

1.2.2 Objetivos específicos

A seguir, são detalhados os objetivos específicos do trabalho relacionados ao problema de pesquisa:

- i. Desenvolver uma base teórica a respeito das atividades, informações e hierarquia do Planejamento e Controle da Produção;

- ii. Desenvolver de uma base teórica sobre a área de Modelagem de Processos de Negócios, sobretudo a respeito das metodologias e ferramentas;
- iii. Desenvolver um protótipo do *software* utilizando o ambiente de desenvolvimento Delphi com o intuito de gerar uma maior consistência entre a abstração do modelo de referência e sua aplicação no apoio a implantação e desenvolvimento de ferramentas de gestão empresarial; e
- iv. Aplicar e avaliar o protótipo do *software* em empresas de pequeno e médio porte a fim de validar do modelo de referência.

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

O alto custo de implantação e manutenção de ações de melhorias da gestão empresarial, como por exemplo a adoção de ERP, pode ser configurar como uma barreira para as empresas, em especial as pequenas e médias (CORREA; SPINOLA, 2015). Segundo pesquisa realizada pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação, 69% das empresas brasileiras que possuem até 50 funcionários não utilizam uma ferramenta de ERP, por exemplo, para auxiliar na gerência do seu negócio (CETIC, 2013). Carvalho e Campos (2009), corroborado por Correa e Spinola (2015), também observaram um crescente interesse no desenvolvimento e uso de sistemas de gestão empresarial a partir da adoção de modelos de referência.

Contudo, verifica-se que o estudo e desenvolvimento deste tipo de modelo não são suficientemente explorados, mesmo no meio acadêmico. Estudos encontrados na literatura internacional são, em sua maioria, voltados para nichos de mercados particulares e/ou contemplam módulos específicos da gestão da produção (ENTRINGER et al., 2018).

Carvalho e Pacheco (2014) desenvolveram um modelo de PCP para uma empresa do setor alimentício, enquanto Costa e Silva (2010) apresentaram um modelo de PCP em uma indústria de panificação, a partir da implantação de um *software* comercial. Lu et al. (2013) idealizaram um modelo exclusivo para o Planejamento Mestre da Produção. E Ji, Wang e Hu (2016) e Mariel e Minner (2015) propuseram um modelo especificamente para o Planejamento da Capacidade da Produção.

Diante deste cenário, observa-se na literatura uma lacuna de pesquisas direcionadas para o desenvolvimento de um modelo de referência que aborde, de uma forma global e hierárquica de todas as atividades, funções e informações referentes as atividades do PCP (ENTRINGER et al., 2018), envolvendo o Planejamento de Vendas & Operações e Planejamento Agregado, Planejamento Mestre da Produção, Planejamento dos Requisitos de Materiais e Programação da Produção, bem como seus respectivos planejamentos da capacidade.

Posto isto, para se modelar os processos de negócios referentes as atividades de PCP, a fim de desenvolver um modelo de referência conceitual, faz-se necessário escolher metodologias e ferramentas compatíveis. A linguagem de modelagem adotada é o BPMN, por ser considerada uma notação padrão amplamente empregada (ENTRINGER; FERREIRA, 2017), que ilustra o processo de uma maneira simples e clara, pensada tanto para gerentes quanto para profissionais técnicos, analistas, desenvolvedores e funcionários em geral (ABPMP, 2015; CHINOSI; TROMBETTA, 2012).

1.4 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

A disseminação do conhecimento técnico e conceitual, a respeito de PCP e modelagem de processos, para as organizações de pequeno e médio porte, pode melhorar, de forma significativa, sua competitividade, tornando-se mais eficiente em termos de qualidade, custos e produtividade (THURER; FILHO, 2012).

Sendo assim, por meio de uma gestão eficaz, o gestor pode observar a empresa como um todo, entender o que está acontecendo nela por meio das informações dos diferentes setores e aplicar correções e melhorias a partir do que foi identificado (PERIN, 2010).

Desejando contribuir para a melhoria da implementação e gerenciamento dos processos e informações típicas do planejamento empresarial, este trabalho visa promover, a partir de um modelo de referência, a adoção de melhorias da qualidade da gestão a um baixo custo, e agregar valor aos negócios que poderão dar maior competitividade as empresas voltadas para o PCP, em especial as pequenas e médias.

Adicionalmente, este trabalho tem o intuito de preencher as lacunas na literatura científica através da elaboração de um modelo de referência conceitual, em notação BPMN, que contemple todos os módulos hierárquicos das atividades do PCP e avançar sobre modelos internacionais do planejamento empresarial. Espera-se também com este trabalho obter um modelo que apoie o desenvolvimento de outros projetos futuros que precisem de uma referência de modelagem na área de PCP, principalmente para as PME's.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Os modelos de referência, que documentam os vários aspectos de um processo de negócio, podem ser desenvolvidos em situações reais ou em estudos teóricos (BREMER; LENZA, 2000). Devido ao limitante de tempo e recursos disponíveis, este trabalho foi desenvolvido a partir de estudos teóricos baseando-se em trabalhos anteriores, como dissertações, artigos e livros sobre o assunto tratado.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em seis capítulos, conforme descrição abaixo:

Capítulo I – Considerações Iniciais – Neste capítulo foi apresentada a introdução ao tema e ao trabalho e a problemática da pesquisa. Nesse capítulo são descritos os objetivos, a motivação, a justificativa, a delimitação e a estruturação do trabalho.

Capítulo II – Revisão da Literatura – Neste capítulo será abordado toda a revisão de literatura, com uma fundamentação teórica sobre o conceito de Planejamento e Controle da Produção, bem como a sua hierarquia: Planejamento de Materiais (Planejamento de Vendas & Operações e Planejamento Agregado, Planejamento Mestre da Produção, Planejamento de Requisitos de Materiais e Programação da Produção) e Planejamento da Capacidade (Planejamento de Longo Prazo, Planejamento de Médio Prazo e Planejamento de Curto Prazo). Também serão abordados os preceitos sobre a Modelagem de Processos de Negócios, destacando Processos de Negócios, Gerenciamento de Processos de Negócios, Modelagem de Processos de Negócios, Linguagens de Modelagem de Processos de Negócios e

Modelos de Referência. No final deste capítulo é apresentada uma análise bibliométrica a respeito dos trabalhos publicados na área de modelos e referência e PCP a fim de identificar as lacunas na literatura científica.

Capítulo III – Metodologia de Pesquisa – Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos, a partir da definição do método de pesquisa, relatando os métodos de coleta e tratamento de dados, e, também, descrição das etapas de trabalho.

Capítulo IV – Análise da Modelagem do Planejamento e Controle da Produção em BPMN – Neste capítulo serão apresentados os resultados deste trabalho, com a exposição das informações e atividades de cada módulo da hierarquia do PCP, do modelo de referência, bem como o protótipo do *software* de PCP e sua aplicação e avaliação para fins de validação.

Capítulo V – Considerações Finais – Este capítulo é composto pela conclusão do trabalho, limitações do estudo e sugestões para futuros trabalhos pertinentes a esse tema.

Em seguida, por fim, serão citadas as referências bibliográficas que contribuíram para o desenvolvimento desse estudo e o apêndice com o questionário de avaliação do protótipo do *software*.

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, apresenta-se uma contextualização acerca do Planejamento e Controle da Produção, os módulos que constituem a hierarquia do planejamento, bem como a abordagem de Modelagem de Processos de Negócios, imprescindíveis à compreensão acerca do tema do trabalho em questão. Por fim, com o intuito de contribuir para a revisão bibliográfica e identificar as lacunas na literatura científica, apresenta-se a análise bibliométrica a respeito do tema de estudo.

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma função administrativa que tem por objetivo efetuar os planos que orientam a produção e servem de guia para o seu controle, objetivando aumentar a eficiência e a eficácia através da gestão do que está para ser ou está sendo produzido, de modo a satisfazer a demanda dos consumidores (ANTUNES; SEHNEM; LIMA, 2014).

De acordo com Martins e Laugení (2009), e corroborado por Fernandes e Godinho Filho (2010), os sistemas de PCP são responsáveis por definir a forma com que a organização deve seguir para atingir seus objetivos estratégicos, apoiando a tomada de decisões dos gestores, principalmente quanto às seguintes questões: o que produzir, quanto produzir, quando produzir e com que recursos produzir. Sendo assim, pode-se dizer que este sistema dita o ritmo da produção da empresa, podendo ser considerado como um dos responsáveis por uma vantagem competitiva fundamental: a qualidade dos bens produzidos.

Para Andrade e Fernandes (2015), o PCP é uma atividade que consiste no estabelecimento de um plano operacional, preocupando-se em gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores operando continuamente. Para os autores, o PCP provê informações para a administração eficiente do fluxo de materiais, para a efetiva utilização das pessoas e equipamentos disponíveis, para a coordenação das atividades internas com a dos fornecedores externos e para uma comunicação efetiva entre as necessidades do mercado consumidor e o sistema produtivo.

Um estudo de caso quantitativo realizado por Fernandes *et al.* (2013), buscando melhorar o gerenciamento de uma linha de produção, mostrou que os processos produtivos foram otimizados e as filas de espera e o *lead time* foram reduzidos, após a implantação de um sistema de Planejamento e Controle da Produção eficaz.

Santos (2013) demonstrou que o PCP desenvolvido por uma indústria do setor de calçados, possibilitou o estabelecimento de um fluxo contínuo de materiais, pessoas e informações, capazes de alimentar os sistemas produtivos, de forma a atender os objetivos estratégicos da organização.

A partir da análise do trabalho de alguns autores (CORRÊA; CORRÊA, 2012; CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009; FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010; TUBINO, 2007; VOLLMANN, 2005), observa-se que independentemente do sistema produtivo, da tecnologia empregada no processo e da forma empregada para administrar a produção, existem algumas atividades que são inerentes à realização do PCP, que estão relacionadas ao planejamento da capacidade de seus recursos com o planejamento das necessidades de seus materiais.

Os conceitos básicos da hierárquica da função do Planejamento e Controle da Produção, referentes ao Planejamento de Materiais, são os seguintes:

- i. Planejamento de Vendas e Operações (*Sales and Operations Planning – S&OP*) e Planejamento Agregado;
- ii. Planejamento Mestre da Produção;
- iii. Planejamento dos Requisitos de Materiais; e
- iv. Programação da Produção.

A Figura 1 mostra a hierarquia do Planejamento e Controle da Produção, referente ao Planejamento de Materiais, adaptado de Corrêa e Corrêa (2012).

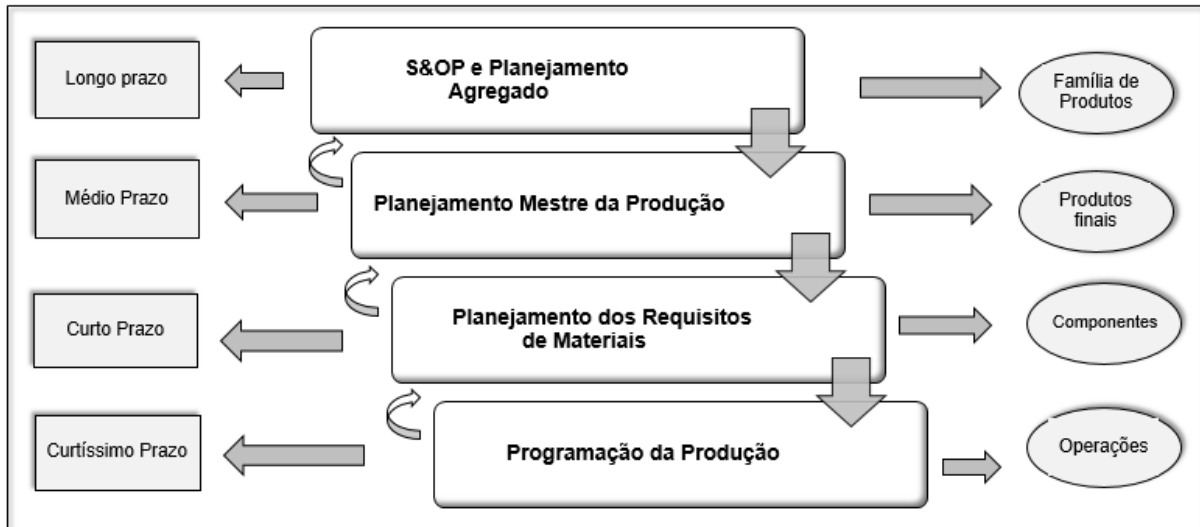


Figura 1. Hierarquia do Planejamento e Controle da Produção para o Planejamento de Materiais.
Fonte: adaptado de Corrêa e Corrêa (2012).

Segundo Stadtler e Kilger (2005), a ideia principal por trás do planejamento hierárquico é decompor o planejamento em módulos de acordo com o horizonte de planejamento da empresa ou da cadeia de suprimentos.

Já os módulos da função do Planejamento e Controle da Produção referentes ao Planejamento da Capacidade são:

- i. Planejamento de Longo Prazo (*Resource Requirements Planning – RRP*);
- ii. Planejamento de Médio Prazo (*Rough Cut Capacity Planning – RCCP*); e
- iii. Planejamento de Curto Prazo (*Capacity Requirements Planning – CRP*).

A seguir será apresentado a revisão da literatura a respeito do Planejamento de Materiais.

2.1.1 Planejamento de Materiais

O gerenciamento de materiais permeia a tomada de decisão em inúmeras organizações, sendo um tema bastante explorado no meio acadêmico e empresarial (ROSA; MAYERLE; GONÇALVES, 2010).

O Planejamento de Materiais abrange um conjunto de decisões com o intuito de coordenar, nas dimensões de tempo e espaço, a demanda existente com a oferta de produtos e materiais, de modo que sejam atingidos os objetivos de custo e de nível de serviços especificados, observando-se as características do produto, da operação e da demanda, de acordo com o prazo de planejamento (WANKE, 2012). Sendo

assim, a maior preocupação das empresas no que tange a gestão de materiais pode ser atribuída, primeiramente, à necessidade de se garantir a maior disponibilidade de produto ao cliente final ao menor custo possível, dada a pressão competitiva dos mercados.

De acordo com Rego e Mesquita (2011), alguns fatores contribuem para maior preocupação com a gestão de materiais: a diversidade crescente do número de produtos (que torna o comportamento ou padrão da demanda mais irregular) e o elevado custo de oportunidade de capital (que impacta os indicadores financeiros pelos quais as empresas são avaliadas).

Nesse contexto, é importante destacar que o comportamento da demanda é um dos principais fatores que contribui para o aumento da complexidade dos modelos de Planejamento de Materiais (BOYLAN; SYNTETOS; KARAKOSTAS, 2008; SYNTETOS; BOYLAN; CROSTON, 2005; TSAI; SATO, 2004).

Dandaro e Martello (2015) destacam que a armazenagem de materiais também é muito necessária, nas organizações, pois saber onde colocar, o que colocar, quanto de produto estocar, quais meios de transporte usar, mantendo uma gestão eficiente nesses processos, é de fundamental importância para a agregação de valor ao negócio. Nesse sentido, para os mesmos autores, algumas empresas já buscam explorar as técnicas inovadoras na área de PCP, definindo a importância do controle de estoque e do processo de armazenagem dentro de uma empresa em qualquer que seja sua área de atuação, seja por meio de ferramentas ou técnicas de gestão de materiais.

Diante do exposto, baseado na estrutura hierárquica do Planejamento e Controle da Produção (Figura 1), considera-se que o Planejamento de Materiais é constituído pelos seguintes módulos: S&OP (*Sales and Operations Planning* - Planejamento de Vendas e Operações) e Planejamento Agregado; Planejamento Mestre da Produção, Planejamento de Requisitos de Materiais; e Programação da Produção. Cada um destes conceitos será abordado nos tópicos seguintes.

2.1.1.1 S&OP e Planejamento Agregado

O S&OP tem o papel de equilibrar os planos de demanda e oferta no nível agregado (VOLLMANN, 2005) e é uma combinação de pessoas, processos e tecnologia (LAPIDE, 2005). Para Blackstone (2010), é definido como um processo para desenvolver planos táticos que ofereçam à gerência a capacidade de direcionar estrategicamente seus negócios para obter vantagens competitivas de forma contínua, integrando planos de *marketing* focados no cliente para produtos novos e existentes com o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Sob uma outra ótica, o S&OP é visto como uma ferramenta de planejamento a longo prazo não só para produção, mas também para vendas, previsão de demanda e planejamento de capacidade de recursos (OLHAGER; RUDBERG, 2002; OLHAGER; RUDBERG; WIKNER, 2001; OLHAGER; SELLDIN, 2007). Nesta visão, o papel do S&OP é manter um equilíbrio adequado entre oferta e demanda e fornecer sinais de alerta precoce quando eles se tornam desequilibrados (VOLLMANN, 2005).

A previsão da demanda é base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa e a previsão é o ponto de partida de todo planejamento empresarial. Sendo assim, existe uma série de técnicas disponíveis, com diferenças substanciais entre elas. Entre as técnicas de previsão existentes, destacam-se as técnicas intrínsecas que utilizam dados histórico, que são geralmente registrados na empresa e estão prontamente disponíveis. As técnicas que mais se destacam são: média móvel, média móvel ponderada, suavização exponencial e regressão linear (CHASE; AQUILANO, 2004).

Vários trabalhos e revisões de literatura foram publicados nos últimos anos sobre o processo genérico de S&OP (THOMÉ et al., 2012b), medidas de desempenho (THOMÉ; SOUSA; CARMO, 2014; WAGNER; ULLRICH; TRANSCHEL, 2014) e questões de integração (TUOMIKANGAS; KAIPIA, 2014). No entanto, o S&OP tem sido, em larga medida, desenvolvida por profissionais da indústria (GRIMSON; PYKE, 2007) e, apesar do crescimento da literatura acadêmica sobre esse assunto nos últimos anos, existem lacunas entre as necessidades da indústria e pesquisas acadêmicas (NOROOZI; WIKNER, 2017).

Como observado, o S&OP tornou-se cada vez mais popular entre as indústrias nos últimos anos. Implementado corretamente, as empresas obtêm diferentes tipos de benefícios do processo, tais como: melhor cooperação entre pessoal e gestão

(VOLLMANN, 2005) e entre diferentes funções em uma empresa (GROSSMANN, 2005; WALLACE, 2006); aumento do nível de satisfação dos clientes (BOWER, 2006); aumento da rotatividade, ou giro, de estoque (THOMÉ et al., 2012b); maior precisão da previsão (GRIMSON; PYKE, 2007; THOMÉ et al., 2012b); redução de estoque (PROKOPETS, 2012); melhor gerenciamento de portfólio (BOWER, 2006); e desempenho operacional melhorado (THOMÉ et al., 2012a).

Todas as definições a respeito do S&OP, o classifica como um processo comercial holístico. Em suma, o S&OP tem a finalidade de conciliar a demanda com a capacidade de fornecimento em longo prazo e ao menor custo possível, no qual o equilíbrio ocorre em termos de volume e não de *mix* de produtos. O gerenciamento da demanda faz interface com o Planejamento Agregado (PA) através da previsão da demanda, e o planejamento de recursos é responsável pela elaboração do plano viável quanto à disponibilidade dos recursos (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009). Segundo Arnold, Rimoli e Esteves (2006), as previsões são mais precisas para famílias e grupos do que quando abrir para itens individuais.

A aplicação de conceitos de PA está relacionada ao agrupamento dos diversos produtos demandados pelo mercado em famílias e, por conveniência, também se agrega a capacidade de processamento de produção como um todo, e não por unidade produtiva (MUNHOZ; MORABITO, 2013). Uma pesquisa realizada por Ohager e Selldin (2007), demonstrou que o emprego do PA atenua o efeito negativo da incerteza do mercado no desempenho da empresa.

Thomé *et al.*, (2012) complementam a definição ao afirmar que o PA é uma ferramenta que une planos de negócios diferentes em um conjunto integrado, no qual seus objetivos principais são: equilibrar oferta e demanda e construir pontes entre o plano estratégico e os planos operacionais da empresa. Para os autores o alinhamento interno da organização, pode facilitar a integração da cadeia de suprimentos tanto com os fornecedores quanto com os clientes, particularmente quando os sistemas de informação interorganizacionais favorecem a integração da cadeia de suprimentos.

Gansterer (2015), em seu estudo, implementou uma estrutura de otimização de simulação que corresponde ao conceito de planejamento hierárquico, com o objetivo de investigar o impacto da PA no nível de serviço e estoque em um sistema de produção. Para a autora, é recomendável omitir o PA em caso de *superávit* de

capacidade, uma vez que a aplicação de técnicas de previsão de séries temporais parece ser uma melhor estratégia para enfrentar demanda altamente volátil ou recursos escassos.

As principais características do PA são as seguintes: trata-se de um processo de planejamento tático e multidisciplinar integrado na empresa; integra todos os planos do negócio em um plano unificado; tem um horizonte de planejamento de longo prazo; integra estratégia e operações; e cria valor e está vinculado ao desempenho da empresa (FENG; D'AMOURS; BEAUREGARD, 2008; GRIMSON; PYKE, 2007; NAKANO, 2009).

O PA parte das decisões estratégicas da organização, tendo como uma de suas metas o direcionamento dos recursos produtivos para as estratégias escolhidas, dando consistência à estratégia operacional (THOMÉ; SOUSA; CARMO, 2014). As principais estratégias adotadas nas atividades de produção são aquelas que envolvem, por exemplo, a variação de tamanho de equipe de trabalho, utilização de tempo ocioso e tempo extra, variação dos níveis de estoques, subcontratação ou terceirização, variação de capacidade produtiva, entre outros. Cada estratégia proporciona à organização uma flexibilidade diferente como resposta à demanda incerta. Para determinar qual estratégia adotar, uma das formas é tomar como base o custo total de cada uma delas. Sendo assim, existem três grupos principais de estratégias (LUSTOSA; MESQUITA; OLIVEIRA, 2008; STEVENSON, 2001; TUBINO, 2007):

- i. **Estratégia de produção constante:** possui ritmo constante, independentemente das variações previstas na demanda. Pode acarretar custos significativos de manutenção de estoques.
- ii. **Estratégia de acompanhamento de demanda:** possui o ritmo de produção que acompanha a demanda. Pode acarretar custos altos de contratação, demissões, subcontratações e horários extra de trabalho da mão-de-obra.
- iii. **Estratégia mista:** envolve a utilização, simultânea, de acordo com as necessidades de produção e demanda, das estratégias de produção constante e de acompanhamento de demanda.

Quando o plano é elaborado, isto ocorre num cenário no qual não são consideradas perturbações que possam atrapalhar seu bom andamento. Por esse

motivo, nas fases subsequentes do planejamento, ajustes serão necessários, porém dentro das restrições impostas pelo PA (STEVENSON, 2001).

A Figura 2 esquematiza as informações necessárias ao planejamento agregado (entradas), bem como as informações resultantes (saídas).

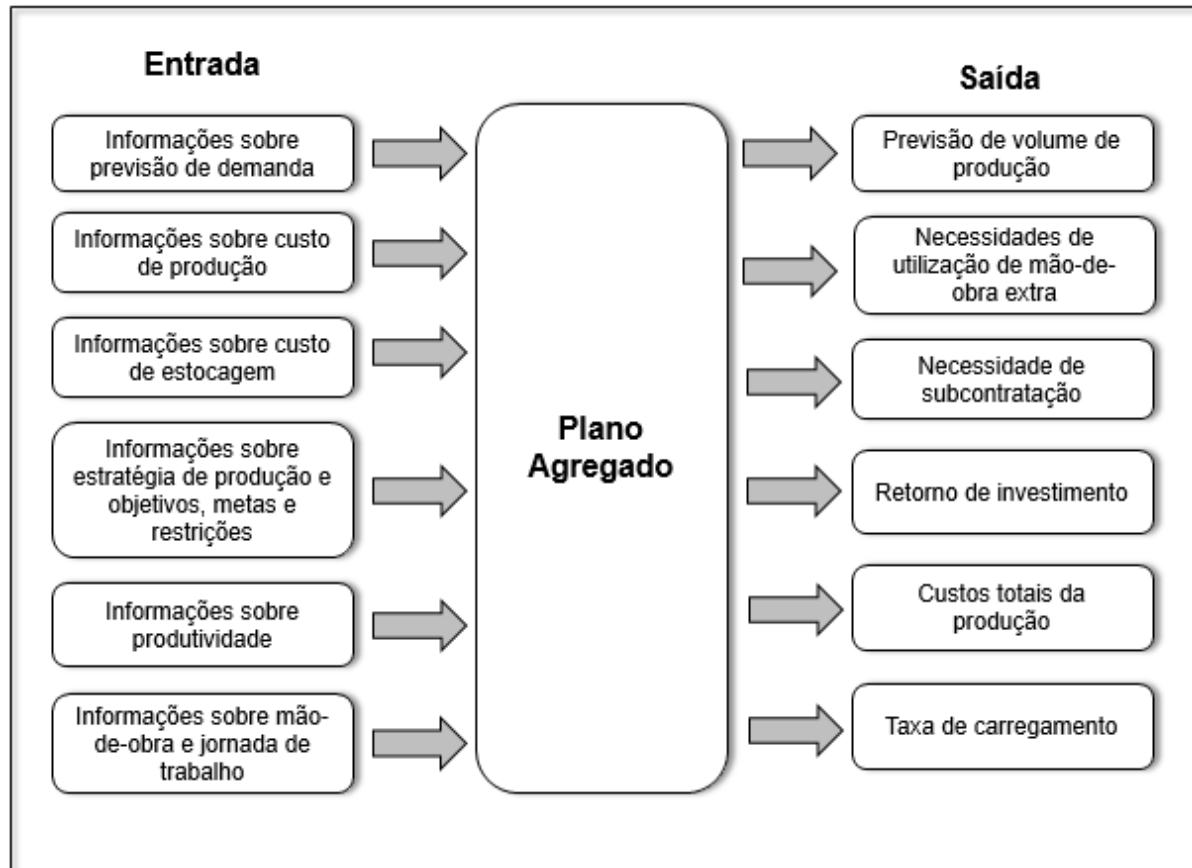


Figura 2. Entradas e saídas típicas do Planejamento Agregado.
Fonte: adaptado de Martins e Laugeni (2009).

Nos sistemas de planejamento de produção hierárquica, o PA é destinado a equilibrar requisitos de capacidade e quantidades de produção para horizontes de planejamento de longo prazo (GANSTERER, 2015). Os planos agregados fornecem a entrada básica para novas etapas de planejamento, como é o caso do Planejamento Mestre da Produção, abordado no tópico seguinte.

2.1.1.2 Planejamento Mestre da Produção

O Planejamento Mestre da Produção (*Master Production Schedule – MPS*) é elaborado a partir da desagregação da demanda de cada período do planejamento agregado da produção em períodos menores e, também, 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 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 informações imperfeitas 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 3 esquematiza as informações necessárias ao Planejamento Mestre da Produção, segundo a concepção de Vollmann (2005).

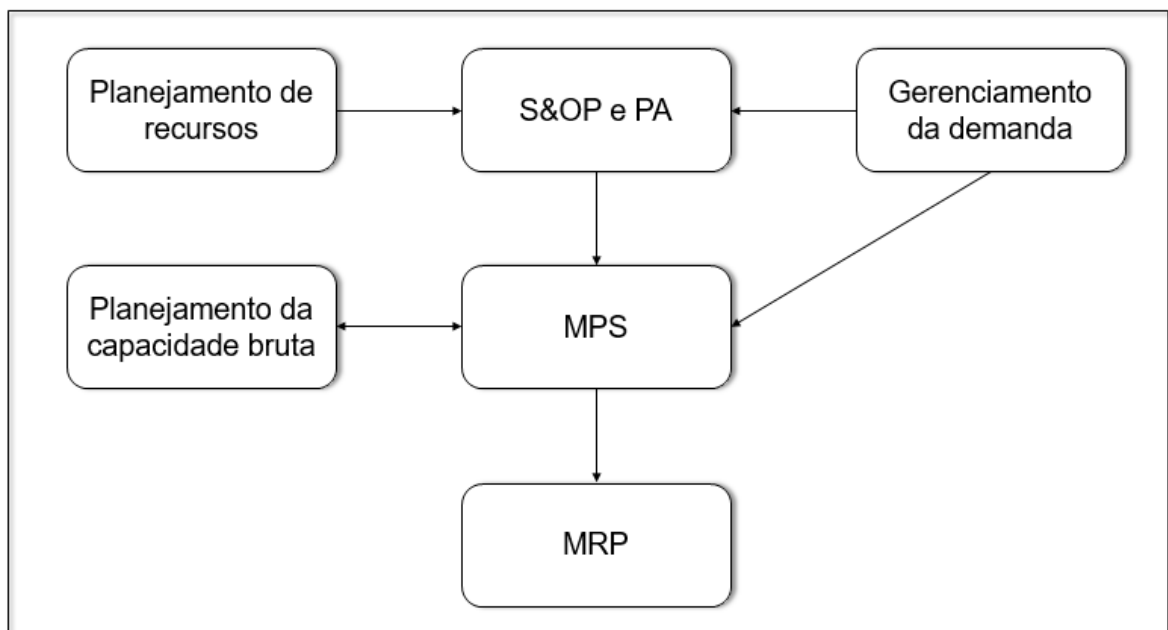


Figura 3. Informações necessárias para o funcionamento do MPS no sistema de PCP.

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. Os estudiosos 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, Dünwald 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).

Como abordado anteriormente, um dos principais fatores que afetam o desempenho da MPS é a flutuação da demanda, o que implica em frequentes atualizações das informações necessárias par 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 4, 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.

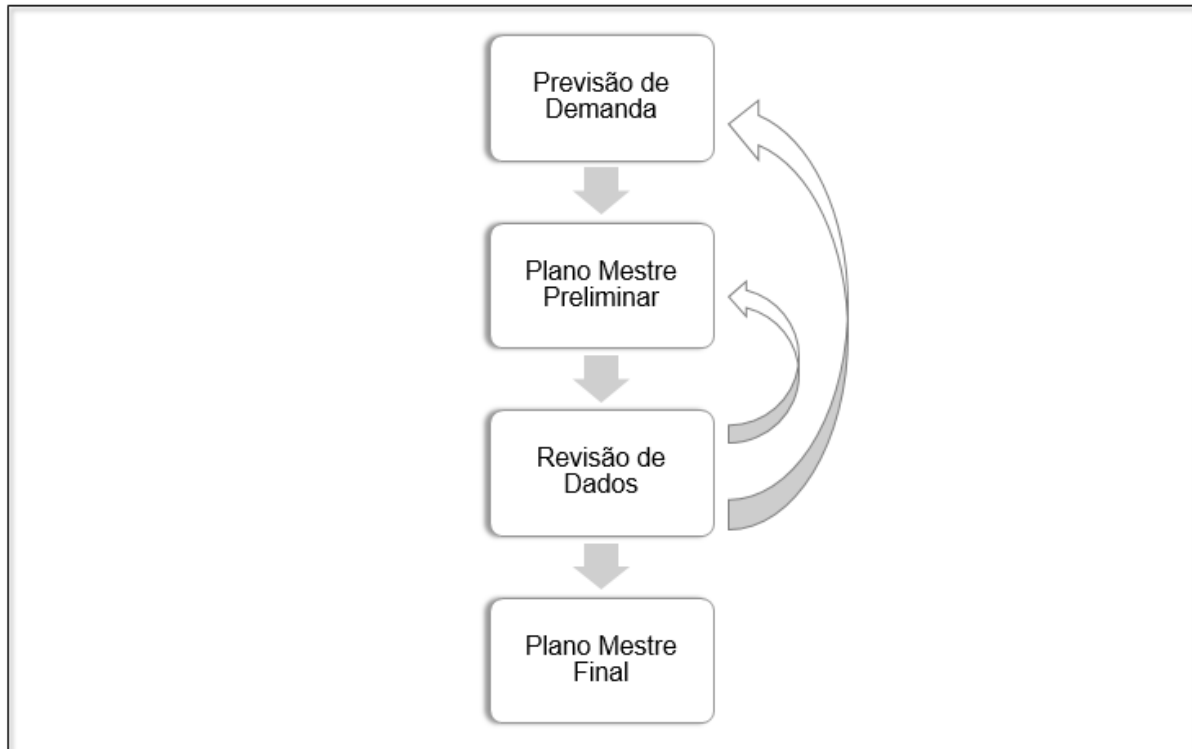


Figura 4. Processo de validação do plano mestre da produção.
Fonte: adaptado de Jonsson e Ivert (2015).

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.

2.1.1.3 Planejamento de Requisitos de Materiais

Uma decisão é tomada com base nas informações disponíveis. Muitas das decisões da gestão de materiais de uma empresa são tomadas com o auxílio do MRP (*Materials Requirements Planning* – Planejamento de Requisitos de Materiais).

O MRP, criado nos anos 60, é um sistema lógico de cálculo que converte a previsão de demanda em programação da necessidade de seus componentes, sendo predominante presente nos sistemas de PCP nos processos de manufatura (MENDES; FILHO, 2017)

O modelo MRP determina a quantidade e o momento em que se necessita dos módulos, componentes e matérias-primas para produzir uma determinada quantidade de produtos finais, conforme especificado no MPS, considerando os níveis de estoque e os prazos de suprimento (GIROTTI et al., 2016).

Adicionalmente, de acordo com Favaretto (2012), o MRP executa o planejamento detalhado da produção, que faz a liberação de ordens de produção e compra dos componentes dos produtos de acordo com a demanda prevista e os estoques disponíveis. O atendimento dos prazos de entrega e os custos de produção das empresas dependem em parte do bom resultado deste planejamento. Para o autor, as principais informações utilizadas nas decisões desta etapa do planejamento são relacionadas às seguintes variáveis: demanda, níveis de estoques e tempos de reposição. Caso estas variáveis sejam incertas, o resultado do planejamento poderá apresentar erros.

Guerra, Schuster e Tondolo (2014) reiteram que por meio do MRP é possível que as empresas realizem um melhor gerenciamento e acompanhamento dos insumos, matérias-primas, componentes, produtos em elaboração e produtos acabados. Devido à grande complexidade existente em alguns produtos (grande número de itens, componentes, peças e acessórios) a área de PCP utiliza, com bastante frequência o MRP, visando redução dos estoques, obtenção de maior previsibilidade do recebimento dos materiais e insumos, redução do tempo de processamento do produto, assim como atendimento dos prazos de entrega do produto final aos clientes.

Sendo assim, a finalidade do MRP é executar computacionalmente a atividade de planejamento das necessidades de materiais, permitindo assim determinar, precisa e rapidamente, as prioridades das ordens de compra e fabricação. Para Carvalho, Silva Filho e Fernandes (1998), o grande objetivo do MRP é preestabelecer as matérias-primas (ou suprimentos) de acordo com o tempo (ou capacidade de fábrica), os quais serão necessários para produzir a carteira de pedidos de uma referida organização.

O MRP é baseado no planejamento das necessidades de acordo com o Plano Mestre de Produção, o qual é preparado de acordo com a demanda dos clientes, da lista de materiais (*Bill of Materials* – BOM) (YENISEY, 2006) e as quantidades em estoques dos itens do BOM (NEELY; BYRNE, 1992). A Figura 5 apresenta

graficamente as entradas necessárias no sistema MRP e quais as saídas que tal sistema fornece.

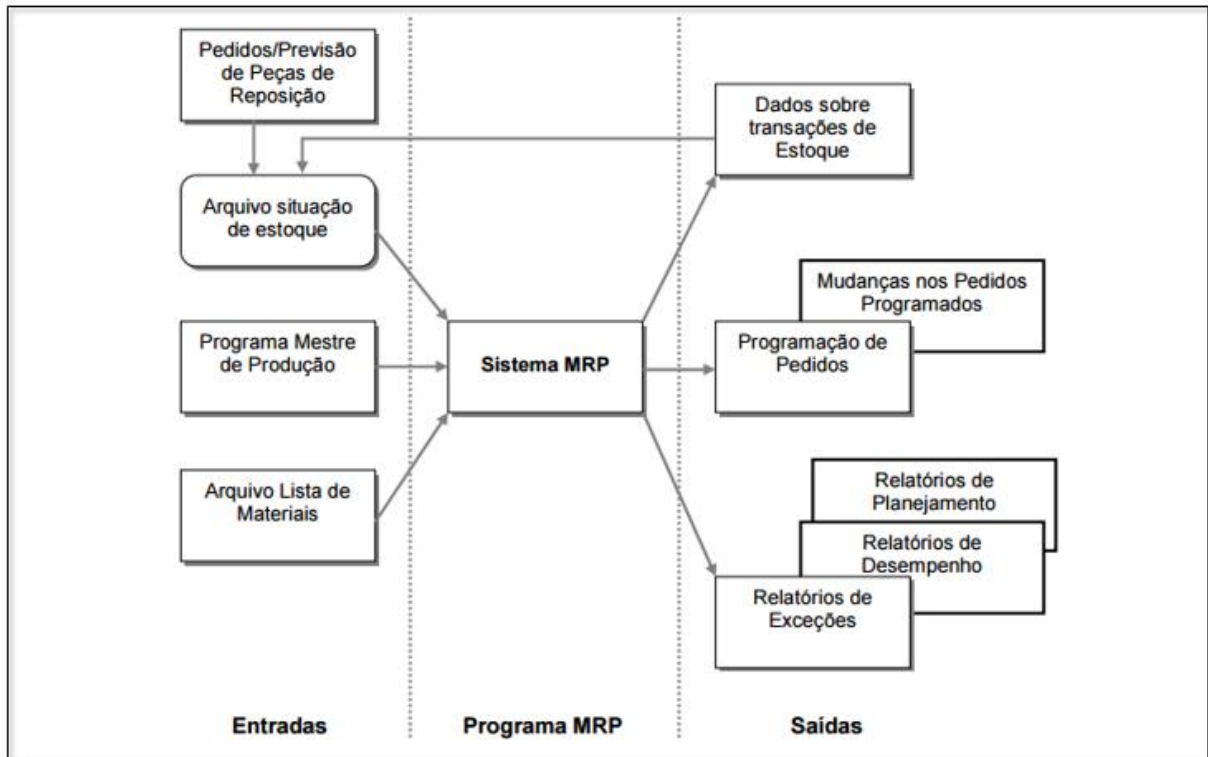


Figura 5. Esquematização da execução do MRP.
Fonte: adaptado de Gaither e Frazier (2005).

De acordo com a Figura 5, o MPS fornece para o MRP quais produtos serão produzidos no horizonte de planejamento para o qual se calculará a necessidade de recursos. Já o BOM fornece quais são os itens “pais” e itens “filhos” a serem produzidos de acordo com o MPS, a demanda bruta de cada item e o *lead time* de produção e de entrega dos fornecedores. Por fim, o arquivo sobre a situação do estoque fornece qual é a quantidade em estoque de cada item para ser subtraída da necessidade bruta e encontrada a necessidade de material para produção durante o horizonte de planejamento adotado (YENISEY, 2006).

O modelo MRP é caracterizado como um sistema de produção “empurrada”, que gera as ordens de produção e compra, conforme o programa mestre de produção, as listas de materiais e os níveis de estoque. A partir dos *lead times* de produção e compra, determinam-se os instantes em que as ordens devem ser liberadas, aplicando uma lógica de programação para “trás” (GIACON; MESQUITA, 2011).

Godinho Filho e Fernandes (2006), respaldado por Gaither e Frazier (2005), destacam como principais benefícios do MRP são: melhorar o serviço ao cliente, com maior atendimento a prazos e entregas; reduzir os investimentos em estoques; e melhorar a eficiência operacional da organização fabril.

Entretanto, Sagbansua (2010) destaca que a precisão das informações tem um papel vital no MRP, uma vez que os benefícios deste sistema dependem fortemente da disponibilidade do uso de computadores que manterão os dados atualizados sobre as necessidades de um certo componente da produção. Os erros nos registros de inventário ou lista de materiais resultariam em partes faltantes, excesso de pedidos de alguns produtos e falta de outros, desvios do cronograma de produção, todos os quais causam resultados ruins, como baixo nível de atendimento ao cliente, uso ineficiente de recursos e entregas intempestivas aos clientes. Sendo assim, as empresas que planejam usar este sistema devem avaliar cuidadosamente os benefícios e as necessidades do MRP.

De acordo com uma pesquisa realizada por Jonsson e Mattsson (2006), 75% das empresas de manufatura usavam o MRP como o principal método de planejamento de material. Conforme observado por Ornek e Cengiz (2006), Pandey, Yenradee e Archariyapruerk (2000) e Taal e Wortmann (1997), a simplicidade relativa dos sistemas MRP os torna preferidos por muitas abordagens de programação matemática.

Para Milne, Mahapatra e Wang (2015), os usuários entendem a lógica MRP e desenvolvem uma boa compreensão das relações entre entradas e saídas desse sistema. Para os autores, esta compreensão permite aos usuários identificar quais dados de entrada estão em erro e quais precisam ser melhorados para obter melhores resultados. Como os usuários de MRP entendem esses relacionamentos de entrada/saída, eles tendem a estar mais confiantes nos resultados de planos de produção por MRP do que os planos de produção emitidos por programas matemáticos de códigos-fonte não conhecidos.

Uma razão adicional para usar o MRP é que muitas grandes corporações possuem licenças para *softwares* nos quais os módulos MRP estão integrados com outras funções corporativas. Devido a esta integração e simplicidade relativa, os sistemas MRP oferecem flexibilidade gerencial que pode ser difícil de obter em

sistemas de planejamento de material baseado em programação matemática (MILNE; MAHAPATRA; WANG, 2015).

2.1.1.4 Programação da Produção

A Programação da Produção é um processo de tomada de decisão importante em um sistema de PCP, amplamente utilizado na produção industrial, gestão e informática (SETHY; BEHERA, 2017). Este processo busca definir (PLITSOS et al., 2017):

- i. Quais tarefas produtivas executar (ou ordens/instruções de trabalho);
- ii. Onde processar as tarefas de produção e em qual sequência; e
- iii. Quando executar as atividades produtivas.

Normalmente, essas decisões são fortemente acopladas e, idealmente, são tomadas de forma simultânea (HARJUNKOSKI et al., 2014).

A PP tem como objetivo distribuir as tarefas aos recursos ao longo do tempo, de forma a atender todos os prazos acordados a um custo aceitável (SILVA; MORABITO; YAMASHITA, 2014). Seu nível de agregação de informações trata de componentes de produtos e seu horizonte de planejamento é de curtíssimo prazo, em geral em semanas, em ambientes produtivos com grande *mix* de produtos e muitas alternativas de roteiros (GIACON; MESQUITA, 2011). Neste cenário, as empresas, através de ferramentas que possam auxiliá-las nesta tarefa, buscam aumentar a produtividade, reduzir estoques, diminuir custos e conseguir maior flexibilidade.

Adicionalmente, Muthiah e Rajkumar (2017) afirmam que os objetivos da Programação da Produção são:

- iv. Entregar os produtos na data acordada;
- v. Minimizar o estoque em processo;
- vi. Diminuir o tempo de entrega;
- vii. Minimizar a utilização dos recursos; e
- viii. Maximizar a eficiência operacional.

Para Sathy e Behera (2017), a PP é uma atividade tipicamente operacional, que pode reduzir os custos e o tempo de manuseio de materiais ao otimizar o procedimento. Seu alcance é restrito no horizonte de tempo, contemplando de horas

a poucas semanas, devido ao dinamismo no ambiente de produção (LUSTOSA; MESQUITA; OLIVEIRA, 2008). Sendo assim, desenvolver uma boa programação para determinados conjuntos de ordens de produção, pode ajudar a organização a controlar eficazmente os fluxos de trabalho e fornecer soluções para a sequenciamento do trabalho (SETHY; BEHERA, 2017).

Várias formulações clássicas e diferentes métodos aproximados têm sido utilizados para abordar os problemas de programação da produção em diversos contextos industriais, como por exemplo: na indústria de bebidas (FERREIRA; ALMADA-LOBO; MORABITO, 2013); na indústria de nutrição animal (AUGUSTO; ALEM; TOSO, 2016); na indústria de embalagens (MARTÍNEZ et al., 2016); na indústria metal mecânica (LOEBLEIN et al., 2013); na indústria têxtil (RAYMUNDO; GONÇALVES; RIBEIRO, 2015); entre outros.

Silva, Morabito e Yamashita (2014) realizaram um estudo de um caso prático de programação da produção na indústria aeronáutica. Os experimentos computacionais mostraram que existe potencial de ganho de produtividade ao utilizar estes modelos para otimizar a programação da montagem. Em comparação com a prática da empresa, os resultados indicam que é possível reduzir até 30% a mão de obra utilizada, sem comprometer, significativamente, o atendimento aos prazos estabelecidos.

Vale destacar que, dependendo da complexidade do sistema produtivo, a área de administração da produção ou gestão da operação terá maior dificuldade em seu gerenciamento (FUCHIGAMI et al., 2015). Sendo assim, o desempenho interno de uma indústria, por sua vez, condiciona o desempenho externo da empresa (aquele percebido pelo cliente).

Plitsos et al., (2017) destacam que, devido à complexidade e ao aumento dos volumes de produção, as tomadas decisões oriundas da PP não podem ser abordadas sem suporte de otimização automatizada. Esta funcionalidade geralmente é considerada parte de um Sistema de Execução de Fabricação (*Manufacturing Execution System*) e normalmente é suportada por um sistema de ERP (HARJUNKOSKI et al., 2014), em geral de alto custo principalmente para as pequenas e médias empresas.

Novas e Henning (2010), em uma revisão de técnicas baseadas no conhecimento existentes para Programação da Produção, descobriram que a

presença inerente de incertezas no chão de fábrica cria a necessidade de ajustar constantemente as programações através do controle operacional.

Dessa forma, Framinan e Ruiz (2010), para tratar esta problemática, afirmam que esses sistemas devem incluir suporte para uma série de atividades, tais como: monitoramento e execução dos cronogramas planejados; representação precisa do modelo do chão de fábrica, incluindo todas as suas restrições; utilização de técnicas adequadas para resolver o problema da geração de cronograma, ou seja, o algoritmo; avaliação da solução proposta, que deverá satisfazer todos os constrangimentos possíveis; capacidade de ser reativa e responder a eventos que poderiam impedir a conclusão ou viabilidade do cronograma; análise de capacidade; e capacidade de integração com vários sistemas de informação existentes dentro da empresa

Portanto, a PP, na prática, é uma atividade dinâmica na qual a coleta de informações e o monitoramento constante ocorrem antes e durante a geração e execução do cronograma (ROMERO-SILVA; SANTOS; HURTADO, 2015).

Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003) estabeleceram uma estrutura para a escolha da melhor Programação da Produção: definição do sistema de produção, identificação dos objetivos de programação e identificação de características especiais de produção, conforme Figura 6.

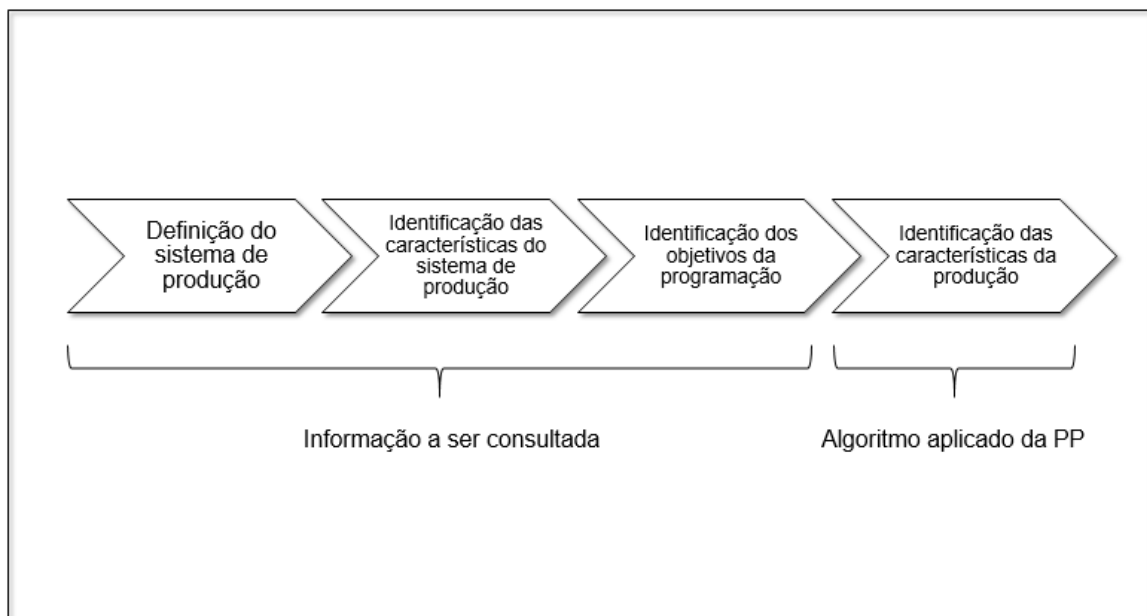


Figura 6. Estágios básicos para operação de sistemas de Programação da Produção.

Fonte: adaptado de Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003).

Regras de prioridade, também conhecidas como regras de sequenciamento, são procedimentos de extrema importância na prática. São tecnicamente simples, fáceis de compreender e requerem pouco esforço para serem aplicadas. Geralmente a utilização de regras de prioridade é suficiente para a programação em diversos ambientes de produção. Além disso, tais regras são fáceis de codificar em linguagens de programação modernas e seus cálculos são bastante rápidos (FUCHIGAMI et al., 2015). Para alguns problemas específicos, essas regras geram soluções ótimas, mas de forma geral, são métodos heurísticos que em sua simplicidade, não garantem a otimização completa do problema da PP (LUSTOSA; MESQUITA; OLIVEIRA, 2008)

A necessidade de se definir uma sequência de tarefas é mais evidente em sistemas de produção empurrados, em que se utilizam critérios predeterminados para emitir ordens de compra, fabricação e montagem dos itens. Já nos sistemas puxados, normalmente são implementados *kanbans* para gerenciar a produção (FUCHIGAMI et al., 2015). Por essas razões, a pesquisa com regras de prioridade para tais problemas complexos de programação da produção é um tópico importante e exige cuidadosa atenção.

A Quadro 1 apresenta algumas das regras mais usuais. Vale lembrar que na tentativa de obtenção de melhores resultados dentro do chão de fábrica, é possível aplicar mais de uma regra simultaneamente.

Quadro 1. Regras usuais para sequenciamento de tarefas.

Sigla	Especificação	Descrição	Prioridade das Ordens de Produção
FIFO ou PEPS	Primeiro a entrar, primeiro a sair.	Na mesma ordem de chegada na máquina.	Prioridade às ordens que chegarão primeiro. Busca minimizar a variância do tempo de permanência da máquina.
LIFO ou UEPS	Último a entrar, primeiro a sair.	Na ordem inversa de chegada da máquina.	Prioridade às ordens que chegarão por último. Busca minimizar a variância do tempo de permanência da máquina.
MeTFa ou SPT	Menor tempo de fabricação/ processamento.	Em ordem crescente de tempo de processamento no recurso.	Prioridade às ordens de menor tempo, propiciando uma redução das filas e aumento do fluxo.
MeDE ou EDD	Menor data de entrega.	Em ordem crescente no prazo de entrega prometido.	Prioridade às ordens mais urgentes, visando reduzir atrasados.
MeTFo ou LS	Menor tempo de folga.	Em ordem crescente de folgas (data prometida menos tempo total de processamento).	Prioridade às ordens mais urgentes, visando reduzir atrasados.

Fonte: adaptado de Lustosa, Mesquita e Oliveira (2008).

Para apenas destacar que o Gráfico de *Gantt* é muito utilizado para a representação gráfica de uma programação de tarefas a serem realizadas em um período de tempo previamente estabelecido. É usado para representação de diversos tipos de tarefas, como a de um programa de produção, de um planejamento de um evento ou ainda das etapas de um projeto (LORENZI et al., 2015).

Este gráfico consiste de um gráfico em que as linhas representam as tarefas a serem realizadas e as colunas o tempo de execução das tarefas. Normalmente também fornecem outras informações tais como: quem ou onde cada operação será realizada, tempo total e parciais da operação, pontos críticos do processo, linhas de acompanhamento, etc.

A seguir será apresentado a revisão da literatura a respeito do Planejamento da Capacidade.

2.1.2 Planejamento da Capacidade

O Planejamento da Capacidade é o processo de determinação dos recursos necessários para atender o plano de produção e os métodos indispensáveis para disponibilizar a capacidade produtiva que ocorre paralelamente ao Planejamento de Materiais (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009). Ajustes são realizados nos planos de produção se a capacidade necessária não for atendida (MUKHOPADHYAY, 2013). O processo de Planejamento da Capacidade implica em três etapas:

- i. Determinação da capacidade disponível de cada centro de trabalho em cada período de tempo para atender o plano de produção proposto;
- ii. Comparação da capacidade necessária (carga) com a capacidade planejada;
- iii. Se necessário, ajustar a capacidade necessária e a planejada de modo que as duas estejam em equilíbrio.

Nesse cenário, a alta variação da demanda tem influenciado empresas de manufatura a buscarem mecanismos para ajustar sua capacidade de produção, de forma rápida e econômica, às exigências do mercado (LINGITZ et al., 2013). Este dinamismo, aliado à elevada competição no ambiente empresarial, tem levado as organizações a buscarem um maior grau de racionalização de seus processos produtivos de forma a assegurar índices de rentabilidade favoráveis ao negócio

(ALMEIDA et al., 2017; ALMEIDA; ROMANZINI; WERNER, 2016). Posto isso, faz-se necessário determinar políticas otimizadas de ajuste da capacidade para equilibrar demanda com a oferta viabilizada pela sua capacidade produtiva (LINGITZ et al., 2013).

Nesse contexto, para Silva e Leite (2013), o Planejamento da Capacidade aliada ao gerenciamento dos custos de fabricação permite identificar quais os produtos são os mais rentáveis, bem como, conhecer a capacidade e eficiência dos processos. Segundo estes autores, a capacidade de produção representa a disponibilidade dos recursos de produção e, portanto, apresenta influência direta nos custos de produção dos produtos.

Ho e Fang (2013) afirmam que determinar um nível ótimo de capacidade para atender a demanda é fundamental para o desempenho do sistema produtivo, ao passo que o desequilíbrio entre estas pode provocar perdas econômicas para a organização. Assim, para os autores, o desafio repousa sobre harmonizar o grau de capacidade de produção com o nível de demanda do mercado, visando a maximização dos lucros.

Diante deste cenário, equalizar níveis de capacidade produtiva se configura como uma tarefa complexa, devido ao comportamento estocástico do sistema de produção e a flutuação da demanda (ALMEIDA; ROMANZINI; WERNER, 2016). Como consequência, em casos de capacidade insuficiente, os problemas concentram-se no aumento do ciclo de produção, provocando atrasos nas entregas, aliado a altos níveis de WIP. Por outro lado, o excesso de capacidade resulta em desperdícios de recursos, provocado pela baixa utilização da estrutura produtiva ou de equipamentos (JI; WANG; HU, 2016).

Para Tu e Lu (2016), cenários com baixa utilização da capacidade de produção apresentam maior habilidade para absorver a variabilidade da demanda do que um sistema com elevada utilização. Porém, esta parcela de capacidade não utilizada se transforma em custos de ociosidade. Assim, a identificação e análise dos custos da capacidade, bem como a evidenciação dos custos de ociosidade, tornam-se primordiais para a correta avaliação do desempenho de tais sistemas.

O horizonte de planejamento determina a finalidade do Planejamento da Capacidade e pode ser classificado, segundo Mukhopadhyay (2013), em três níveis de acordo com o horizonte de planejamento: Planejamento de Longo Prazo (*Resource Requirements Planning – RRP*), Planejamento de Médio Prazo (*Rough Cut Capacity*

Planning – RCCP) e Planejamento de Curto Prazo (*Capacity Requirements Planning – CRP*), como mostrado na Figura 7.

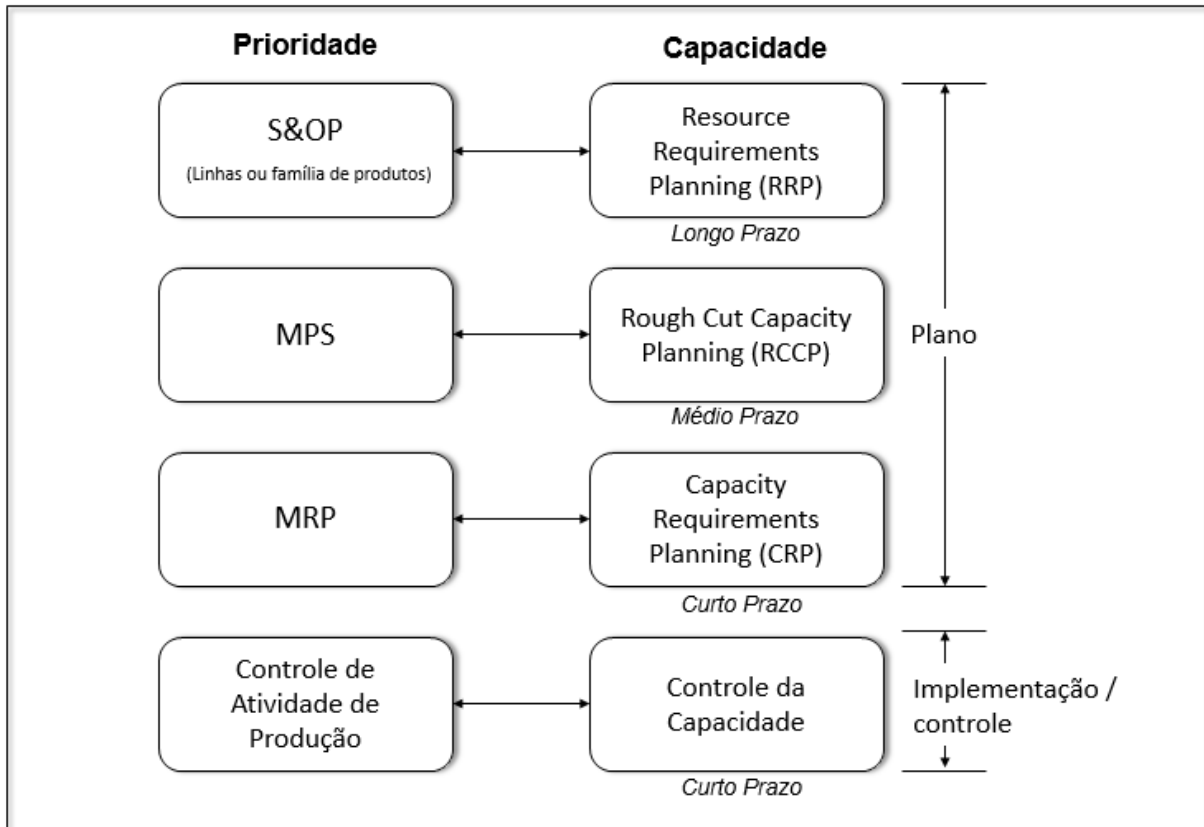


Figura 7. Níveis do Planejamento da Capacidade.

Fonte: adaptado de Mukhopadhyay (2013).

2.1.2.1 Planejamento da Capacidade de Longo Prazo – RRP

De acordo com Corrêa et al. (2009) e corroborado por Mukhopadhyay (2013), o RRP é um planejamento que visa subsidiar às seguintes decisões a nível do S&OP: antecipar a necessidade de capacidade de recursos que requeiram um prazo relativamente longo, em meses, para sua mobilização e obtenção; e subsidiar as decisões de quanto produzir de cada família de produtos, principalmente quanto à limitação de capacidade e recursos, quando não é possível atender todos os planos de vendas.

Pela própria natureza do processo de S&OP, é importante que a determinação do RRP seja simples e rápida para adequar-se à agilidade necessárias das simulações a nível do S&OP. O horizonte de planejamento necessário pode ser de vários meses a anos, dependendo dos prazos de mobilizações e obtenções dos

recursos analisados. A necessidade da rapidez no cálculo e o longo horizonte de planejamento impõe certo nível de agregação dos dados utilizados e nas informações geradas, o que é coerente com o nível de agregação do S&OP e PA, isto é, família de produtos consumindo disponibilidade de grupos de recursos críticos (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

2.1.2.2 Planejamento da Capacidade de Médio Prazo – RCCP

O RCCP, também denominado de planejamento de recursos críticos ou planejamento grosseiro da capacidade, tem por finalidade subsidiar as decisões do MPS (MUKHOPADHYAY, 2013). Para Corrêa et al. (2009), o planejamento da capacidade de médio prazo visa antecipar a necessidade de capacidade de recursos que requeiram prazo de poucos meses antes de sua mobilização. Segundo os mesmos autores, este planejamento também tem por objetivo 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 venda, desde que o problema não tenha sido identificado no RRP.

Pela natureza do processo do MPS, é importante que o cálculo da capacidade seja relativamente simples e rápido, para adequar-se à agilidade necessárias das decisões. O horizonte de planejamento necessário varia entre dois e cinco meses, considerando o período de planejamento de semanas. As necessidades, tanto de rapidez de cálculo como de tratamento detalhado produto a produto no MPS, impõem certo nível de aproximação nos cálculos, desconsiderando-se alguns detalhes. Além disso, no RCCP, estoques de componentes não são considerados, pois a explosão efetiva dos produtos finais em componentes é realizada no MRP. Portanto, de certa forma, o cálculo do RCCP considerará que todos os produtos do MPS analisados e respectivos componentes terão efetivamente que ser manufaturados e/ou montados críticos (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

2.1.2.3 Planejamento da Capacidade de Curto Prazo – CRP

O CRP, também conhecido como planejamento das necessidades da capacidade, visa subsidiar as decisões do planejamento detalhado da produção e materiais, MRP (MUKHOPADHYAY, 2013). Este planejamento, de acordo com Corrêa et al. (2009), tem como objetivos principais a antecipação das necessidades de recursos que requeiram prazo de poucas semanas para sua mobilização e, também, a geração de um plano detalhado de compras e produção que seja viável, por meio de ajustes efetuados no plano original sugerido pelo MRP, para que este possa ser liberado para execução pela fábrica.

Nesse nível, não é necessário que o cálculo de capacidade seja rápido, pois admitindo que o RCCP foi bem feito, não devem ter restado muitos problemas a serem analisados, os quais devem ser resolvidos por pequenos ajustes nas ordens de produção. Além disso, o próprio cálculo do MRP é relativamente demorado, não permitindo, via de regra, muitas simulações. O importante é que o cálculo seja o mais preciso possível, assumindo-se, é claro, as imprecisões típicas da lógica do planejamento de capacidade infinita (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

O horizonte do planejamento típico é de algumas semanas, sendo que o limite é dado pelo horizonte do MPS, que define o horizonte máximo do MRP. Sendo assim, o período de planejamento da capacidade de curto prazo é de uma semana, como o RCCP (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

2.2 MODELAGEM DE PROCESSOS

Esta seção apresenta os conceitos da literatura referentes aos Processos de Negócio, Gerenciamento de Processos de Negócios e Modelagem de Processos de Negócios. Em seguida será exposto um tópico acerca das Linguagens de Modelagem de Processos de Negócios, trazendo uma análise bibliométrica das principais metodologias de modelagem com o intuito de sedimentar a escolha da notação BPMN. Por fim, apresenta-se uma revisão sobre Modelos de Referência, bem como modelos de referência na área de PCP.

2.2.1 Processos de Negócios

Processos podem ser compreendidos como um sequenciamento específico de atividades de trabalho, com entradas e saídas claramente definidos, executados por pessoas ou sistemas, que visam produzir um bem ou um serviço, atendendo assim, as necessidades de um cliente ou mercado (SILVEIRA; CRUZ; SCHMITZ, 2016).

Ao longo de décadas, os processos industriais sofreram aperfeiçoamentos contínuos que, mais recentemente, passaram a ser utilizados também nos processos empresariais. Diante deste cenário, a partir da formulação da ISO 9000, as empresas começaram a relacionar a gestão da qualidade moderna com os processos e atividades de uma organização, incluindo a promoção da melhoria contínua e a conquista da satisfação do cliente (ABNT, 2000).

Sob esta perspectiva, é importante identificar e analisar os processos empresariais como importantes ativos de negócios, uma vez que há uma crescente relevância atribuída aos processos dentro das organizações, com foco em melhorias voltadas para a agilidade e performance operacional, através de um sistema de gestão cada vez mais voltada por processos. No entanto, o caminho executado por um processo e seu desempenho depende dos dados e informações disponíveis.

Neste sentido, Gibb, Buchana e Shah (2006) destacam que a organização dos Processos de Negócios é uma maneira promissora de superar os silos funcionais que podem criar barreiras para o fluxo de informações eficazes, restringir o valor que pode ser gerado pela empresa e também levar ao desenvolvimento de sistemas isolados. Diante dessa vertente, Oyemomi et al. (2016), demonstram através de um estudo, que a contribuição significativa da partilha de informações e conhecimentos ao longo dos processos, em qualquer empresa, pode melhorar de forma significativa a performance organizacional.

Neste contexto, o Processo de Negócio (*Business Process* – BP) pode ser entendido como um conjunto de tarefas organizacionais que envolvem pessoas, comunicações e recursos para que possa se atingir um objetivo previamente definido, gerando um produto ou serviço que vai ao encontro dos desejos dos clientes ou *stakeholders* (BENITEZ, 2006; PALMBERG, 2009; RUMMLER; BRACHE, 1995). É importante destacar que os usuários envolvidos nos processos possuem relevantes

informações e julgamentos que podem compartilhar, agregando melhorias e contornando problemas insolúveis.

Um estudo realizado por Oyemomi et al. (2016), com base em dados empíricos, demonstrou o importante papel dos fatores de operação organizacional no compartilhamento de informação nos Processos de Negócios, que contribuem diretamente para a melhoria do desempenho organizacional.

Georges (2010) afirma que o conceito de BP está no centro da abordagem sistêmica utilizada para descrever e interpretar a organização de modo integrado, observando-a como um todo coeso e não como uma junção de partes isoladas. Este modo de interpretar a organização como um todo é fundamental para tornar possível a integração em uma empresa via sistemas de informação, afim de aprimorar a Gerenciamento dos Processos de Negócios.

2.2.2 Gerenciamento de Processos de Negócios

O Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management – BPM*) é uma abordagem holística (DRAGHICI et al., 2012) importante e amplamente utilizada por muitas organizações para melhorar o desempenho de seus processos. com raízes nos conceitos de Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management*) (DEMING, 2000) e Reengenharia de Processos de Negócios (DAVENPORT, 1994; DAVENPORT; SHORT, 1990).

O BPM foi desenvolvido com grande foco na adoção de Tecnologia da Informação (TI) (SINNL; VOM BROCKE, 2011). As metodologias, técnicas ou ferramentas utilizadas atuam projetando, aprovando, controlando, bem como analisando os processos de negócios envolvendo a organização, seres humanos, aplicações, documentos e qualquer outra fonte de informação (PYON; WOO; PARK, 2011), sendo cada vez mais utilizadas pelas organizações na intenção de promover a eficácia e eficiência de seus negócios (HUANG et al., 2011). Além disso, segundo Dhir e Toor (2011), o BPM tem como esforços a busca pela inovação, flexibilidade e integração com a tecnologia, tudo isso com foco em alinhar à organização com as necessidades dos clientes.

Para Repa e Bruckner (2015), o BPM é um modelo de gestão bem estabelecida para administrar o ciclo de vida de um processo de negócios, incluindo *design*,

execução e análise. Haddar, Makni e Abdallah (2014) complementam esta definição, indicando que o BPM baseia-se na concepção de um modelo que satisfaz um conjunto de critério de qualidade, que é uma tarefa não-trivial devido a complexidade dos Processos de Negócios atuais. De fato, a heterogeneidade desses tipos de projetos motivou a busca de abordagens para auxiliar na concepção de modelos de alta qualidade a custos reduzidos.

O BPM também pode ser avaliado como uma melhoria de processos contínua, estruturada, analítica e multisetorial, que apresenta diversos fatores críticos (TRKMAN, 2010), aos quais estão associadas vários métodos que possibilitam as empresas instituírem uma elevada orientação para Processos de Negócios (SKRINJAR; TRKMAN, 2013). Vale salientar o quão importante é a compreensão e do envolvimento da alta gerência, o reconhecimento de sistemas de informação, responsabilidades bem definidas, assim como uma cultura que seja receptiva aos processos de negócios (DRAGHICI et al., 2012).

De acordo com *Association of Business Process Management Professionals*, o BPM é uma disciplina gerencial como uma abordagem estruturada para identificar, executar, medir, monitorar e controlar Processos de Negócios sejam eles automatizados ou não, para alcançar resultados consistentes e direcionados, alinhando os processos de negócio aos objetivos estratégicos da organização, criando valor, e permitindo a organização alcançar seus objetivos de negócios com mais agilidade (ABPMP, 2017).

Por outro lado, *Workflow Management Coalition* defende a seguinte definição para BPM como a oficial:

“Disciplina que envolva qualquer combinação de modelagem, automação, execução, controle, medição e otimização de fluxo de atividade empresarial, em apoio às metas corporativas, abrangendo sistemas, funcionários, clientes e parceiros dentro e fora das fronteiras da empresa” (WFMC, 2017).

De acordo com o entendimento de Siriram (2012), o BPM demanda uma visão sistêmica e balanceada, dado que o processo de negócio atrela a organização, resultando em uma harmonização de recursos, como processos, pessoas e sistemas. As ações de BPM demandam a assimilação de uma área nicho, de forma que se possa mirar nos processos críticos, que estão alinhados com os objetivos estratégicos da organização.

O BPM, nas considerações de Arevalo (2006), busca mapear e melhorar os processos de negócio da empresa, por meio de uma abordagem baseada em um ciclo de vida de modelagem, desenvolvimento, execução, monitoração, análise e otimização dos processos de negócio, conforme ilustrado na Figura 8.

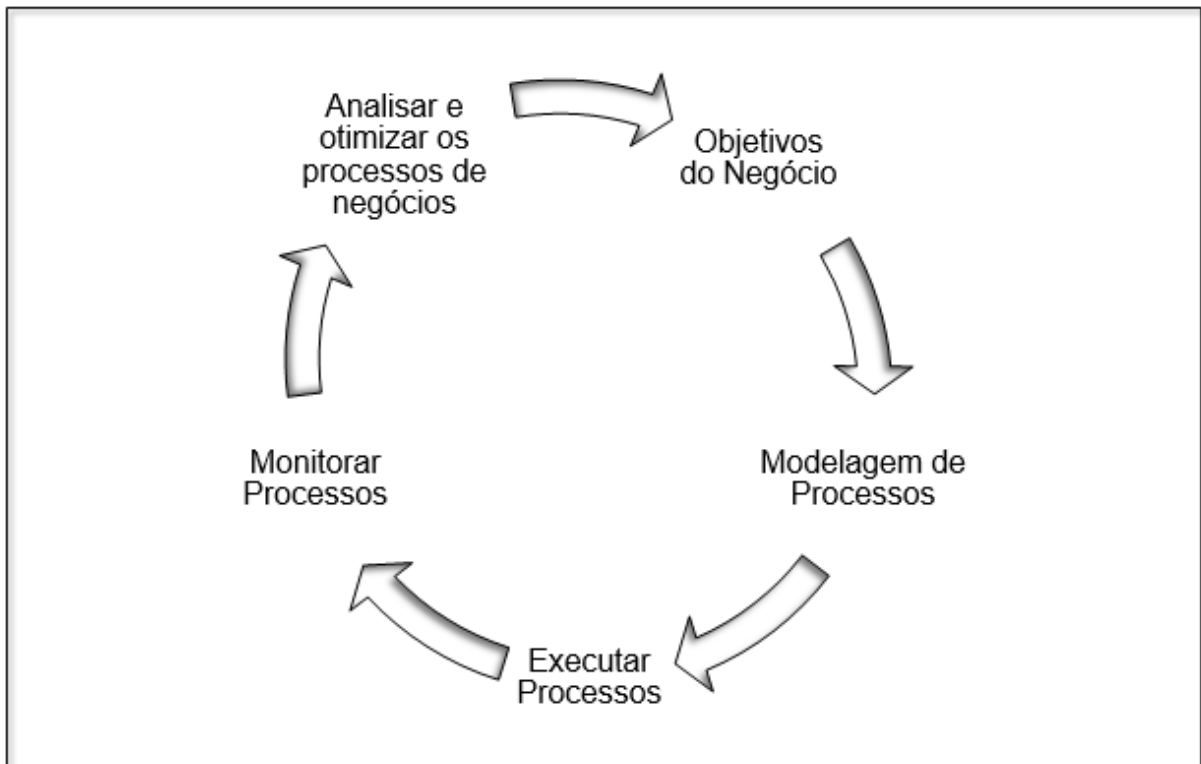


Figura 8. Macroelementos do BPM.
Fonte: adaptado de Arevalo (2006).

Vários estudos de mercado apontam que, cada vez mais, as empresas demonstram interesse em adotar o BPM como meio de resolver ou contribuir de maneira significativa na solução de problemas organizacionais (AREVOLO, 2006).

Diante desse cenário, Trkman (2010) e Draghici et al. (2012) destacam os fatores que cooperam para o sucesso do emprego do BPM em uma organização:

- Apoio da alta gerência para possíveis mudanças;
- Alinhamento dos Processos de Negócios com o ambiente organizacional;
- Garantia da flexibilidade e adaptações contínuas dos principais processos;
- Especificação dos Processos de Negócios padronizados;
- Estabelecimento do grau de flexibilidade dos funcionários no processo; e
- Garantia da infraestrutura necessária para suportar as mudanças organizacionais.

É de suma importância destacar que o BPM pode ajudar na execução de um programa estratégico, permitindo uma melhor correspondência entre a estratégia organizacional e os processos de negócio da empresa. Entretanto, as empresas não devem acreditar erroneamente que a adoção do BPM por si só trará qualquer contribuição para seus objetivos operacionais ou estratégicos (TRKMAN, 2010). Ou seja, mesmo o melhor programa de BPM pode não oferecer respostas à questão do foco apropriado de uma organização.

Estudos na área de BPM, abordam este modelo organizacional como uma visão global dos negócios e destacam a transição de uma gestão funcional para uma gestão orientada para processo, sugerindo a aplicação do BPM a partir de uma abordagem sistêmica, em que se destacam as inter-relações dos processos em seus contextos. Isto posto, as etapas desnecessárias e mal direcionadas são eliminados e remodelados, empregando os recursos disponíveis nos principais processos (SEGATTO; PÁDUA; MARTINELLI, 2013).

Vale salientar que para alcançar a eficácia desejada é importante que o BPM não seja abordado apenas como um conjunto simples de ferramentas de TI, mas sim como um ambiente em que uma visão orientada para processos e o meio de comunicação que requer a organização do negócio como um todo (CHO; LEE, 2011). Para isso, é preciso uma equipe bem organizada (NEUBAUER, 2009), ter conhecimento dos processos em sua forma individual ou coletiva (SEETHAMRAJU, 2012), e uma boa seleção dos processos cruciais (CHO; LEE, 2011).

Por fim, observa-se que para compreender o funcionamento dos processos e quais são os tipos existentes são imprescindíveis para determinar como eles devem ser administrados a fim de obter o melhor resultado (SIRIRAM, 2012). Sendo assim, para reproduzir uma estrutura organizacional por processos, é necessário ter um cenário definido da empresa por meio do mapeamento das atividades, regras e relacionamentos que compõem os processos, além de uma adequada metodologia de modelagem de processos de negócios.

2.2.3 Modelagem de Processos de Negócios

Modelagem de processos é uma atividade de representação dos processos de uma organização que permite a análise de sua forma atual para que ele seja melhorado no futuro (DHIR; TOOR, 2011), visto que as organizações necessitam compreendê-los (RUB; ISSA, 2012) para serem capazes de melhorá-los. Uma modelagem é útil para descrever e representar graficamente os aspectos importantes de determinado processo, distinguindo pessoas, departamentos e a ligação entre eles (CLIMENT; MULA; HERNÁNDEZ, 2009), de forma a retratá-los ou representá-los adequadamente, enfatizando os aspectos que necessitam ser comunicados e tratados (VERGIDIS; TURNER; TIWARI, 2008).

Para se obter de forma eficaz a integração dos processos organizacionais, é necessário que todos os elementos que a compõem (colaboradores, máquinas e sistemas computacionais), possam trocar informações entre si, em um determinado grau de detalhamento, através de uma visão sistêmica, significando o desenvolvimento de uma organização integrada (CLIMENT; MULA; HERNÁNDEZ, 2009). Nesse sentido, os modelos de processos de negócio podem contribuir na obtenção deste cenário.

Um modelo é uma representação abstrata da realidade e um processo pode ser elaborado como um ou mais agentes que atuam de forma a ordenar o fluxo das atividades que coletivamente realizam as metas para o qual o processo foi projetado (CLIMENT; MULA; HERNÁNDEZ, 2009). Desse modo, os modelos de Processos de Negócios são considerados representações gráficas que expressa como as organizações executam seus processos empresariais (VERGIDIS; TURNER; TIWARI, 2008).

De forma geral, a modelagem de processos objetiva descrever características dos processos de negócios, evidenciando sua estrutura, a sequência de atividades e suas relações, os recursos utilizados, entre outros. Portanto, esta atividade se apresenta como um importante instrumento facilitador da compreensão e análise dos processos (RUB; ISSA, 2012) e tem sido amplamente utilizada pelas organizações na intenção de documentar e melhorar suas operações (SMIRNOV et al., 2012). Além disso, formam uma infraestrutura de comunicação podendo proporcionar uma visão geral sobre as operações, através da descrição e detalhamento dos processos, de

forma que possam ser entendidos e desenvolvidos com maior facilidade (GEORGES, 2010).

Para Silveira, Cruz e Schmitz (2016), a modelagem de processo tem sido desenvolvida como uma tecnologia para descrever processos tais que eles possam ser entendidos e desenvolvidos com maior transparência. Através dessa modelagem é possível planejar, criar procedimentos e documentá-los de forma consistente, possibilitando demonstrar a realidade da empresa e realizar modificações de acordo com situação futura desejável (LEOPOLD; MENDLING; GÜNTHER, 2016).

Segundo Pinggera et al. (2015), os modelos de processo reais apresentam uma ampla gama de problemas que convergem para as dimensões de qualidade sintática, semântica e pragmática de um modelo. Para os autores, a qualidade sintática e semântica relaciona-se à construção do modelo e aborda o uso correto da linguagem de modelagem e a extensão em que o modelo representa verdadeiramente o comportamento do mundo real, respectivamente. Em complemento, a qualidade pragmática aborda a medida em que um modelo suporta a sua utilização para fins como a compreensão do comportamento e desenvolvimento do sistema.

De fato, o entendimento dos processos contribui para uma gestão integrada e fortalecida, com estruturas bem definidas, podendo proporcionar um ambiente mais saudável, com pessoas comprometidas, favorável ao aumento da produtividade, da eficiência e qualidade dos serviços prestados. Oliveira e Neto (2009) corroboram, apresentando os seguintes objetivos da modelagem: entendimento, aprendizado, documentação e melhoria contínua.

A maioria das pesquisas nesta área enfatiza fortemente o produto ou o resultado do ato de modelagem do processo (GRUHN; LAUE, 2006; VAN DER AALST; TER HOFSTEDDE, 2000). Para esta categoria de pesquisa, o modelo resultante é objeto de análise. O objetivo, por exemplo, é abordar como as características estruturais do modelo se relacionam com sua qualidade pragmática. Em vez de lidar com a qualidade dos modelos individuais, muitos outros trabalhos incidem sobre as características das linguagens de modelagem (MOODY, 2009; SIAU; ROSSI, 2011). Para que os diferentes aspectos que constituem um processo de negócio sejam capturados é preciso que se utilizem metodologias, técnicas e padrões adequados de modelagem de processos (CULL; ELDABI, 2010). A seguir será exposto as linguagens de modelagem de processos de negócios.

2.2.4 Linguagens de Modelagem de Processos de Negócios

A origem do termo Modelagem de Processos de Negócios surgiu em 1967 em um artigo de S. Williams intitulado: "*Business Process Modeling Improves Administrative Control*", publicado na revista *Automation* (WILLIAMS, 1967). Desde então, este termo tem ganhado projeção e um número muito grande de metodologias e linguagens de modelagem de processo de negócio tem surgido (GEORGES, 2010).

As linguagens (ou metodologias ou notações) de modelagem de processos são conjuntos de construções gráficas e regras de como combinar essas construções. Neste universo de linguagens de modelagem de processos de negócio, há linguagens extremamente simples até linguagens extremamente sofisticadas. Para Georges (2010), as linguagens mais sofisticadas de modelagem de processos de negócio são aquelas destinadas ao desenvolvimento de sistemas de informação, sejam estes sistemas transacionais, sistemas supervisórios ou sistemas de gestão de *workflow*.

No início, a modelagem dos processos de negócio era feita utilizando linguagens de representação de fluxos e de dados oriundos de outras áreas, como os fluxogramas, diagramas de controle de fluxo e diagramas PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Tais linguagens de modelagem de processos, que foram desenvolvidas na primeira metade do século XX, não eram suficientes para modelar todos os aspectos necessários para o desenvolvimento e implantação de sistemas de informação, emergindo a necessidade do desenvolvimento de linguagens de modelagem de processos de negócio mais elaboradas que pudessem representar os diferentes aspectos necessários para o desenvolvimento e implantação de sistemas de informação (GEORGES, 2010).

Surgem então, a partir dos anos 70, algumas linguagens de modelagem de processos de negócio que permitem reconhecer diversos outros elementos do que meramente às atividades e sua sequência de execução: *Event-driven Process Chain* (EPC), *Integrated Computer-Aided Manufacturing Definition* (IDEF), *Business Process Modeling Notation* (BPMN), *Unified Modeling Language* (UML), *Petri Nets*, entre outras (DHIR; TOOR, 2011). Tais linguagens permitem reconhecer aspectos organizacionais do processo, reconhecer os recursos utilizados, os dados exigidos e gerados no processo, a função ao qual o processo pertence e diversos outros

elementos fundamentais para, por exemplo, o desenvolvimento de um sistema de informação.

Na seção subsequente serão descritas as principais linguagens para representação de modelos de processos de negócios, levantadas através de uma pesquisa bibliométrica.

2.2.4.1 *Análise Bibliométrica: Principais Linguagens de Modelagem*

Para a definição das principais Notações de Modelagem de Processos de Negócios, foi utilizado o método de revisão bibliométrica proposto por Marasco (2008) com quatro diferentes fases, conforme ilustrado na Figura 9.

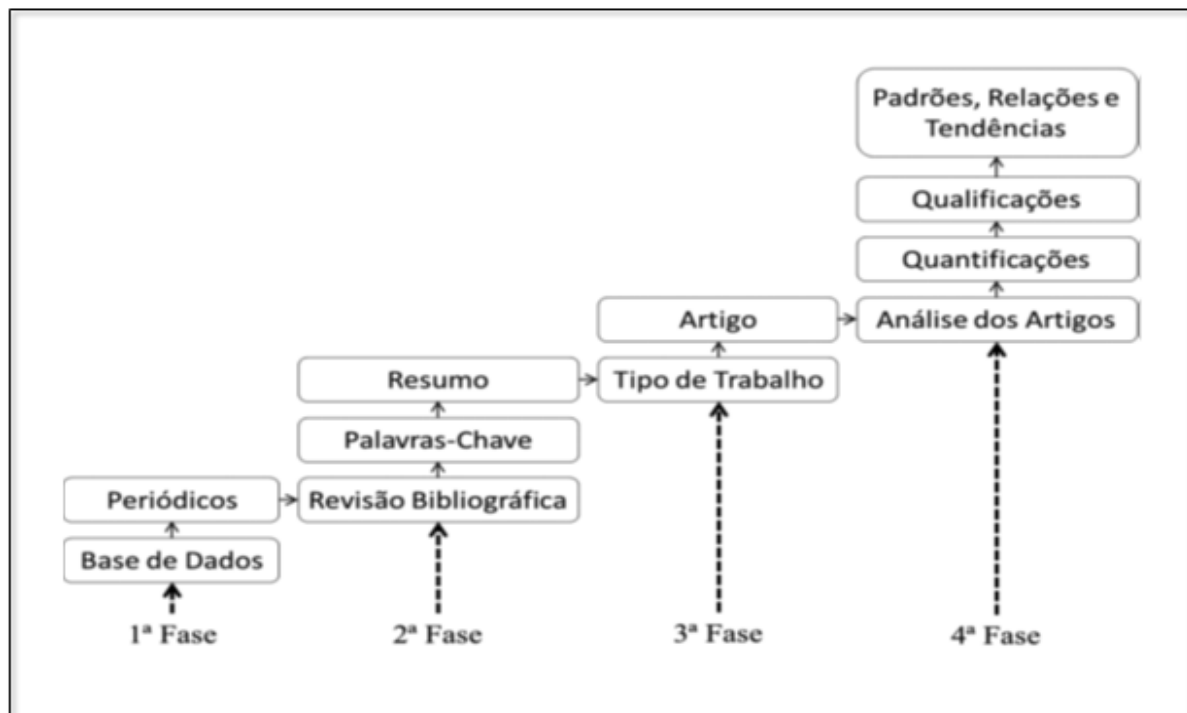


Figura 9. Metodologia a ser aplicada na revisão bibliométrica.

Fonte: adaptado de Marasco (2008).

Na primeira fase para a composição do portfólio bibliográfico, foram definidas as bases de dados *Scopus*. A escolha da base *Scopus* deve-se ao fato de esta englobar os periódicos que mais publicam estudos das áreas de Engenharia de Produção (MARASCO, 2008). Realizou-se pesquisa em periódicos sem delimitação temporal dos estudos publicados. A quantidade total de trabalhos encontrados nas referidas bases de dados foi resultado das combinações de palavras-chave pesquisadas, nos títulos e nos resumos dos artigos. A pesquisa foi realizada no mês

de janeiro do ano de 2018. Na fase segunda fase de definição das palavras-chave para a revisão bibliográfica, foram utilizadas as palavras-chave “*Modeling Process*” AND ““*Business Process Management*” OR “*BPM*””, conforme exposto no Quadro 2.

Quadro 2. Palavras-chave da pesquisa bibliométrica em linguagens de Modelagem de Processos.

Gestão de Processos de Negócios	Modelagem de Processos
“ <i>Business Process Management</i> ” “ <i>BPM</i> ”	AND “ <i>Modeling Process</i> ”

Fonte: própria (2019).

Os trabalhos encontrados com essas duas combinações de termos eram na maior parte capítulos de livros, normas e artigos de congressos. Na atual pesquisa, de acordo com a terceira etapa, focou-se nos artigos internacionais com o intuito de obter uma visão dessa comunidade científica e também de delimitar a investigação. Dessa forma, foram obtidos 243 trabalhos. Diante da importância da análise bibliométrica para a pesquisa, a quarta fase da metodologia aplicada será detalhada a seguir, em que serão apresentados os resultados da revisão bibliométrica.

Considerando a Modelagem de Processos de Negócios como objeto fundamental desta revisão, destacam-se as Notações de Modelagem de Processos de Negócios mais abordadas nos artigos levantados na base *Scopus* a partir da revisão bibliométrica: BPMN, *Petri Nets*, UML, EPC e IDEF. As notações de modelagem, e suas respectivas definições, estão expostos no Quadro 3.

Quadro 3. Principais linguagens de Modelagem de Processos de Negócios a partir da base *Scopus*.

Notação	Definição
BPMN	Notação padrão para o desenho de fluxogramas em Processos de Negócios que refere-se um conjunto de regras e convenções, determinando como os fluxogramas devem ser desenhados (WHITE, 2006)
<i>Petri Nets</i>	Projetada para modelagem, análise e simulação de sistemas dinâmicos, através de procedimentos concorrentes e não determinísticos. São utilizadas para modelar workflows, através de grafos (LIST; KORHERR, 2006)
UML	Conjunto de técnicas de diagramação e notações para descrever requisitos de sistemas de informação, usada para análise e desenho de sistemas e diagramas de atividades (LÓPEZ-CAMPOS; CRESPO; GÓMEZ, 2013).
EPC	Técnica de modelagem voltada ao controle de fluxos de atividades e eventos e suas relações de dependência (OLIVEIRA; NETO, 2009)
IDEF	Técnica de modelagem baseada em gráficos e textos combinados apresentados de modo organizado e sistemático para permitir entendimento e análise, fornecer lógica para mudanças potenciais, especificar necessidades ou apoiar o projeto de sistemas e integração de atividades (NIST, 1993).

Fonte: própria (2019).

Dentre os artigos, presentes na base de dados *Scopus*, que abordaram Notações de Modelagem de Processos de Negócios, verificou-se o BPMN se destaca por estar presente em 63% destes trabalhos publicados, como exposto na Figura 10.

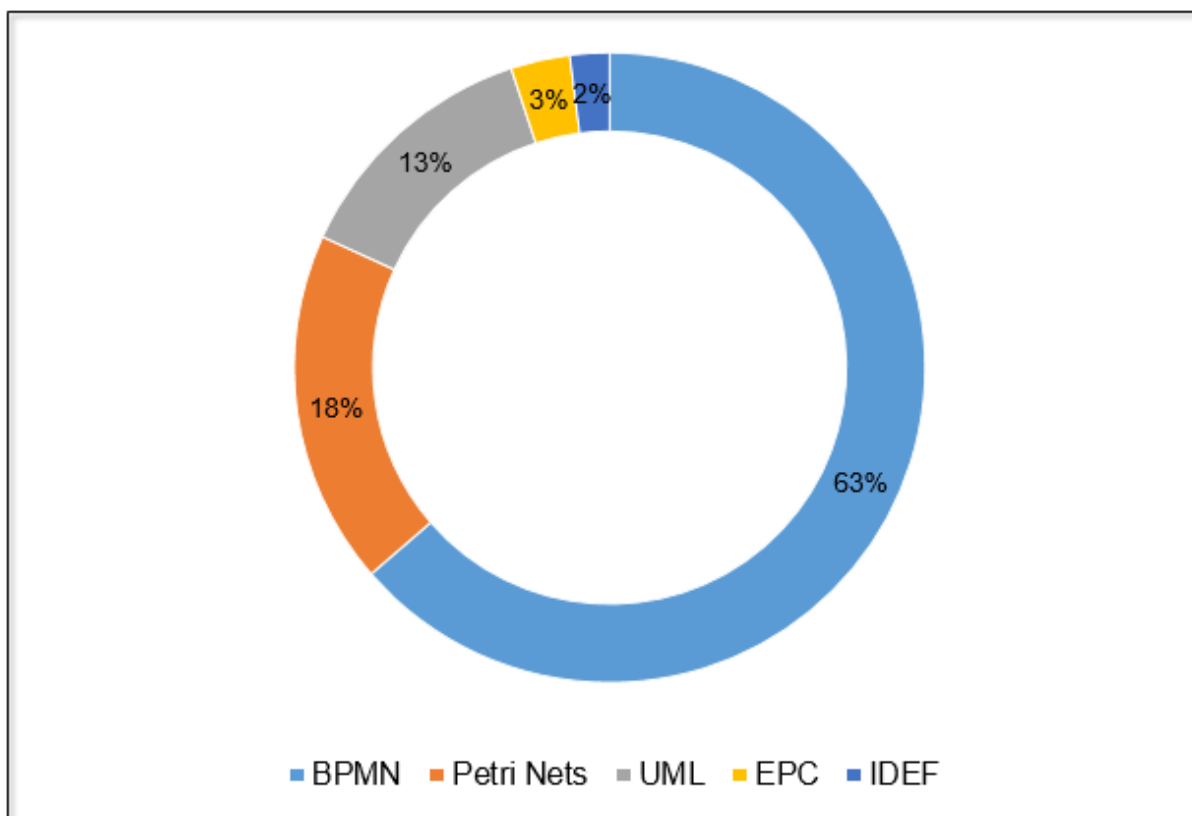


Figura 10. Linguagens de Modelagem de Processos de Negócios abordados nos artigos na base *Scopus*.

Fonte: própria (2019).

Os resultados de uma pesquisa realizado por Kocbek et al. (2015) e também mostraram que o BPMN se configura como a linguagem padrão no campo de modelagem de processos. Em consonância com os resultados obtidos, uma pesquisa realizada no Brasil, em 2015, indicou que a notação BPMN é a linguagem mais utilizada, sendo indicada por 59% dos usuários pesquisados (ABPMP, 2015).

Entretanto, a maioria das pesquisas demonstrou que o BPMN é empregado, em especial, para representações de fluxo de atividades. Dessa forma, ao adotar essa notação e demonstrar a sua utilidade para a representação de modelos de referência, traz um caráter inovador para esta pesquisa.

A tópico a seguir apresentará a metodologia BPMN, notação escolhida para a elaboração do modelo de referência.

2.2.4.2 Análise Comparativa das Metodologias

As metodologias de modelagem de processos de negócios possuem diferentes características, pontos fortes e limitações. Sendo assim, é importante encontrar um meio de compará-las de modo a sistematizar as suas diferenças e semelhanças.

Para esse efeito, foi realizada uma revisão alargada da literatura relevante que se debruça sobre a caracterização das metodologias de modelagem de processos de negócios. Diferentes autores recorrem a diferentes critérios para avaliar as metodologias de modelagem de processos, embora alguns critérios tendam a ser mais ou menos universais (SILVA, 2015), que são:

- **Expressividade:** procura avaliar a linguagem quanto à sua capacidade de representação, sendo por isso um critério especialmente focado sobre os elementos de cada notação de forma a aferir se esses elementos servem todos os propósitos e necessidades dos mais variados modelos, desde os mais simples até aos mais complexos;
- **Formalismo:** associado ao fato da existência de uma descrição e definição formal de cada notação. Ou seja, se cada notação tem ou não uma definição formal de todos os seus elementos, assim como regras claras sobre a utilização de cada um;
- **Usabilidade:** tem como objetivo medir o quão difícil é entender e usar a notação de modelagem de processos, tanto para analistas como para os modeladores. É um critério que promove a avaliação da facilidade de uso das notações;
- **Amigabilidade:** neste critério está em causa a importância do aspeto gráfico da notação utilizada, ou seja, deve-se procurar uma notação que não seja muito complexa em relação aos elementos e relações entre os mesmos;
- **Legibilidade:** entende-se como a facilidade de interpretar os processos por todas as partes interessadas, como os analistas de negócio, os modeladores técnicos e não técnicos destes processos, assim como a própria administração das organizações;
- **Flexibilidade:** presença de elementos gráficos que permitam um elevado nível de flexibilidade e dê várias alternativas de modelagem é um fator privilegiado por alguns modeladores;

- **Ferramentas de Suporte:** verifica se a linguagem escolhida dispõe de uma variedade de soluções de suporte à sua implementação;
- **Universalidade:** na escolha de uma determinada notação de modelagem de processos, analisa se a notação é suficientemente reconhecida num universo abrangente, presumindo alguns benefícios tais como maior apoio de uma comunidade de utilização ativa ou maior proximidade do utilizador e do desenvolvedor;
- **Finalidade:** num estudo da escolha da notação de modelagem a adotar é muito importante perceber o que se pretende realizar com os modelos finais, ou seja, é necessário que a linguagem permita a automação e execução dos processos ou apenas realize análises e manipulações sobre os processos, por exemplo.

A partir de estudos sistemático analítico de autores da leitura da especialidade de modelagem de processos de negócios, Silva (2015) elencou tais trabalhos em cada um dos critérios comparativos referidos acima, com o intuito de destacar as caracterizar as metodologias de modelagem de processos de negócios. O Quadro 4 traz uma versão adaptada de Silva (2015) das características de cada uma das metodologias levantadas nesse estudo.

Quadro 4. Critérios avaliativos das metodologias de modelagem de processos de negócios.

Critério	BPMN	UML	EPC	IDEF
<i>Expressividade</i>	X	X	X	X
<i>Formalismo</i>	X	X	X	X
<i>Usabilidade</i>	X	X	X	X
<i>Amigabilidade</i>	X			
<i>Legibilidade</i>	X	X	X	X
<i>Flexibilidade</i>	X			
<i>Ferramentas de Suporte</i>	X	X	X	
<i>Universalidade</i>	X	X	X	
<i>Finalidade</i>	X	X	X	X

Fonte: adaptado de Silva (2015)

A partir do estudo de sistematização da análise dos critérios comparativos referidos, realizado por Silva (2015) na literatura específica, o critério da “Expressividade das linguagens” é o critério que mais atenção tem recebido pelos autores pesquisados. Sendo assim, verifica-se que as capacidades das metodologias levantadas permitem representar as mais diversas situações organizacionais, quer em termos comportamentais, funcionais, estruturais ou informacionais.

Os critérios “Formalismo”, “Usabilidade”, “Legibilidade” e “Finalidade” também foram relacionados as funcionalidades das quatro metodologias levantadas neste estudo. Dessa forma, pode-se afirmar que o BPMN, UML, EPC e IDEF são metodologias de modelagem de processos de negócios que são facilmente compreendidos e interpretados pelos usuários; foca-se sobretudo na complexidade da utilização da linguagem; reduz ou remove as ambiguidades na interpretação dos modelos; e que a relevância da finalidade do modelo é facilmente percebida e compreendida.

O BPMN se destacou por ser a única metodologia a apresentar os critérios “Amigabilidade” e “Flexibilidade”. Dessa forma, observa-se que tal metodologia apresenta uma notação graficamente agradável que pode auxiliar o trabalho dos usuários, facilitando a identificação dos elementos pretendidos e necessários para fazer face ao resultado esperado para o modelo final; e permite um elevado nível de flexibilidade e oferece várias alternativas de modelagem para os usuários.

Por fim, destaca-se que as metodologias BPMN, UML e EPC apresentam os critérios “Ferramentas de suporte” e “Universalidade”, segundo a literatura abordada por Silva (2015), sobre metodologias de modelagem de processos de negócios. Dessa forma estas três notações apresentam uma multiplicidade de soluções de suporte à sua implementação, possuem vários pacotes de *software* amplamente utilizados que permitem ao analista de processo de negócio, dispor de uma ferramenta profissional e testada pelas mais variadas organizações; e também são suficientemente reconhecidas na comunidade empresarial, acadêmica e em termos de divulgação no mercado, com implicações ao nível do suporte à sua utilização.

Diferentemente de outras técnicas, o BPMN é um padrão desenvolvido visando oferecer uma notação mais facilmente compreendida e usada por todos os envolvidos nos processos de negócio, além de ser uma técnica abrangente e que oferece recursos para a modelagem dos mais variados tipos de processos, desde os mais

genéricos aos mais específicos. Dessa forma, neste trabalho, optou-se pelo BPMN para o desenvolvimento do modelo de referência de PCP.

2.2.4.3 BPMN

Ao considerar "como" modelar Processos de Negócios, a decisão do tipo de linguagem a ser usada para modelagem de processos é uma consideração importante e essencial. Pode-se optar por usar notações de análise estruturada ou abordagens orientadas a objetos (RECKER, 2010). Diferentes linguagens de modelagem tendem a enfatizar diversos aspectos de processos, tais como sequenciamento de atividades, alocação de recursos, comunicações ou responsabilidades organizacionais (SOFFER; WAND, 2007).

Uma vasta gama de linguagens de modelagem de processos foi proposta ao longo do tempo, o que, recentemente, injetou um chamado para esforços de padronização neste campo (DAVENPORT, 2005). O desenvolvimento do BPMN (BPMI; OMG, 2006) denota a resposta a este pedido de padronização. BPMN foi desenvolvido por um consórcio de indústria, cujos constituintes representaram uma ampla gama de fornecedores de ferramentas de BPM que previam BPMN para ser usado em muitas áreas de aplicação. Essas áreas abrangem documentação de processo típico e cenários de melhoria para aplicações técnicas de modelagem de processos, como engenharia de fluxo de trabalho, simulação ou composição de serviços web.

De acordo com Rachdi, En-Nouaary e Dahchour (2016), BPMN é um método de modelagem emergente, que recebeu muito interesse e apoio da academia e indústria, como um padrão aberto para a Modelagem de Processos de Negócios. Além de ser uma das mais recentes notações de modelagem padronizadas pelo *Object Management Group* e BPMI (*Business Process Management Initiative*) (2006), o BPMN é considerada de fácil utilização para todos os *stakeholders* da organização (gerentes, analistas, desenvolvedores, etc.) (KOCBEK et al., 2015) e permite modelar um processo de negócio com um único tipo de diagrama de processo de negócio (*Business Process Diagram*), evitando a fragmentação do problema inerente em outras linguagens de modelagem como UML.

O BPMN é um conjunto de convenções gráficas para descrever processos de negócios, especificamente projetada para coordenar a sequência de processos e a troca de mensagens existente entre processos. Zhang et al. (2012) concordam com essa ideia ao destacarem que o BPMN representa os processos de forma padronizada, facilitando o entendimento dos envolvidos e dos colaboradores da organização. O objetivo principal do BPMN é fornecer uma notação que seja facilmente compreensível por usuários de negócios, que vão desde os analistas de negócios que esboçam os rascunhos iniciais dos processos até os desenvolvedores técnicos responsáveis por implementá-los e finalmente à equipe de negócios que implanta e monitoriza tais processos (WHITE, 2006).

A notação BPMN pode ser utilizada para modelar a situação atual dos processos denominados *AS-IS* (estado atual). Com os recursos que a notação oferece, são realizadas simulações de processos que permitem automatizar as atividades de forma simples e rápida com o controle por meio de indicadores visuais, gerando assim um modelo proposto com melhorias conhecidas como *TO-BE* (estado futuro) (SCHERUHN; VON ROSING; FALLON, 2015).

Vasko e Dustdar (2006) destacam que a BPMN é uma notação de modelagem visual bem elaborada e proporciona um bom suporte para aspectos comportamentais do projeto do fluxo de trabalho. Está direcionada a todos os usuários do negócio e procura diminuir a distância entre o projeto e a implementação dos processos de negócio. Além disso, a modelagem pode levar em conta vários níveis de abstração que permitem uma abordagem hierárquica (LIGEZA; POTEPA, 2014).

Uma questão importante sobre a BPMN é que abrange três aspectos importantes de qualquer processo comercial (LIGEZA; POTEPA, 2014). São esses:

- Processamento de dados ou especificação de fluxo de dados, que inclui entrada, saída e processamento interno de dados;
- Controle de inferência ou controle de fluxo de trabalho; que inclui a especificação diagramática do processo com ordenação parcial, comutação e fusão de fluxo; e
- Representação estrutural do processo como um todo, que permite uma representação visual em vários níveis de hierarquia.

Diversas pesquisas têm utilizado o BPMN como principal linguagem na

modelagem de processos ne negócios em diversas áreas de atuação, como por exemplo: setor industrial (LÓPEZ-CAMPOS; CRESPO; GÓMEZ, 2013; LUO et al., 2012), ambientes acadêmicos (ROZMAN; HORVAT; ROZMAN, 2008), setor agropecuário (SANTOS; SARAIVA, 2015), setor de saúde (NAVOR-GALEANA et al., 2013; ROLÓN et al., 2015; RUIZ et al., 2012; TEHRANI; LIU; MICHEL, 2012), cadeia de suprimentos (DJATNA; LUTHFIYANTI, 2015), administração pública (CORRADINI; POLINI; RE, 2015), terminais aeroportuários (AL-FEDAGHI, 2014), setor gastronômico (SCHMAL; OLAVE, 2014), entre outros.

De acordo com Chinosi e Trombetta (2012), o BPMN pode modelar três tipos diferentes de Processos de Negócios usando três sub-modelos:

- i. **Processos de negócio privados (internos):** focalizam geralmente o ponto de vista de uma única organização do negócio e definem as atividades internas da organização. O fluxo da sequência do processo está contido dentro de um único pool e não pode cruzar os seus limites.
- ii. **Processos de negócio abstratos (públicos):** representam as interações entre um processo empresarial privado e outro processo ou participante externo. Somente as atividades que são usadas para comunicação para fora do processo de negócio privado e os mecanismos de controle de fluxo apropriados são incluídos no processo abstrato.
- iii. **Processos de negócio colaborativos de B2B (Business-to-Business):** descrevem as interações entre duas ou mais entidades de negócio. Os diagramas de processos são geralmente de um ponto de vista global. As interações são descritas como as sequências de atividades e as trocas de mensagens entre os participantes.

Para Cimino et al. (2017), a linguagem BPMN foi desenvolvida com uma sólida base matemática fornecida pela Teoria do Cálculo de Processo, que é um requisito essencial para automatizar a execução e fornecer provas de propriedades de consistência geral. Para descrever um fluxo de trabalho, a BPMN oferece o diagrama de Processos de Negócios, com um rico conjunto de elementos e atributos.

O BPMN tem quatro categorias de elementos gráficos para construir diagramas: objetos de fluxo, objetos de conexão, *swimlanes* e artefatos (Figura 11). Os objetos de fluxo (eventos, atividades e passagens) representam todas as ações

que podem acontecer dentro de um processo de negócios determinando seu comportamento. Objetos de conexão fornecem três maneiras diferentes de conectar vários objetos uns aos outros: fluxo de sequência, fluxo de mensagem e associação. *Swimlanes* dão a capacidade de agrupar os elementos de modelagem primária, através de dois elementos dos quais os modeladores podem associar outros elementos: agrupamentos e raias. Finalmente, os artefatos são usados para fornecer informações adicionais sobre o processo que não afeta o fluxo, através de objeto de dados, grupos e anotações.

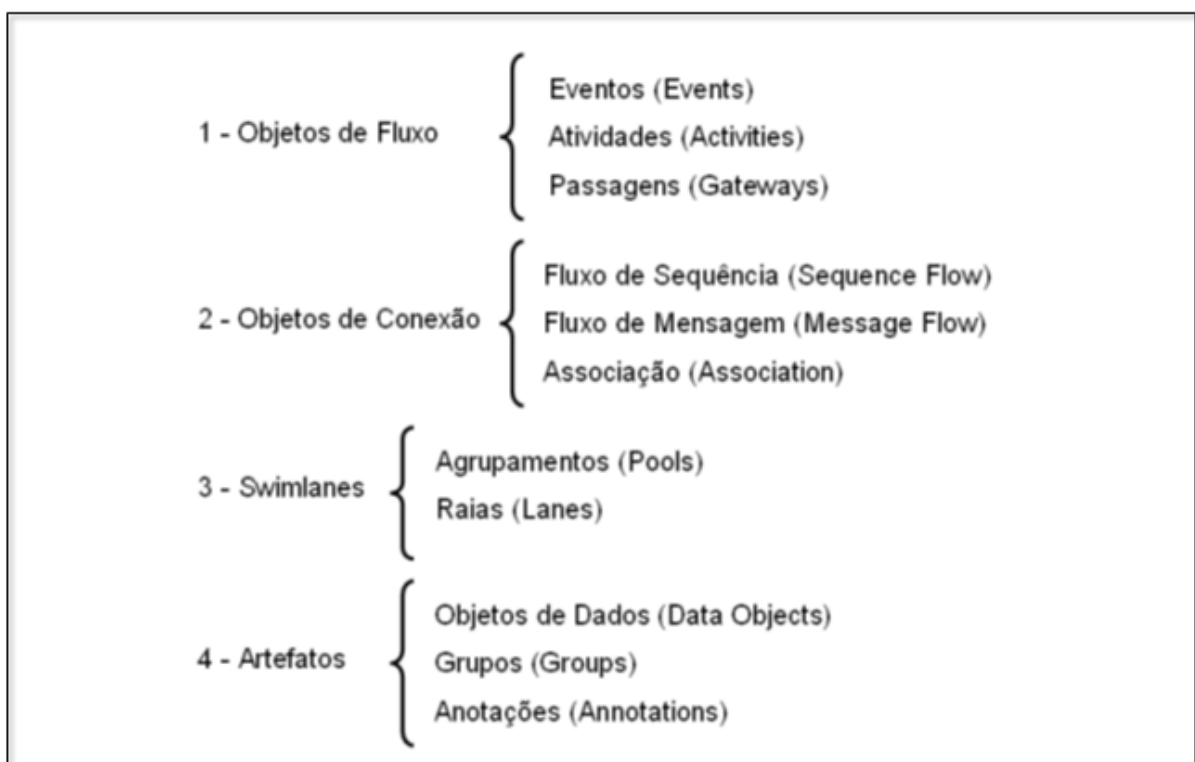

























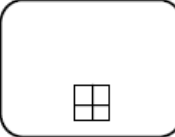
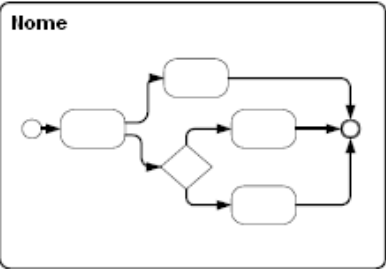


Figura 11. Categorias de símbolos da notação BPMN.

Fonte: própria (2019).

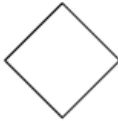











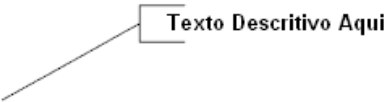

Este pequeno conjunto de categorias de símbolos foi elaborado de forma que o leitor de um diagrama de BPMN possa reconhecer facilmente os tipos básicos de elementos e entender o diagrama. Dentro das categorias básicas de elementos, podem ser inseridas variações e informações adicionais para apoiar as exigências de complexidade, sem mudar drasticamente o sentido básico do diagrama. Um resumo da maioria dos elementos BPMN é mostrado no Quadro 5.

Quadro 5. Elementos básicos da notação BPMN.

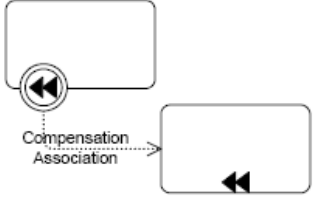
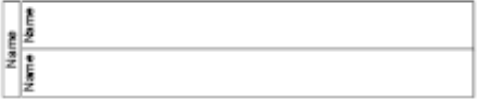


Elemento	Descrição	Notação Gráfica
Evento	Um evento define um acontecimento dentro do processo de negócio. Existem três tipos de eventos, baseados em quando eles afetam o fluxo: Início, Intermediário e Fim.	 Nome ou Origem
Dimensão Fluxo	Os eventos Início e Fim indicam onde um processo irá iniciar e terminar, respectivamente. O evento Intermediário afeta o fluxo mas não inicia nem termina o processo.	 Início  Intermediário  Fim
Dimensão Tipo	Os eventos Início e Intermediário possuem “gatilhos” que definem a causa do evento. O evento Fim define a consequência da sequência do fluxo.	<p>Mensagem   </p> <p>Temporizador  </p> <p>Erro  </p> <p>Cancelamento  </p> <p>Compensação  </p> <p>Regra  </p> <p>Ligação   </p> <p>Múltiplo   </p> <p>Término </p>
Tarefa	Tarefa é uma atividade individual que está dentro de um processo e não pode ser subdividida em atividades menores.	
Subprocesso	Subprocesso é uma atividade composta que está dentro de um processo e pode ser “explodida” em subatividades.	
Subprocesso Encolhido	Os detalhes do subprocesso não estão visíveis no diagrama. O símbolo de “mais” indica que o subprocesso pode ser detalhado um outro diagrama.	
Subprocesso Expandido	As fronteiras do subprocesso estão expandidas e os detalhes do processo estão visíveis.	

Continuação do Quadro 5.

Continuação do Quadro 5.

Passagem	Uma passagem é usada para controlar a divergência e convergência da sequência de fluxo múltipla. Assim, ela poderá determinar uma ramificação, bifurcação, fusão ou junção de caminhos.	
Tipos de Controles de Passagem	O ícone colocado dentro do losango indica o tipo de controle: XOR: decisão ou junção exclusivas; OR: decisão ou junção inclusivas; Complex: condições e situações e complexas; AND: bifurcação e junção.	<p>Exclusivo (XOR)</p> <p>Baseado em Dado  ou </p> <p>Baseado em Evento </p> <p>Inclusivo (OR) </p> <p>Complex </p> <p>Parelelo (AND) </p>
Sequência de Fluxo	Uma sequência de fluxo é usada para mostrar a ordem que serão executadas atividades em um processo.	
Fluxo Não-Controlado	Refere-se ao fluxo que não é afetado por qualquer condição ou não atravessa uma passagem. O exemplo mais simples disto é uma única sequência de fluxo que conecta duas atividades.	
Fluxo Condicional	Sequência de fluxo que possui uma condição que é avaliada no momento da execução para determinar se o fluxo será usado ou não.	
Fluxo Padrão	Este fluxo só será usado se todas as outras condições do fluxo condicional de não forem verdadeiras durante a execução.	
Fluxo de Exceção	Fluxo de exceção acontece fora do fluxo normal do processo e é baseado em um evento Intermediário que acontece durante a execução do processo.	
Fluxo de Mensagem	É utilizado para um fluxo de mensagem entre dois agrupamentos (Pools) separados.	
Anotação de Texto	Anotações de texto são um mecanismo para um modelador fornecer informação adicional para o leitor de um Diagrama de BPMN.	
Agrupamento (Pool)	Representa um participante em um processo. Também atua como uma "swimlane", um recipiente gráfico, por dividir um conjunto de atividades de outros agrupamentos, normalmente no contexto de B2B.	

Conclusão do Quadro 5.

Associação de Compensação	Associação de compensação acontece fora do fluxo normal do processo e é baseado em um evento Intermediário de Cancelamento, que é ativado pela falha de uma Transação.	
Raia (<i>Lane</i>)	Uma raia é uma subpartição dentro de um agrupamento e se estenderá ao longo de todo o agrupamento, verticalmente ou horizontalmente. Raias são usadas organizar e categorizar atividades dentro de um <i>pool</i> .	
Objeto de Dados	Objetos de dados são considerados artefatos porque eles não têm efeito direto no Fluxo de Sucessão ou Fluxo de Mensagem do processo, mas eles fornecem informação sobre o que as atividades exigem para serem executadas e/ou o que elas produzem.	
Grupo	Representa um grupo de atividades que não afetam a sequência do fluxo. O grupo pode ser usado para documentação ou propósito de análise. Também podem ser usados grupos para identificar as atividades de uma transação distribuída que é mostrada através de diversos pools.	

Fonte: adaptado de (OMG, 2011).

Algumas das vantagens do BPMN são (OLIVEIRA; NETO, 2009):

- Padrão de notação com suporte em diversas ferramentas;
- Permite a conversão direta (e automática) para o *Business Process Execution Language* (BPEL), reduzindo assim a lacuna entre o desenho do processo e sua implantação (automação);
- Incorpora facilidades de técnicas como UML e IDEF; e
- Notação mais facilmente compreendida e usada por todos os envolvidos nos processos de negócio.

São desvantagens do BPMN (OLIVEIRA; NETO, 2009):

- Integração do BPMN em outras ferramentas é parcialmente atendida por ser somente uma notação gráfica depende da sua representação textual; e
- É focado em processos, dificultando o manuseio de diferentes visões.

Leopold, Mendling e Günther (2016) destacam que um desafio a adoção do BPMN é a sua complexidade em termos da grande variedade de elementos. Para os pesquisadores, muitas vezes a grande quantidade de opções de representação para uma mesma semântica pode dificultar a modelagem. Isso levanta a questão de como os modeladores podem lidar com essas escolhas. Tais constatações também foram realizadas por Kocbek et al. (2015).

Modelar os processos de uma organização é uma grande oportunidade de identificar pontos que podem ser otimizados por componentes de *software*. Isso pode envolver apoio para a execução das atividades do processo, sistemas de monitoramento destes processos, sistemas que suportam a identificação de requisitos de *software* e até mesmo, *software* de apoio para a própria modelagem de processos. Esses produtos são conhecidos como *Business Process Management Systems* (BPMS).

Um BPMS é uma ferramenta gráfica, que quase sempre utiliza notação BPMN, que une TI e ambiente de operação. Existem várias ferramentas disponíveis no mercado, algumas livres, outras pagas, entretanto cabe à organização definir a mais adequada para se utilizar. Essa ferramenta deve ser capaz de gerenciar grandes volumes de informações sobre os processos executados na organização, possibilitando a identificação de gargalos, controle de desempenho e seu monitoramento. Existem diversas ferramentas BPMS disponíveis no mercado, muitas disponibilizam o módulo de modelagem *freeware*. Entre as ferramentas disponíveis, destacam-se: *ARIS (Architecture for Information Systems) Platform*, *WebSphere Business Modeler*, *Aqualogic BPM Studio*, *iGrafx Process*, *Intalio Designer* e *Bizagi BPM Suite* (ROSÁRIO, 2013).

Conforme Maranhão e Macieira (2011), o *Bizagi* é uma ferramenta aplicativa do BPMN e de apoio às empresas que desejam gerenciar seus processos. Este *software* é capaz de realizar todo o ciclo de modelagem de processo, incluindo sua automatização; A ferramenta ainda permite a exportação das informações para diferentes aplicativos, além de contar com versões em diferentes idiomas. De acordo com uma pesquisa realizada por Chinosi e Tromnetta (2012), a maioria dos usuários do BPMN, utilizam o *Bizagi* como programa de suporte (cerca de 30%). Em função desses elementos expostos, foi escolhido o *Bizagi Process Modeler* (BIZAGI, 2018)

para a realização da modelagem de processos necessário para a realização deste trabalho.

2.2.5 Modelos 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.

Vojislav 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 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.

É necessário avaliar a qualidade do modelo de referência para suas abordagens da realidade, que é relevante para os usuários. Contudo, não existe um padrão comum para a qualidade de um modelo de referência (MOODY, 2005). No contexto das informações existentes ou geradas no domínio, Gemino e Wand (2005) mostram a dificuldade existente para encontrar um equilíbrio entre o simples e complexo, entre qualidade e quantidade, quando é necessário transmitir alguma informação. Também é muito útil combinar as técnicas de modelagem com outras que fornecem outras visualizações de domínio, e estas são chamadas de modelos híbridos (HERNANDEZ; MULA; FERRIOLS, 2008).

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 12).

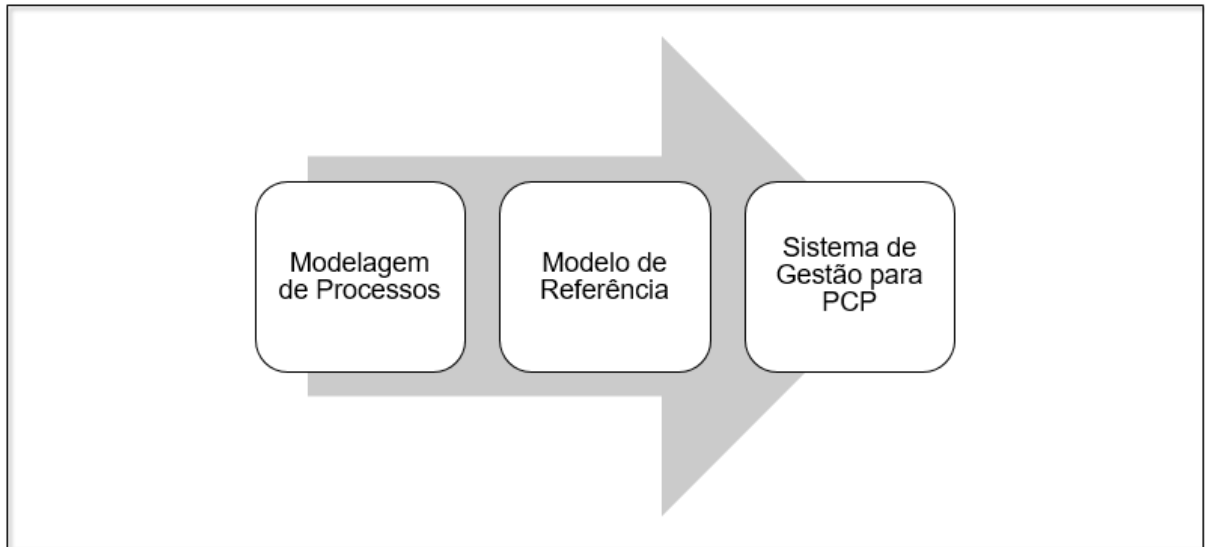


Figura 12. Processo de elaboração do modelo de referência.
Fonte: própria (2019).

Nos tópicos a seguir, serão apresentados, de forma sucinta, dois modelos de referência desenvolvidos por pesquisadores da área, tanto no âmbito nacional, quanto internacional que servirão de orientação para o desenvolvimento do trabalho.

2.2.5.1 Modelo de Bremer e Lenza (2000)

Bremer e Lenza (2000) desenvolveram um trabalho por meio de pesquisas acadêmicas sobre gestão da produção, de trabalhos práticos desenvolvidos e por entrevistas com empresas. Este trabalho consistiu no levantamento das particularidades que tipologia de produção adotada impõe ao processo de gestão da produção e na definição e detalhamento dos principais Processos de Negócios que compõem o processo de Gestão da Produção. Esses processos, que formam o nível mais abstrato do modelo, são: gerenciar demanda; elaborar PA; elaborar MPS; gerenciar materiais; programar a produção; e controlar produção. Embora as atividades levantadas pelos autores não sejam correspondentes aos identificados na hierarquia do PCP, estas possuem similaridades e auxiliaram no desenvolvimento do trabalho.

O modelo de referência proposto por Bremer e Lenza (2000), foi desenvolvido em notação EPC. A Figura 13 mostra a primeira parte do modelo propostos pelos autores, referente ao gerenciamento da demanda.

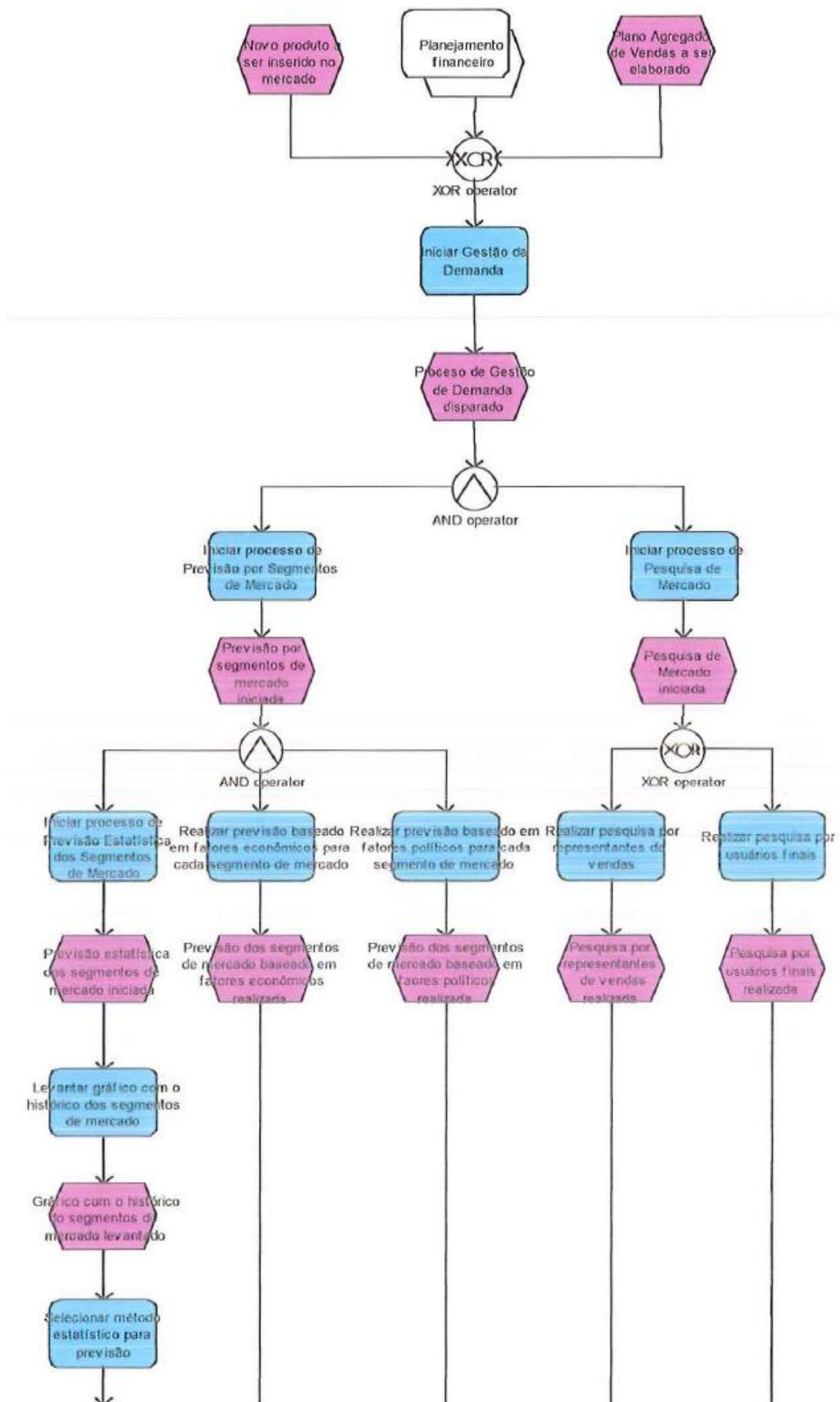


Figura 13. Parte do modelo de referência em notação EPC referente ao gerenciamento da demanda.
Fonte: adaptado de Bremer e Lenza (2000).

Como observado, o referido modelo dá maior ênfase às informações e atividades que compõem o processo de Gestão da Produção, isso porque tem como objetivos principais o suporte a gestão de conhecimento necessário para o processo de gestão da produção e o auxílio ao ensino de gestão da produção. Entretanto, o modelo é restrito a empresas que produzem seus produtos finais sob encomenda.

2.2.5.2 Modelo de Tsai e Sato (2004)

Tsai e Sato (2004) propuseram um modelo de referência em notação UML de sistema de denominado, pelos autores, de *Agile Production Planning and Control System*. Os autores criaram um modelo de PCP a fim de desenvolver um sistema contemplando as seguintes funções: planejamento de requisitos de materiais; programação orientada a tarefas/operações; compras; e controle da produção.

O modelo desenvolvido tinha como objetivo o processamento e tratamento das incertezas a estoque, pedidos de compras liberados, operações e WIP, em um cenário de variação de oferta e demanda durante o controle da produção.

Para fins de testes, os autores implementaram o modelo em um simulador, no qual o planejamento e o agendamento imediatos podem responder à possíveis mudanças com maior nível de serviço, melhor utilização de recursos e menos perda de material.

O modelo de Tsai e Sato (2004) possui as seguintes características:

- Um conjunto de demandas de agendamento de produção mestre, inventário, ordens compradas e WIP são as entradas do sistema.
- Um sistema avançado da produção, o denominado *Advanced Production System*, foi adotado para produzir um plano de produção viável. Esses sistemas são propostos como um aprimoramento dos sistemas de ERP que dependem da lógica MRP (TSAI; SATO, 2004).
- Quando os clientes mudam sua solicitação e/ou os fornecedores não conseguem manter o fornecimento inicial previsto, com relação a data ou quantidade, eles notificam antecipadamente antes que a mudança realmente aconteça. Após a chegada de tais informações, o sistema faz uma atualização imediata do plano de produção pelo *Advanced Production System*.

A Figura 14 mostra o diagrama de classe do modelo em UML proposto por Tsai e Sato (2004).

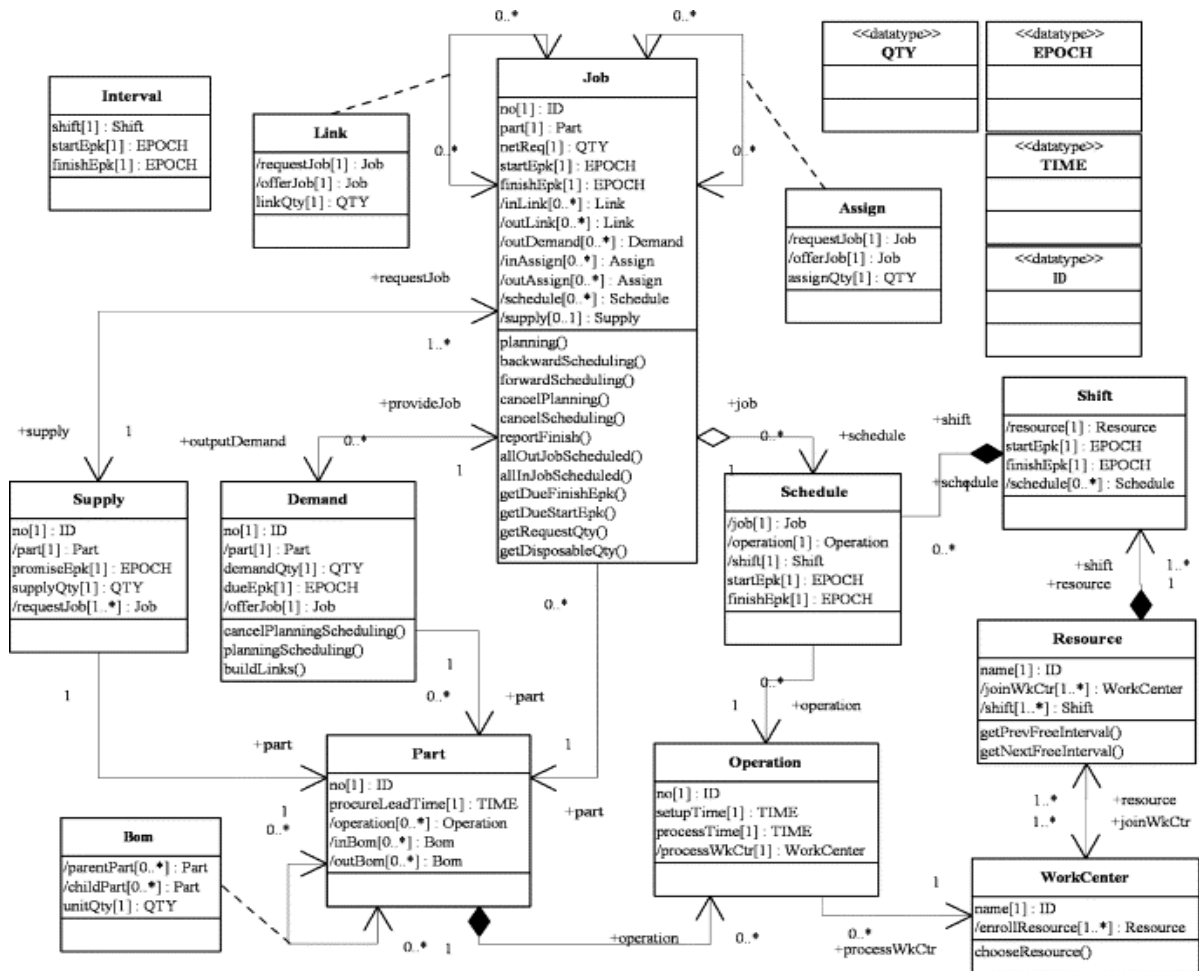


Figura 14. Diagrama de classe do sistema desenvolvido por Tsai e Sato.
Fonte: Adaptado de Tsai e Sato (2004).

2.3 BIBLIOMETRIA: MODELO DE REFERÊNCIA E SISTEMAS DE PCP

Com o intuito de apresentar um retrato da produção científica, contribuir para a revisão da literatura e identificar de lacunas na literatura científica no âmbito da abordagem de Modelos de Referência e PCP, foi realizado uma pesquisa bibliométrica nestas áreas de estudo (ENTRINGER et al., 2018).

A bibliometria fornece métricas estatísticas relacionadas ao estudo dos processos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação e designa também processos e mecanismos avançados de busca *online* e técnicas de recuperação da informação (BUFREM; PRATES, 2006).

Dessa forma, esta revisão pode ser considerada teórica e conceitual e está focada na análise bibliográfica a ser realizada por meio de uma revisão estruturada da literatura, objetivando analisar as áreas em estudo. Para tanto, será utilizado o método de revisão bibliográfica proposto por Marasco (2008) (Figura 9), com visto no tópico 2.2.4.1.

Na fase de definição das palavras-chave para a revisão bibliográfica, a partir da base de dados *Scopus*, foram utilizadas as seguintes palavras-chave, como exposto no Quadro 6.

Quadro 6. Palavras-chave da pesquisa bibliométrica em Modelo de Referência e PCP.

Planejamento e Controle da Produção (PCP)	Modelo de Referência
<p style="text-align: center;"><i>“Production Planning”</i></p> <p style="text-align: center;"><i>“Production Planning and Control”</i></p>	<p style="text-align: center;">AND <i>“Reference Model”</i></p>

Fonte: própria (2019).

Estes termos foram submetidos ao filtro de seleção, que compreendeu o critério de inclusão por meio da leitura do título, do resumo e das palavras-chave. Esta busca resultou em uma amostra de 18 artigos publicados nas subáreas Negócios, Gestão e Contabilidade (*Business, Management and Accountig*) e Engenharia (*Enginnering*), principais campos de pesquisa desta temática. Posteriormente à definição da amostra, extraiu-se os dados disponibilizados na base de dados *Scopus* como: autores, título, periódico, ano e número de citações. A pesquisa foi realizada no mês de janeiro do ano de 2018. A primeira análise de publicações foi a de periódicos por ano, na qual permitiu identificar a evolução das publicações de trabalhos voltados para o estudo e desenvolvimento de modelos de referências voltados para ambientes de PCP.

A Figura 15 apresenta o gráfico da evolução do número publicações ao longo dos anos de acordo com a base de dados *Scopus*. Observa-se que, poucos trabalhos que abordam, simultaneamente, os conceitos Modelos de Referência e PCP foram publicados ao longo dos últimos 30 anos, o que mostra que esta área de estudo ainda possui muitas vertentes a serem exploradas.

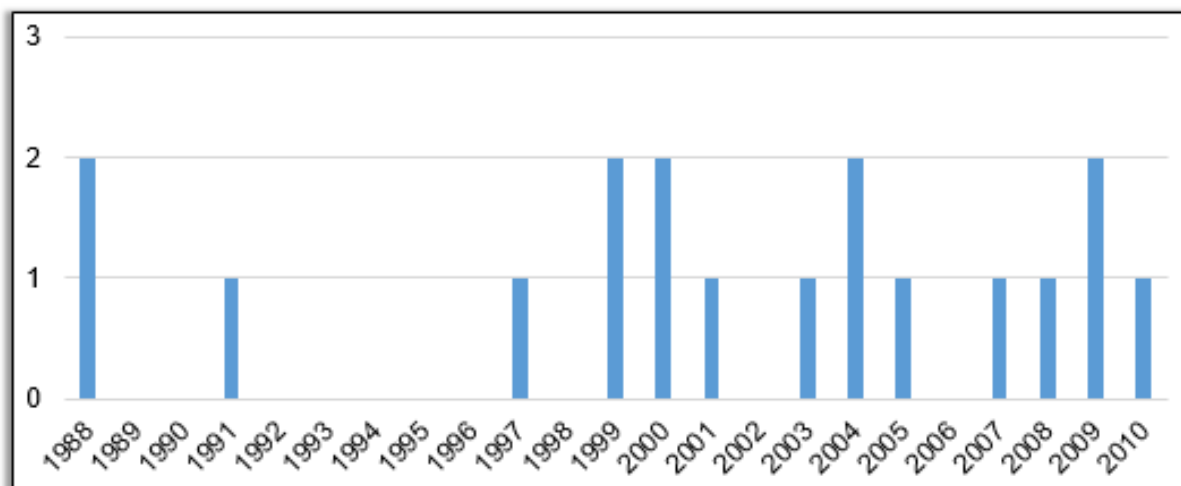


Figura 15. Evolução do número publicações ao longo dos anos na base *Scopus*.

Fonte: própria (2019).

. Destaca-se, também, que nos últimos dez anos apenas cinco estudos voltados para esta temática foram produzidos, sendo que o último trabalho foi publicado no ano de 2010. A seguir são expostos os trabalhos mais recentes nas áreas de modelos de referência e planejamento da produção:

- Abele e Schrems (2010) propuseram, com base em um modelo de referência, uma ferramenta de *software* que ajuda o engenheiro de produção a escolher as técnicas de produção mais eficientes. Esta ferramenta baseia-se em uma metodologia para calcular o consumo antecipado de energia e recursos de diferentes técnicas de processo.
- Aguilar, Chacal e Bravo (2009) desenvolveram um modelo de referência geral para as aplicações automatizadas, que executam funções de planejamento de produção e gerenciamento de fatores de produção. Em seguida, esse modelo de referência foi usado para propor um modelo para o sistema de ERP baseado em sistemas multiagentes.
- Martinez-Olvera (2009) propôs um modelo de referência da atividade de fabricação de execução de fabricação em ambientes de fabricação a pedido. O modelo de referência baseado em *Make-To-Order* foi apresentado através do IDEF e foi derivado do conhecimento de domínio na área de execução de fabricação.
- Hernandez, Mula e Ferriols (2008) propuseram um modelo de referência para a atividade de modelagem conceitual de processos de planejamento de

produção, a partir da descrição de uma metodologia para a identificação e análise de insumos, saídas, processos e subprocessos.

- Aviv (2007) estuda os potenciais benefícios das parcerias de previsão colaborativa em uma cadeia de suprimentos que consiste em um fabricante e um revendedor. Para refletir a realidade em ambientes de produção, o autor propôs indicadores de desempenho que captura considerações de inventário e produção e aderência a planos. Por fim, foi apresentado um modelo de planejamento de produção prescritivo e convexo para o fabricante e um modelo de reposição para o revendedor. O modelo de referência integrativo foi utilizado para estudar os benefícios potenciais das parcerias de previsão colaborativa.

Dentre os 36 autores levantados, os autores que mais publicaram são expostos na Figura 16.

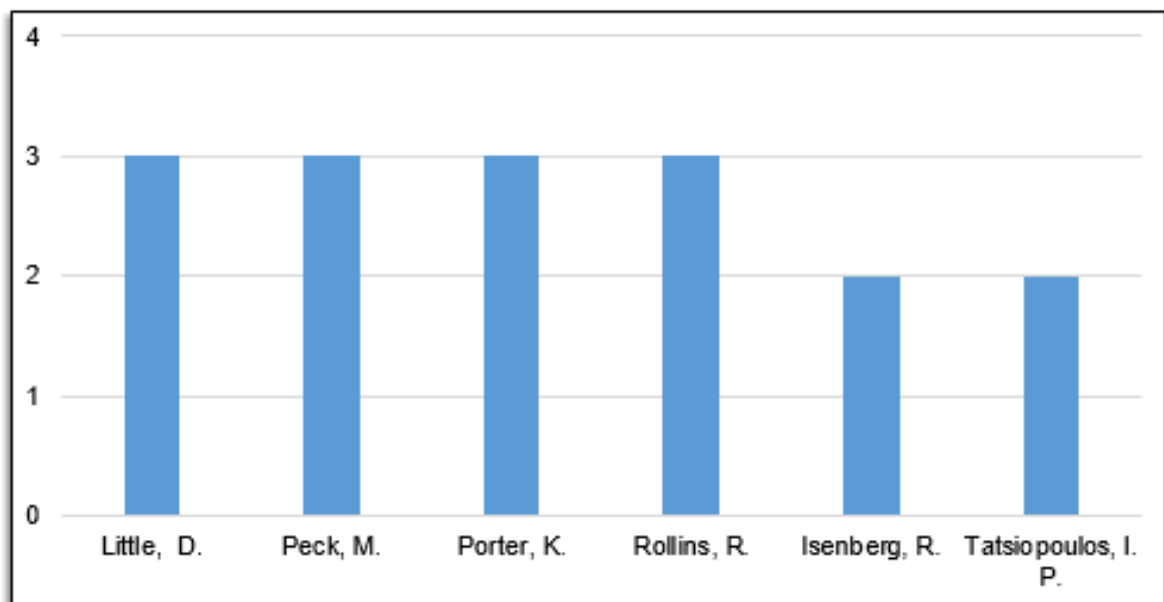


Figura 16. Quantitativo de publicações dos principais autores na base *Scopus*.

Fonte: própria (2019).

A seguir são apresentados os artigos publicados pelos principais autores na área de modelos de referência em sistemas de PCP, segundo a base de dados *Scopus*:

- Little et al. (2000, 2001) concluíram pesquisas baseadas em estudos de caso que visavam o desenvolvimento de novos modelos de referência de planejamento para setores industriais onde o MRP II (*Manufacturing Resources Planning*) não era apropriado. O grupo de pesquisadores descreveram a

abordagem de mapeamento de processo adotada para captura de dados nas empresas do estudo de caso e o uso da ARIS para a produção de modelos de referência setorial. Entretanto, segundo os autores, os modelos de referência são determinados para um setor industrial específico.

- Porter et al. (1999) apresentaram uma revisão acerca de alguns sistemas comuns de classificação de fabricação, e tentaram encaminhá-los contra paradigmas aceitos para planejamento de produção e abordagens de controle. Os autores discutiram, ainda, um método para mapear os processos de controle de produção, com o objetivo de criar uma série de modelos de referência para o PCP.
- Isenberg (1988) descreveu a análise, o *design* e a implementação de um controlador de célula de trabalho que utiliza tecnologia de sistema baseada no conhecimento na indústria eletrônica. A tarefa central do controlador da célula de trabalho era preencher o fosso entre o sistema de PCP de alto nível do departamento de logística e o planejamento de curto prazo no nível do piso da loja, através da utilização de modelos de referência.
- Meyer, Isenberg e Hubner (1988) também apresentaram uma metodologia unificada para análise, *design* e implementação de módulos de *software*, como sistemas experientes para planejamento de produção, controle de qualidade e manutenção preventiva. Também foi proposto por estes pesquisadores, uma extensão do modelo hierárquico de referência para um modelo de controlador inteligente distribuído.
- Tatsiopoulos e Mekras (1999) apresentaram um sistema especializado baseado em regras que pode ser usado para a seleção de um pacote de um adequado *software* de PCP a ser aplicado em uma empresa específica de fabricação. A tipologia do sistema de produção e um modelo de referência de *software* PCP compacto são incluídos na base de conhecimento que foi criada.
- Tatsiopoulos (1997) apresenta um modelo de referência orientado a dados para o processo de liberação de pedidos que forma o *link* entre o sistema de PCP e o sistema de execução de produção. Uma arquitetura genérica é descrita na forma de uma estrutura de módulo que inclui: gerenciador de pedidos, gerenciador de material e gerenciador de capacidade. A arquitetura é ainda

decomposta em uma camada de modelo de dados e uma camada de função criando um modelo de referência com vistas genéricas, parciais e particulares.

Na análise de citações dos artigos levantados na base dados *Scopus*, apresenta-se duas atividades: cálculo do índice corrigido de citações dos artigos e ordenação dos artigos mais citados. A Equação 1 mostra o cálculo do Índice de Citação Corrigido (ICc), na qual o IC é o índice de citações extraído da base de dados e FI é o fator de impacto do periódico em que o artigo foi publicado (IRITANI et al., 2015). Para Lopes e Carvalho (2012), a correção do índice de citação tem como finalidade conter, além do número de citações do artigo, a relevância do periódico em que o artigo foi publicado.

$$ICc = IC \times (FI + 1) \quad (1)$$

O Quadro 7 mostra a lista dos extraídos, em ordem decrescente de citação, na base *Scopus*, especificando a quantidade de citações e o periódico que foi publicado, fator de impacto e o índice de citação corrigida.

Quadro 7. Lista de artigos e seus respectivos IC, FI, e ICc.

Artigo	Periódico	IC	FI	ICc
Aviv (2007)	Management Science	89	2,822	340
Brinke et al. (2000)	International Journal of Production Research	21	2,325	60
Hernandez, Mula e Ferriols (2008)	Production Planning and Control	16	2,369	54
Meyer, Isenberg e Hubner (1988)	International Journal of Computer Integrated Manufacturing	11	1,949	32
Persona, Regattieri e Romano (2004)	Journal of Manufacturing Technology Management	30	-	30
Tatsiopoulos (1997)	Computers in Industry	8	2,691	29
Porter et al. (1999)	Integrated Manufacturing Systems	27	-	27
Bertolini et al. (2004)	Journal of Enterprise Information Management	12	-	12
Tatsiopoulos e Mekras (1999)	Production Planning and Control	3	2,369	10
Singh e Hindi (1991)	Journal of Intelligent & Robotic Systems	4	1,512	10
Martinez-Olvera (2009)	International Journal of Production Research	3	2,325	10
Aguilar, Chacal e Bravo (2009)	Computer Systems Science and Engineering	5	0,348	7

Continuação do Quadro 7.

Conclusão do Quadro 7.

Abele e Schrems (2010)	ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb	4	-	4
Little et al. (2001)	Integrated Manufacturing Systems	4	-	4
Little et al. (2000)	Production Planning and Control	1	2,369	3
Ayhan (2005)	Industrial Diamond Review	2	0,138 ³	2
Vosniakos (2003)	International Journal of Mechanical Engineering Education	2	-	2
Isenberg (1988)	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	0	2,209	0

IC – Índice de Citação; FI – Fator de Impacto do periódico (2016); ICc – Índice de citação corrigido.
Fonte: própria (2019).

O trabalho de Aviv (2007) se sobressai por ter publicado em periódico de grande relevância e qualificação mundial, além de ter alto índice de citação. Também se destaca, neste requisito, o artigo publicado por Brinke et al. (2000).

Com base na estrutura de informações do produto relacionada ao modelo de referência da Engenharia de Produção, Brinke et al. (2000) propuseram um método para estimativa de custos baseada em variantes. Os elementos e suas propriedades constituem características do produto que podem ser usadas para comparar produtos. Para um uso adequado em diferentes processos de engenharia, as características do produto estão relacionadas aos quatro requisitos de custo: geometria, material, processos e planejamento de produção.

Por fim, segue os demais artigos que compõem o portfólio bibliográfico levantado a partir da base de dados *Scopus*:

- Persona, Regattieri e Romano (2004) desenvolveram um trabalho que teve como objetivo identificar os requisitos e diretrizes gerais para a definição de um modelo de referência integrado de PCP voltado para PME's em um ambiente com alta variedade e volumes relativamente baixos.
- Bertolini et al. (2004) definiram as principais características de um modelo corporativo para a indústria da moda. As características exigidas pelo modelo de ERP foram identificadas, com atenção específica aos módulos do PCP.
- Vosniakos (2003) descreveram um modelo para ensinar os conceitos e aspectos práticos da integração de sistemas de fabricação para engenheiros

³ Avaliação referente ao ano de 2007 (última avaliação realizada).

mecânicos. A abordagem adotada levava em consideração seis áreas de sistemas de fabricação baseados em computador: *design*, planejamento de produção, planejamento de processos, controle de materiais, agendamento e controle de lojas e garantia de qualidade.

- Ayhan (2005) apresentou um modelo de referência para otimizar o PCP especificamente para a indústria de mármore através do cálculo dos custos de produção.
- Singh e Hindi (1991), como contribuição para o debate sobre modelos de referência derivados de conceitos de teoria de controle, formularam o problema básico de gerenciamento de produção assistido por computador do ponto de vista da teoria do controle e examinaram as principais dificuldades em usar esse quadro bruto como base para a tomada de decisões.

2.3.1 Considerações sobre a análise bibliométrica

De fato, os modelos de referência se mostram como uma ferramenta viável no apoio do desenvolvimento, seleção ou adoção de sistemas integrados de gestão e *softwares*, como pôde ser visto nos trabalhos de Abele e Schrems (2010), Aguilár, Chacal e Bravo (2009), Tatsiopoulos e Mekras (1999) e Meyer, Isenberg e Hubner (1988). Contudo, percebeu-se que a maioria dos estudos estão voltados para situações muito específicas do planejamento industrial (AVIV, 2007; LITTLE et al., 2000, 2001; MARTINEZ-OLVERA, 2009; PERSONA; REGATTIERI; ROMANO, 2004) ou abordam setores empresariais particulares (AYHAN, 2005; BERTOLINI et al., 2004; VOSNIAKOS, 2003). Destaca-se, além disso, que nenhum trabalho levantado utilizou a notação BPMN para o desenvolvimento de modelos de referência. Estas percepções, como visto anteriormente, também foram observadas no decorrer do desenvolvimento da revisão bibliográfica.

Diante nesse cenário da literatura científica na área de modelos de referência e PCP, observa-se que a proposta deste trabalho, de fato, busca avançar sobre modelos internacionais do planejamento empresarial, preenchendo uma lacuna de pesquisas direcionadas para o desenvolvimento de um referencial conceitual, holístico e hierárquico, em notação BPMN, das atividades referentes a um sistema completo de PCP.

CAPÍTULO III - METODOLOGIA DE PESQUISA

A seguir são apresentados os aspectos metodológicos considerados no desenvolvimento deste trabalho, tendo em vista dois aspectos considerados: quanto aos fins e quanto aos meios. Posteriormente são apresentadas informações a respeito da coleta e tratamento de dados. Por fim, serão descritas as etapas que compuseram o trabalho.

3.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

O método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo e traçar o caminho a ser seguido, além de detectar erros e auxiliar as decisões do pesquisador (MARCONI; LAKATOS, 2009). Já a pesquisa é um ato de investigação a partir de uma situação-problema, cujo objetivo é o de maximizar o entendimento sobre o tema pesquisado e proporcionar a ampliação do conhecimento humano, desenvolvendo novas teorias e caracterizando novos princípios (CIRIBELLI, 2003).

Rampazzo (2011), entende que pesquisa é:

[...] um procedimento reflexivo, sistemático, controlado e crítico que permite descobrir novos fatos ou dados, soluções ou leis, em qualquer área do conhecimento. Dessa forma, a pesquisa é uma atividade voltada para a solução de problemas por meio dos processos do método científico.

Para este estudo, tomou-se como base a sistemática proposta por Vergara (2016), que qualifica a classificação da pesquisa em dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, esta pesquisa é exploratória, explicativa e metodológica. Exploratória porque, embora o tema Modelagem de Processos de Negócios esteja amplamente difundido em diversos trabalhos de literatura, no Brasil, na prática, verifica-se que ainda há poucas empresas que trabalham com processos, especialmente em empresas de pequeno e médio porte. Explicativa, pois visa esclarecer fatores importantes para a gestão adequada do Planejamento e Controle da Produção e a melhoria do gerenciamento de negócios, através de modelos de referência. E metodológica, pois esse estudo expõe a modelagem dos processos,

informações, atividades e estrutura do modelo de referência em notação BPMN dos processos de negócio referentes ao PCP.

Quanto aos meios, a pesquisa utilizará os procedimentos de pesquisa bibliográfica, objetivando a aplicação prática de estudos sobre o Planejamento e Controle da Produção e Modelagem de Processos de Negócios. O objetivo foi de coletar informações essenciais para a aplicação prática com o intuito de alcançar os objetivos propostos. Sendo assim, da mesma forma, trabalhos futuros podem se basear nas conclusões apresentadas neste trabalho, e elaborar hipóteses objetivando aprofundar o estudo sobre o tema ou aspectos específicos relacionados (VERGARA, 2016).

Adicionalmente, para melhor exploração e caracterização desta pesquisa, Jacobsen (2012) apresenta a caracterização da pesquisa, quanto a abordagem e quanto a natureza. Quanto à abordagem, ela é qualitativa e quantitativa, isso implica em qualificar e quantificar das informações obtidas através de informações coletadas por meio de observações e análises de dados, uma vez que o foco deste trabalho é o aprofundamento da compreensão da importância dos modelos de referência na implantação de ações voltadas para a melhoria da gestão empresarial e verificação de possíveis pontos de melhorias nos processos organizações (VERGARA, 2016). Quanto à natureza, ela é aplicada. Para Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa aplicada tem por objetivo a geração de conhecimentos através da aplicação prática, cujo intuito é de solucionar problemas específicos encontrados na realidade.

Ainda sobre a pesquisa, pode-se considerar que ela foi realizada com base no raciocínio dedutivo que tem o objetivo de explicar o conteúdo de premissas por intermédio de uma cadeia de raciocínio em ordem descendente, de análise do geral para o particular, chegando a uma conclusão ou propostas.

3.1.1 Coleta de dados

Rampazzo (2011), assim conceitua:

Toda pesquisa implica o levantamento de dados de variadas fontes. Quando o levantamento ocorre no próprio local onde os fenômenos acontecem, temos uma documentação direta (por exemplo, na entrevista). E, quando o pesquisador procura o levantamento que outros já fizeram, temos a documentação indireta. A documentação indireta, por sua vez, pode ser encontrada nas fontes primárias, ou na bibliografia (livros e artigos). No

primeiro caso, a pesquisa é documental; no segundo, bibliográfica (RAMPAZZO, 2005, p. 51).

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se de fontes primárias, uma vez que foi utilizado questionário para a avaliação do protótipo do *software* de PCP desenvolvido a partir do modelo de referência. Os dados oriundos do questionário de pesquisa foram obtidos por meio da técnica *survey*. Segundo Martins e Theóphilo (2016), a pesquisa *survey* pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões, através de uma sistemática de coleta de dados de uma população ou amostra. O questionário foi aplicado para avaliar protótipo de *software* de PCP junto as PME's e validar o modelo de referência.

Também foram utilizadas fontes secundárias, devido à pesquisa e coleta de informações bibliográficas relacionadas ao assunto objeto de estudo. A coleta desses dados foi realizada a partir da seleção criteriosa de literatura, como dissertações, artigos e livros sobre o assunto tratado, encontradas nas bases de dados pesquisadas.

3.1.1.1 Questionário de avaliação do protótipo do software de PCP

De acordo com Rea et al. (2002), a elaboração do instrumento de pesquisa é uma parte crucial do processo do estudo, sendo necessária a formulação de questionários com séries de perguntas sem viés e bem estruturadas. Neste trabalho está configurado como instrumento de pesquisa, o modelo de questionário objetivo para coletar informações das empresas a fim de avaliar o protótipo do *software* de PCP desenvolvido a partir do modelo de referência que contempla os módulos do Planejamento de Vendas e Operações e Planejamento Agregado, Planejamento Mestre da Produção, Planejamento de Requisitos de Materiais e Programação da Produção.

Com a crescente preocupação em relação à qualidade, as empresas passaram a adotar procedimentos para garantir a segurança e a qualidade das informações produzidas, pois, os sistemas de informação, principalmente os em formato computacional, são vulneráveis aos mais variados problemas, como erros, perda de dados e dificuldades diversas como falhas de *hardware* ou *software* (LAUDON; LAUDON, 2011).

Existem atualmente diversos critérios para a avaliação da qualidade de um sistema, contudo, as organizações podem também criar seus próprios critérios baseados na importância que esses apresentam a organização (INTHURN, 2001).

Avaliar a qualidade de sistemas torna-se cada vez mais importante, tendo em vista que os usuários primam cada vez mais por boa qualidade. A ISO listou na norma NBR ISO/IEC 9126-1, o conjunto de características que devem ser verificadas em um *software* para este ser considerado de qualidade, ou seja, se possui as características capazes de satisfazer as necessidades dos usuários (ABNT, 2003). Tendo em vista que a avaliação em questão se refere ao ponto de vista do usuário final de um sistema, os critérios de avaliação foram baseados na NBR ISO/IEC 9126-1.

Diversas pesquisas têm utilizado os critérios da NBR ISO/IEC 9126-1 como ferramenta de avaliação da qualidade de *software*, como por exemplo: em sistemas da indústria de telecomunicações (SURYN; LAVERDIÈRE, 2007), em aplicativos da *web* e aplicativos de *e-commerce* B2B (BEHKAMAL; KAHANI; AKBARI, 2009), em projetos de ERP (PARTHASARATHY; SHARMA, 2017), em sistemas do setor de logística (KURTEL; OZEMRE, 2013), entre outros.

De acordo com a NBR ISO/IEC 9126-1 pode-se afirmar que os atributos da qualidade de *software* podem ser definidos por seis características, são elas: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade (ABNT, 2003; CURCIO et al., 2016). Em análise as características e sub características apresentadas na NBR ISO/IEC 9126-1, pode-se verificar quais são relevantes e podem ser avaliadas no protótipo de *software* objeto desse estudo, sendo elas (CURCIO et al., 2016):

- **Funcionalidade:** utilizada para avaliar a satisfação dos usuários no atendimento das necessidades explícitas e implícitas;
- **Confiabilidade:** para possível mensuração da frequência com que as falhas aparecem nos sistemas estudados;
- **Usabilidade:** essa característica será analisada para apurar a facilidade no uso do programa; e
- **Eficiência:** nesse item pode-se observar a relação entre o tempo e os recursos envolvidos necessários ao uso do sistema.

As características “manutenibilidade” e “portabilidade” não serão utilizadas na avaliação. O critério “manutenibilidade” é uma característica voltada a modificações no *software*, item este ao qual, os usuários finais não têm acesso, pois, não podem provocar alterações nos formatos originais do sistema. E o critério “portabilidade” se refere a capacidade de o sistema ser transferido de um ambiente para outro. O protótipo do *software* a ser analisado está disponível em formato executável em ambiente *Windows*, devido a escolha do Delphi como ambiente de desenvolvimento.

O questionário foi dividido em seis etapas. A primeira etapa abrange aspectos relacionados ao perfil do respondente, a segunda etapa compreende os aspectos acerca do perfil da empresa, a terceira etapa envolve questões sobre a qualidade do protótipo do *software*, a quarta etapa abrange o conhecimento do respondente e o seu envolvimento com o sistema, a quinta etapa compreende a importância e relevância do *software* e a sexta, e última, etapa aborda o aspecto de sucesso do programa computacional de PCP. No final do questionário, um espaço foi destinado a observações, críticas e sugestões que o respondente possa considerar importante. O questionário desenvolvido está exposto no Apêndice A.

O questionário foi elaborado mesclando-se questões objetivas, subjetivas e com escalas tipo Likert de 1 a 5, sendo 1 a pior avaliação, 3 neutro e 5 a melhor avaliação (DALMORO; VIEIRA, 2014). O Quadro 8 representa a escala de avaliação das variáveis.

Quadro 8. Escala tipo Likert de avaliação das variáveis

Escalar	Valor
Péssimo	1
Ruim	2
Regular	3
Bom	4
Excelente	5

Fonte: própria (2019).

Empresas de pequeno e médio porte, de diferentes ramos, com atividades voltadas para o PCP foram contatadas e convidadas a testarem o protótipo do programa computacional de PCP desenvolvido neste estudo, disponibilizado para *download* em um *website*. Da mesma forma, para responderem o questionário de avaliação do protótipo do *software* de PCP, as empresas tiveram acesso ao questionário em formato *online*.

A amostra desta pesquisa é não probabilística e denominada intencional, uma vez que o pesquisador está interessado na opinião de determinados elementos da população, mas não representativos dela (BABBIE, 2013).

Durante o período de 12/11/2018 a 21/12/2018 obteve-se o retorno da avaliação do protótipo do *software* PCP de 12 empresas. Nesta etapa da pesquisa, houve a garantia da manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes do questionário.

3.1.2 Tratamento de dados

Neste tópico serão apresentados o tratamento de dados, isto é, o registro, a organização, a estruturação e utilização das informações que serviram de base para este trabalho a respeito do referencial teórico utilizado para o desenvolvimento do modelo de referência, da metodologia modelagem de processos aplicada, da ferramenta de desenvolvimento do protótipo do *software* e, por fim, dos dados coletados nas empresas pesquisadas a partir da aplicação do questionário de avaliação do protótipo de *software* de PCP.

3.1.2.1 Referencial teórico

Com base na pesquisa bibliográfica, a mesma possui um grau de confiabilidade baseado na relevância dos autores escolhidos, uma vez que a apresentação dos resultados possui como base, artigos e livros de literatura considerada indispensável para o tema deste estudo. É importante destacar também alguns autores principais, como: CORRÊA, C. A.; CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M.; TUBINO, D. F.; BREMER, C. F.; LENZA, R. DE P; entre outros. Muitos outros autores importantes estão presentes para reforçar o pensamento dos autores principais, em especial para descrever as informações e atividades essenciais para a criação do modelo de referência de PCP em notação BPMN.

3.1.2.2 Modelagem de processos

Além da pesquisa bibliográfica, este trabalho, focou também, na aplicação prática de modelagem de processos para o desenvolvimento do modelo de referência. Para o modelagem de processos, utilizou-se a metodologia aplicada ao *Business*

Process Model and Notation ou, em português, Notação de Modelagem de Processos de Negócio, no qual a ferramenta para tal aplicação foi o *software* Bizagi Process Modeler versão 3.1.0.011 (BIZAGI, 2018).

3.1.2.3 Protótipo do software de PCP

A fim de gerar uma maior consistência entre a abstração do modelo de referência de PCP e a sua aplicação no apoio a implantação e desenvolvimento de ferramentas de gestão empresarial, foi desenvolvido um protótipo do *software* através da interface Delphi, que apresenta como linguagem básica o *Object Pascal* (orientada a objetos).

3.1.2.4 Questionário de avaliação do protótipo do software de PCP

Aas informações coletadas a partir da aplicação do questionário de avaliação do protótipo de *software* de PCP, foram tabuladas no *Microsoft Excel* a fim de organizar os dados e auxiliar na interpretação dos resultados. Para um melhor entendimento da avaliação do protótipo do software de PCP, os julgamentos dos respondentes foram agregados em índices e, os valores. A avaliação do protótipo do programa computacional (APS_j) pode ser obtida por meio do índice apresentado na Equação 2.

$$APS_j = \frac{\sum_{i=1}^m APS_{ij}}{m} \quad (2)$$

onde:

APS_j = avaliação do protótipo do programa computacional, no que se refere a qualidade do *software*, segundo a percepção dos respondentes das empresas ($i = 1, \dots, m$) à luz do item j .

m = respondentes do questionário.

O Quadro 9 apresenta cinco categorias de classificação em ordem decrescente de preferência, o conceito associado e valores referenciais que as delimitam.

Quadro 9. Categorias e Limites para classificação da qualidade do *software* de PCP.

Limites	Classificação
$4,50 \leq APS_j \leq 5,00$	Excelente
$4,00 \leq APS_j < 4,50$	Bom
$3,00 \leq APS_j < 4,00$	Regular
$2,00 < APS_j < 3,00$	Ruim
$1,00 \leq APS_j \leq 2,00$	Muito Ruim

Fonte: adaptado de Freitas (2004).

3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE TRABALHO

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho foi dividida em nove etapas sequenciais, como mostrada na Figura 17.

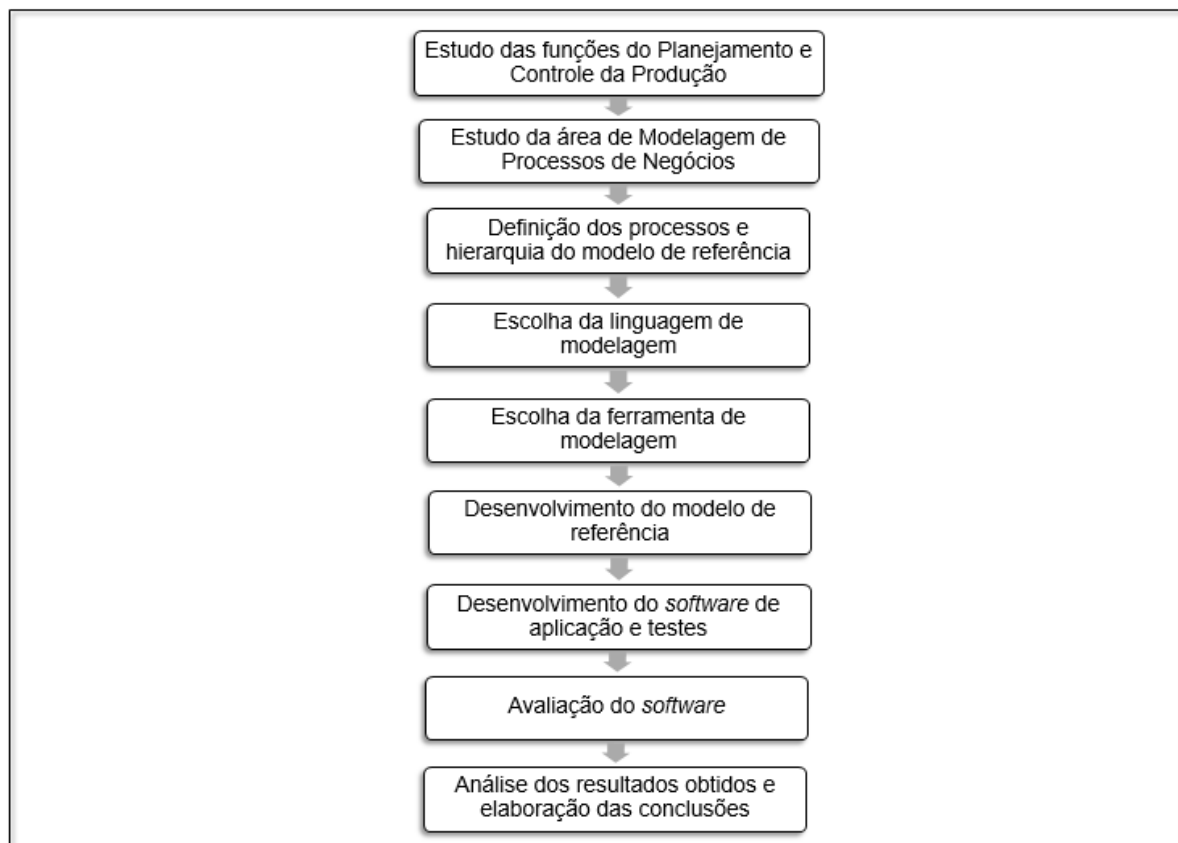


Figura 17. Etapas do trabalho.

Fonte: própria (2019).

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, conceitos, atividades, informações e funções da hierarquia típica de planejamento e controle 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 metodologias 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 protótipo 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 gerar uma maior consistência entre a abstração do modelo e a sua aplicação no apoio a implantação e desenvolvimento de ferramentas de gestão empresarial. O programa computacional foi desenvolvido através da interface Delphi versão 7.0, que utilizada a linguagem *Object-Pascal*.

Etapa VIII – *Avaliação do software* – Nesta etapa, o protótipo do *software* de PCP, desenvolvido a partir do modelo de referência, foi apresentado e aplicado em empresas de pequeno e médio porte a fim de avaliá-lo.

Etapa IX – *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.

CAPÍTULO IV – ANÁLISE DA MODELAGEM DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM BPMN

Este capítulo analisa os resultados de pesquisas visando cumprir os objetivos estabelecidos nesta pesquisa. A proposta do modelo de referência deve abordar de forma holística e hierárquica os módulos dos Processos de Negócios referentes ao PCP.

Vale destacar a importância na adoção de modelos de referência para as organizações, uma vez que consiste em redução de tempo e custo no desenvolvimento do modelo particular, neste caso um modelo de PCP, sendo possível comparar as atividades da empresa com as atividades propostas no modelo e, também, otimizar a atividade de implantação de sistemas de gestão empresarial integrados, por exemplo.

Adicionalmente, neste estudo, foi desenvolvido um protótipo de *software* para gerar uma maior consistência entre a abstração do modelo e sua aplicação no apoio a implantação e desenvolvimento de ferramentas de gestão empresarial.

Como dito anteriormente, para a Modelagem de Processos de Negócios, utilizou-se a linguagem BPMN através dos módulos gratuitos do *software Bizagi Process Modeler* (BIZAGI, 2018).

Inicialmente serão determinados os processos e a hierarquia do escopo do modelo de PCP. Posteriormente serão apresentados as atividades e informações indispensáveis para a construção dos módulos do planejamento da produção do modelo de referência, a partir de uma revisão da literatura. Em seguida, serão descritos e expostos os modelos do Planejamento de Materiais (PA, MPS, MRP e PP) e do Planejamento da Capacidade (RRP, RCCPM e CRP). Este capítulo termina com a apresentação do protótipo de *software* desenvolvido em Delphi para a aplicação e validação do modelo de referência, bem como os testes e avaliações realizados.

4.1 PROCESOS E SEUS NÍVEIS HIERÁRQUICOS

A fase de identificação dos processos e níveis hierárquicos é considerada a etapa-chave na modelagem de processos, pois visa identificar todos os Processos de Negócios existentes em uma determinada atividade de uma organização.

Os parâmetros que delimitam o escopo do modelo tomam por base o PCP em seus diferentes níveis e interfaces. A Figura 18 apresenta o modelo da hierarquia dos processos do PCP relacionando o planejamento da capacidade de seus recursos com o planejamento das necessidades de seus materiais. A decomposição hierárquica da função do PCP parte da compreensão dos conceitos básicos relacionados com os níveis do Planejamento de Materiais, ou seja: Planejamento de Vendas e Operações (S&OP) e Planejamento Agregado (PA); Planejamento Mestre da Produção (MPS); Planejamento dos Requisitos de Materiais (MRP) e Programação da Produção (PP).

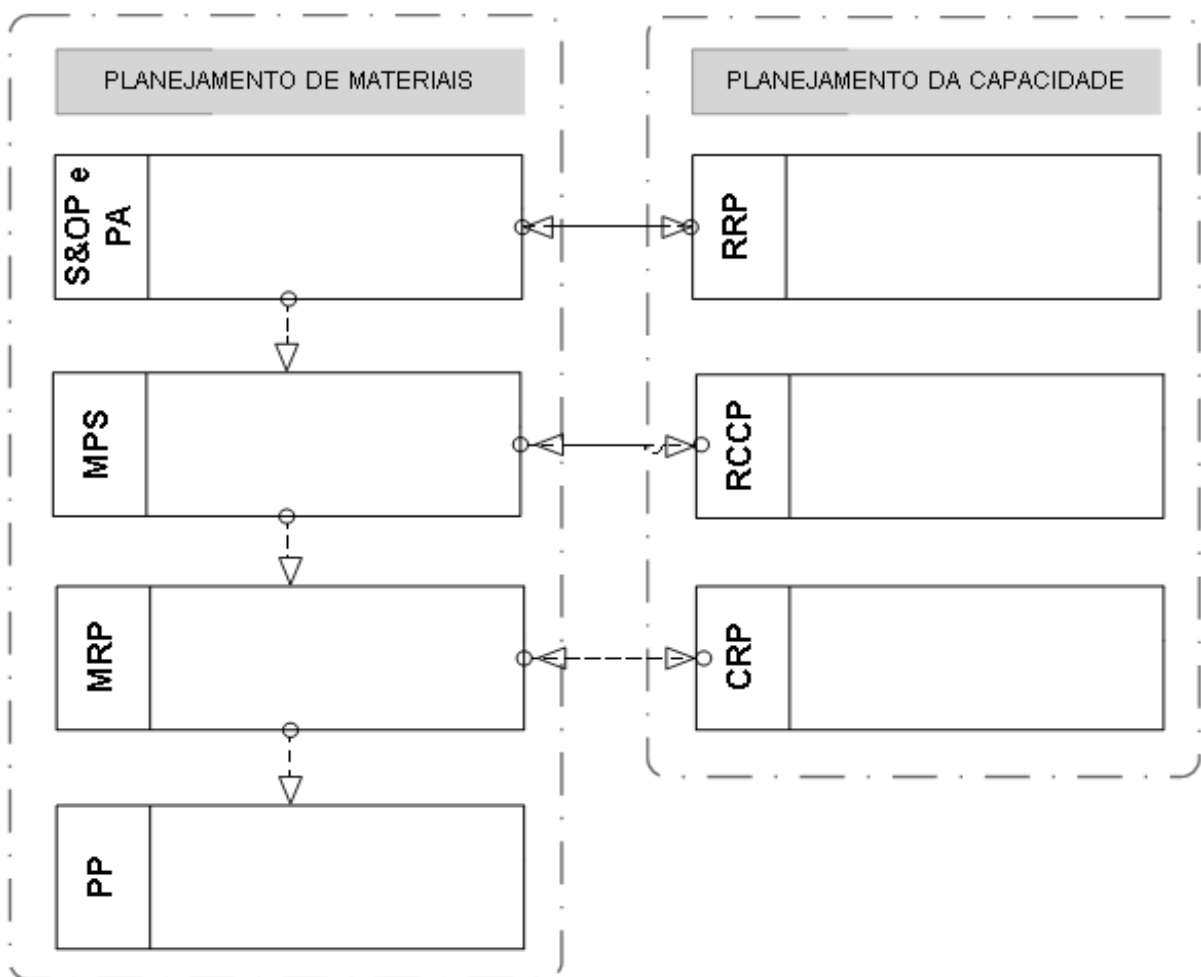


Figura 18. Macromodelo em notação BPMN dos níveis hierárquicos de um sistema completo de PCP.
Fonte: própria (2019).

As atividades do S&OP e PA consistem, intrinsecamente, no estabelecimento do planejamento da família de produtos, de forma que é necessário desagregar o planejamento agregado em planos mais detalhados para uma maior objetividade dos mesmos. Sendo assim, o MPS vem concretizar o plano agregado, convergindo sua

execução em necessidades específicas de produtos e capacidade para cada tarefa. Depois de elaborado o plano mestre, o MRP ficará responsável pelo cálculo, com base no registro básico do MPS, da necessidade de materiais, componentes e capacidades necessários para concretização dos planos. Por fim, a PP consiste em determinar os prazos de entrega para os itens a serem fabricados, de acordo com o planejamento feito.

O Planejamento da Capacidade em longo prazo (RRP) é um planejamento que visa às seguintes decisões do S&OP e Planejamento Agregado. Já o planejamento de capacidade em médio prazo (RCCP) tem como principal relação subsidiar as decisões do MPS. E o planejamento de capacidade de curto prazo (CRP) visa subsidiar as decisões do MRP.

A seguir, serão descritos e expostos os modelos do Planejamento de Materiais (PA, MPS, MRP e PP) e do Planejamento da Capacidade (RRP, RCCP e CRP), bem como as atividades e informações necessárias para a elaboração do modelo de referência.

4.2 MODELO DE REFERÊNCIA

A fase de modelagem dos processos tem o intuito de garantir uma perspectiva holística do processo. Para a modelagem de cada processo delimitado no escopo do modelo de referência proposto foram expostos o detalhamento das atividades dos processos e os fluxos de informação envolvidos.

Como demonstrado no subtópicos 2.2.4.2, o BPMN foi escolhido por se configurar como a linguagem padrão no campo de modelagem de processos. Ao adotar essa notação e demonstrar a sua utilidade para a representação de modelos de referência, essa pesquisa traz um caráter inovador para área de modelagem de processos de negócios (ENTRINGER et al., 2018).

A seguir serão apresentadas as modelagens dos módulos do planejamento empresarial considerados neste trabalho, iniciando-se pelo PA, no qual o S&OP está incluído, seguido pelo RRP, MPS, RCCP, MRP, CRP e, por fim, PP.

4.2.1 Modelagem do S&OP e PA

O S&OP é considerado como um instrumento de planejamento a longo prazo para produção, vendas e previsão de demanda. Sendo assim, o modelo do S&OP e Planejamento Agregado, como exposto na Figura 19, traz o planejamento da produção de uma determinada família de produtos onde, inicialmente, se faz necessário a realização do cálculo da previsão de demanda, a partir do histórico de demanda de venda deste produto em período de planejamento pré-estabelecido. Observa-se que o objetivo intrínseco do S&OP é manter um equilíbrio adequado entre oferta e demanda.

4.2.1.1 Informações e Atividades

As informações de entrada (*input*) e saída (*output*) necessárias para a elaboração do modelo de referência do módulo do S&OP e PA estão expostas no Quadro 10.

Quadro 10. Informações referentes ao S&OP e PA.

Informações	
<i>Input</i>	<i>Output</i>
Família de produtos	Previsão de demanda
Período de planejamento de longo prazo	Produção agregada
Histórico de demanda agregada	Estoques projetados
Estratégia de produção	Previsão de venda
Custos produtivos	Previsão de atraso ou perda de vendas
Custos de estocagem	Receita bruta
Custos com perdas ou atrasos de vendas	Retorno de investimento
Estoque inicial	Plano de produção agregada
Preço unitário de venda	
Salário	
Plano de capacidade de longo prazo	

Fonte: própria (2019).

As atividades relacionadas a este módulo do planejamento do PCP, estão expostas, com seus respectivos referenciais teóricos, no Quadro 11.

Quadro 11. Sequência de atividades referentes ao S&OP e PA.

#	Atividade	Referencial Teórico
1	Definição da família de produtos.	Munhoz e Morabito (2013), Corrêa e Corrêa (2012) e Arnold, Rimoli e Esteves (2006).
2	Definição do período de planejamento de longo prazo.	Gansterer (2015), Olhager (2013), Corrêa e Corrêa (2012), Corrêa, Gianesi e Caon (2009), Grimson e Pyke (2007) e Vollmann (2005).
3	Cálculo da previsão de demanda, a partir de dados históricos, utilizando técnicas de previsão de demanda agregada (média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial e regressão linear).	Dias (2011), Corrêa, Gianesi e Caon (2009), Martins e Laugeni (2009), Tubino (2007), Vollmann (2005) e Chase e Aquilano (2004).
4	Levantamento das informações intrínsecas as atividades e gestão da empresa, como custos produtivos (produção normal, produção extra e produção subcontratada), custos de estocagem, custo com atraso ou perda de venda, salário e estoque inicial da família de produtos.	Corrêa e Corrêa (2012), Fernandes e Godinho (2010), Martins e Laugeni (2009) e Stevenson (2001).
5	Escolha da estratégia da produção (produção constante, acompanhamento de demanda ou estratégia mista).	Fernandes e Godinho (2010), Lustosa, Mesquita e Oliveira (2008) e Tubino (2007).
6	Definição da produção agregada da família de produtos (quantidade de produtos), especificando a produção normal, extra e subcontratada de acordo com a capacidade produtiva.	Corrêa e Corrêa (2012).
7	Cálculos dos estoques.	Corrêa e Corrêa (2012), Martins e Laugeni (2009), Peinado e Graeml (2007) e Stevenson (2001).
8	Cálculo dos atrasos ou perda de vendas.	
9	Cálculos dos custos totais referentes ao processo produtivo.	
10	Cálculo dos custos totais com salários.	
11	Cálculo dos custos totais com matérias-primas.	
12	Cálculos dos custos totais referentes a estocagem de produtos.	
13	Cálculo dos custos totais referentes as perdas ou atrasos de vendas.	
14	Cálculo da previsão de vendas a partir dos dados da produção agregada e previsão de demanda.	Corrêa e Corrêa (2012), Martins e Laugeni (2009), Corrêa et al. (2009) e Stevenson (2001).
15	Cálculo da receita bruta.	Andru e Botchkarev (2011) e Martins e Laugeni (2009).
16	Cálculo do retorno de investimento.	
17	Elaboração do plano agregado.	Corrêa e Corrêa (2012), Martins e Laugeni (2009) e Stevenson (2001).
18	Revisão do plano agregado, se necessário.	

Fonte: própria (2019).

A seguir, será descrito a modelagem do módulo referente ao módulo S&OP e PA do modelo de referência, de acordo com as informações e atividades elencadas acima.

4.2.1.2 Descrição do modelo

O modelo de referência referente ao S&OP e Planejamento Agregado (Figura 20) proposto traz, primeiramente, a definição da família de produtos, na qual será planejada a produção. Em seguida, também é definido o período de planejamento de longo prazo.

Posteriormente, segundo o modelo desenvolvido, se faz necessário a escolha da técnica de previsão de demanda (média móvel simples, média móvel ponderada, regressão linear ou suavizamento exponencial).

A partir de uma base de dados acerca do histórico de demanda da família de produtos e a técnica de previsão selecionada, é realizado o cálculo da previsão de demanda agregada.

Em seguida, é necessário levantar as informações intrínsecas as atividades e gestão da empresa, como custos produtivos (produção normal, produção extra e produção subcontratada), custos de estocagem, custo com atraso ou perda de venda, salário e estoque inicial da família de produtos.

Na etapa de produção do planejamento, inicialmente é necessário a definição da estratégia de produção a ser adotada pela organização (produção constante, acompanhamento de demanda ou estratégia mista). Apoiado na estratégia escolhida e a capacidade produtiva de longo prazo emitido pelo RRP, abordado no tópico 4.2.2, é definido a produção agregada planejada.

Uma vez definida o plano de produção agregada, é calculado os estoques projetados, que para esta operação leva-se em consideração o estoque inicial presente na organização e, também, a previsão de demanda calculada. Da mesma forma, levando em consideração estas duas variáveis (previsão de demanda e produção agregada) calcula-se as projeções de perdas de vendas e atrasos de entrega.

Na fase de cálculos de custos produtivos, a partir do plano de produção emitido, a empresa deve realizar um levantamento dos custos organizações inerentes a

produção, considerando as condições produtivas, além das normais, em turnos extras e, também, para a subcontratação de mão-de-obra, quando necessário.

Após o cálculo dos custos produtivos é calculado os custos totais com salários, no qual é imprescindível o valor dos salários e a quantidade da mão-de-obra.

Nos cálculos dos custos com matéria-prima são necessárias as informações referentes a quantidade de produção da família de produtos, bem como o custo unitário da respectiva matéria-prima.

Para o cálculo do custo de estocagem, a partir da projeção de estoques realizada, a organização deve realizar um levantamento dos custos para manter o estoque na empresa. Seguindo a mesma lógica, também é calculado o custo com perdas de vendas e atrasos de entregas.

Em seguida, é realizado o cálculo da previsão de venda, que leva para fins de cômputo, a quantidade de itens produzidos, expresso no plano de produção agregada, e as perdas de vendas ou atrasos de entregas. Seguidamente a esta etapa, realiza-se o cálculo da receita bruta proveniente da produção da família de produtos planejada, a partir da definição do preço unitário de venda desses produtos.

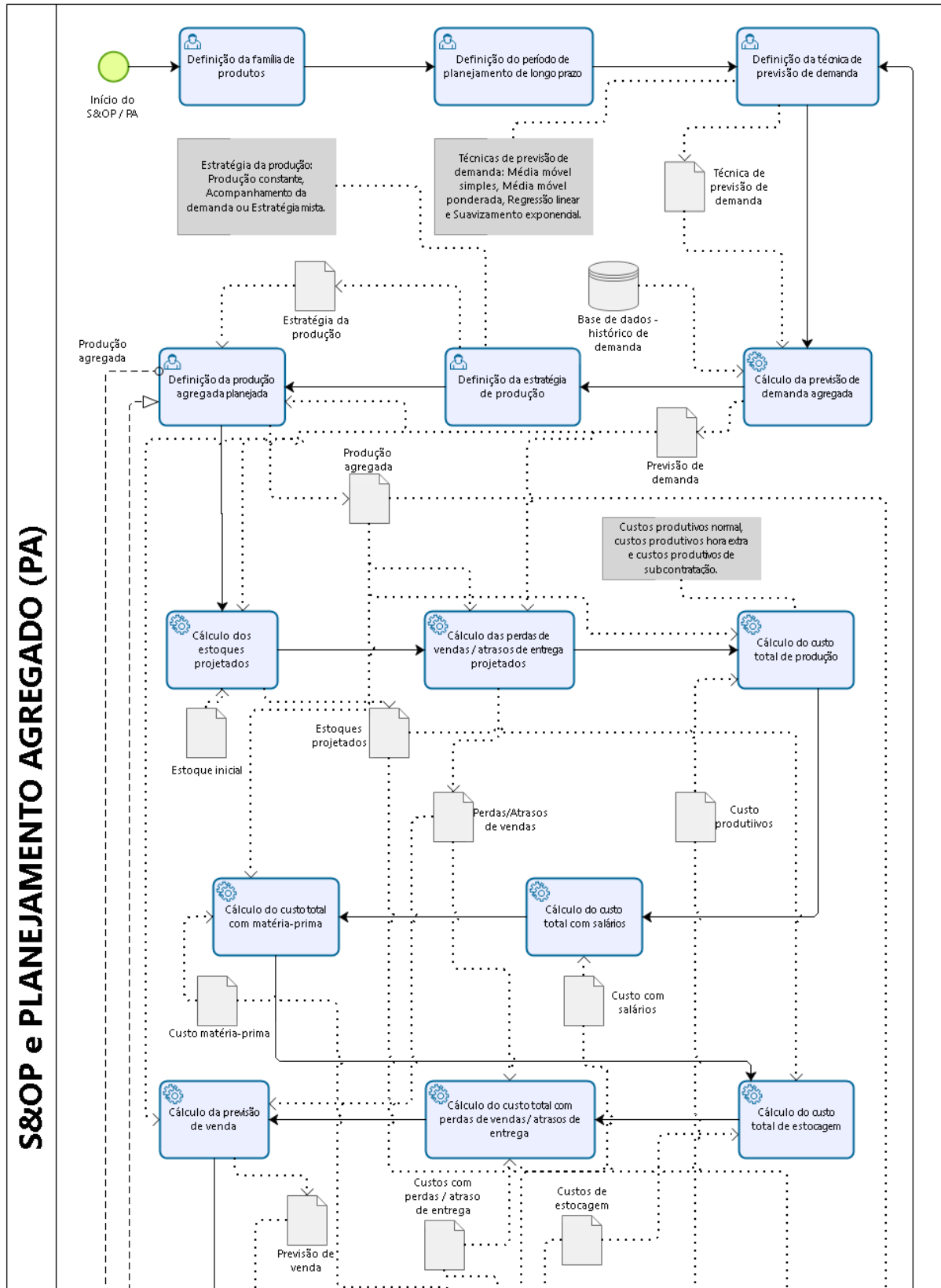
Para o cálculo da projeção do retorno de investimentos, lava-se em consideração a receita bruta calculada na atividade anterior e os custos totais calculados (produtivos, estocagem e perdas de vendas/atraso de entrega).

Por fim, após o estabelecimento do plano de produção, estoque projetados e retorno de investimento, o plano agregado da 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 S&OP e PA.

As informações do plano agregado são requisitadas para o cálculo do plano da capacidade (RRP), descrito no tópico 4.2.2, e também para a análise e definição do Planejamento Mestre da Produção (MPS), exposto no tópico 4.2.3.

O modelo de referência, em notação BPMN, referente ao módulo do S&OP e PA está exposto na Figura 19.

No tópico a seguir será descrito o modelo referente ao Planejamento da Capacidade de Longo Prazo (RRP), que visa subsidiar as decisões de produção emitidas na etapa do S&OP e PA.



Continuação da Figura 19.

Conclusão da Figura 19.

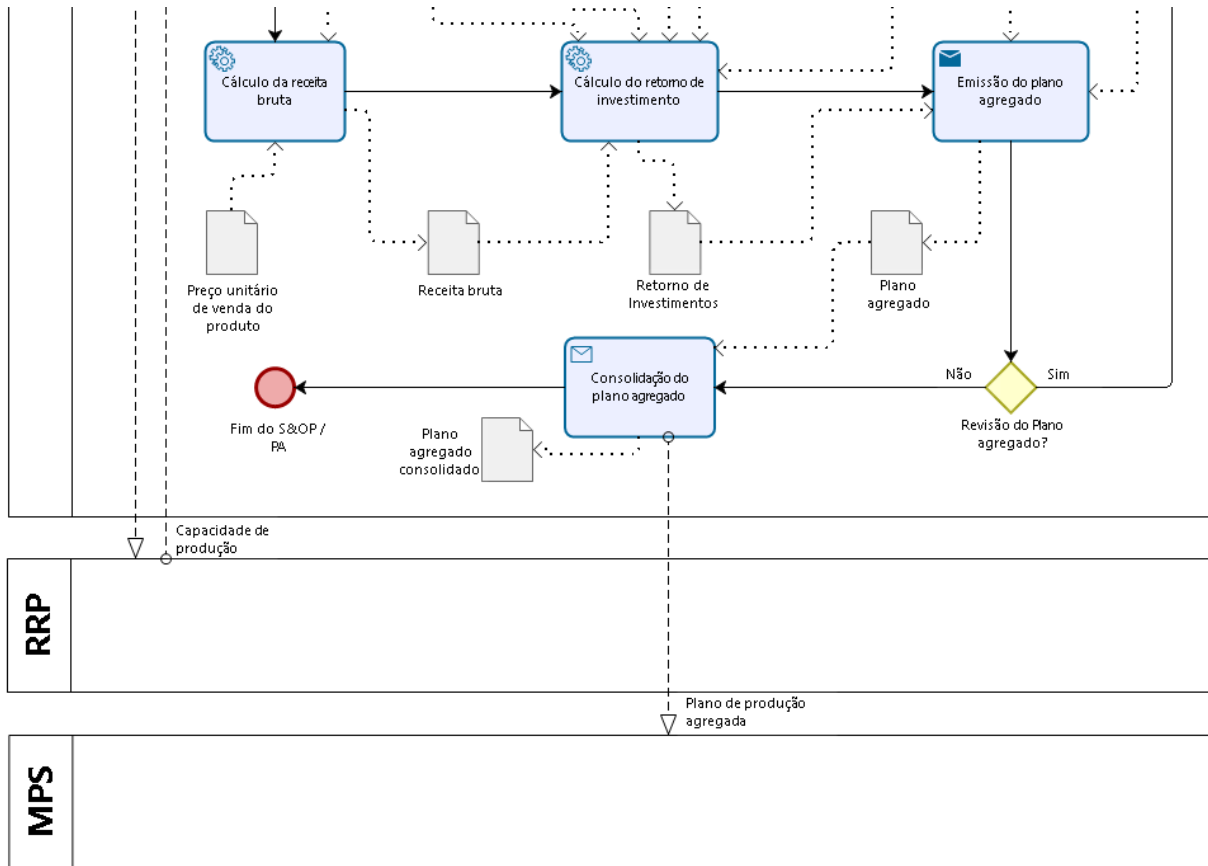


Figura 19. Modelagem do S&OP e PA em notação BPMN.
Fonte: própria (2019).

4.2.2 Modelagem do RRP

No Planejamento da Capacidade de Longo Prazo tem o objetivo de calcular a necessidade de capacidade de recursos que requeiram um prazo relativamente longo, em meses, e subsidiar as decisões de quanto produzir de cada família de produtos, principalmente quanto à limitação de capacidade e recursos, quando não é possível atender os planos de vendas. Ou seja, é um planejamento que visa subsidiar às seguintes decisões a nível do S&OP/PA.

4.2.2.1 Informações e Atividades

As informações de entrada (*input*) e saída (*output*) necessárias para a elaboração do modelo de referência do módulo do RRP estão expostas no Quadro 12.

Quadro 12. Informações referentes ao RRP.

Informações	
Input	Output
Família de produtos	Capacidade normal planejada
Período de planejamento de longo prazo	Capacidade extra planejada
Dias úteis de trabalho	Capacidade subcontratada planejada
Jornada de trabalho diária	Taxa de carregamento
Quantidade de mão-de-obra	Valor da hora-homem trabalhada
Quantidade de mão-de-obra subcontratada	Plano da capacidade de produção de longo prazo
Horas extras de trabalho diária	
Taxa de produção agregada	
Produção agregada	

Fonte: própria (2019).

As atividades relacionadas a este módulo do planejamento do PCP, estão expostas, com seus respectivos referenciais teóricos, no Quadro 13.

Quadro 13. Sequência de atividades referentes ao RRP.

#	Atividades	Referencial Teórico
1	Definição da família de produtos especificado no S&OP e PA.	Munhoz e Morabito (2013), Corrêa e Corrêa (2012) e Arnold, Rimoli e Esteves (2006).
2	Definição do período de planejamento especificado no S&OP e PA.	Mukhopadhyay (2013), Corrêa e Corrêa (2012) e Olhager, Rudberg e Wikner (2001).
3	Levantamento das seguintes informações referentes à capacidade produtiva: quantidade da mão-de-obra e quantidade da mão-de-obra subcontratada.	Corrêa e Corrêa (2012), Corrêa, Gianesi e Caon (2009) e Martins e Laugeni (2009).
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.	
5	Levantamento da taxa de produção agregada.	
6	Cálculo da capacidade de produção normal de longo prazo.	Mukhopadhyay (2013), Corrêa e Corrêa (2012) e Martins e Laugeni (2009).
7	Cálculo da capacidade de produção extra de longo prazo.	
8	Cálculo da capacidade de produção subcontratada de longo prazo.	
9	Cálculo da taxa de carregamento.	Martins e Laugeni (2009).
10	Cálculo do valor da hora-homem trabalhada.	Santos (2011).
11	Elaboração do plano da capacidade de produção de longo prazo.	Mukhopadhyay (2013) e Corrêa, Gianesi e Caon (2009).
12	Revisão do plano da capacidade de produção de longo prazo, se necessário.	

Fonte: própria (2019).

A seguir será descrito a modelagem do módulo referente ao módulo RRP do modelo de referência.

4.2.2.2 Descrição do modelo

No modelo do RRP, como exposto na Figura 21, inicia-se com a definição da família de produtos e o tempo de planejamento de longo prazo, de acordo com o que foi estabelecido pela etapa de planejamento do S&OP e PÁ.

Em seguida, é realizado o cálculo da capacidade planejada, que neste modelo desenvolvido foi dividido em: capacidade normal planejada, capacidade subcontratada planejada (subcontratação de mão-de-obra) e capacidade extra planejada (horas extras). De acordo com o modelo, para o cálculo da capacidade normal planejada é necessário o levantamento das seguintes informações: quantidade de mão-de-obra, taxa de produção agregada, jornada de trabalho diária de trabalho e dias úteis do período de planejamento.

De forma similar a avaliação anterior, para o cálculo da capacidade subcontratada planejada é fundamental, além da taxa de produção agregada, jornada de trabalho diária de trabalho e dias úteis do período de planejamento, o levantamento da quantidade de mão-de-obra subcontratada, se houver.

Para o cálculo da capacidade extra planejada, se faz necessário o conhecimento das seguintes informações: quantidade de mão-de-obra, taxa de produção agregada, horas extras de trabalho e dias úteis do período de planejamento.

A partir do cálculo da capacidade normal planejada, capacidade subcontratada planejada e capacidade extra planejada, calcula-se a capacidade total de produção planejada.

Em seguida, para o cálculo da taxa de carregamento, é necessário o levantamento da informação do plano de produção oriundo da etapa de planejamento do S&OP e PA (capacidade total necessária), e também da capacidade total planejada.

Por fim, para o cômputo do valor da hora-homem trabalhada, é imprescindível a informação referente ao salário de cada operário e também o tempo de trabalho desses trabalhadores, no qual inclui-se a hora de trabalho diário, horas extras (se houver) e os dias úteis de trabalho ao longo do período de planejamento.

Após a realização desta última etapa, é emitido o plano da capacidade de longo prazo, referente ao S&OP e PA. Em caso de necessidades, é possível a realização de uma revisão deste plano elaborado. Após a revisão, então, é emitido o plano consolidado do RRP. Como visto anteriormente, estas informações são requisitadas para a análise e definição da produção agregada na etapa do S&OP e PA.

O modelo de referência, em notação BPMN, referente ao módulo do RRP está exposto na Figura 20.

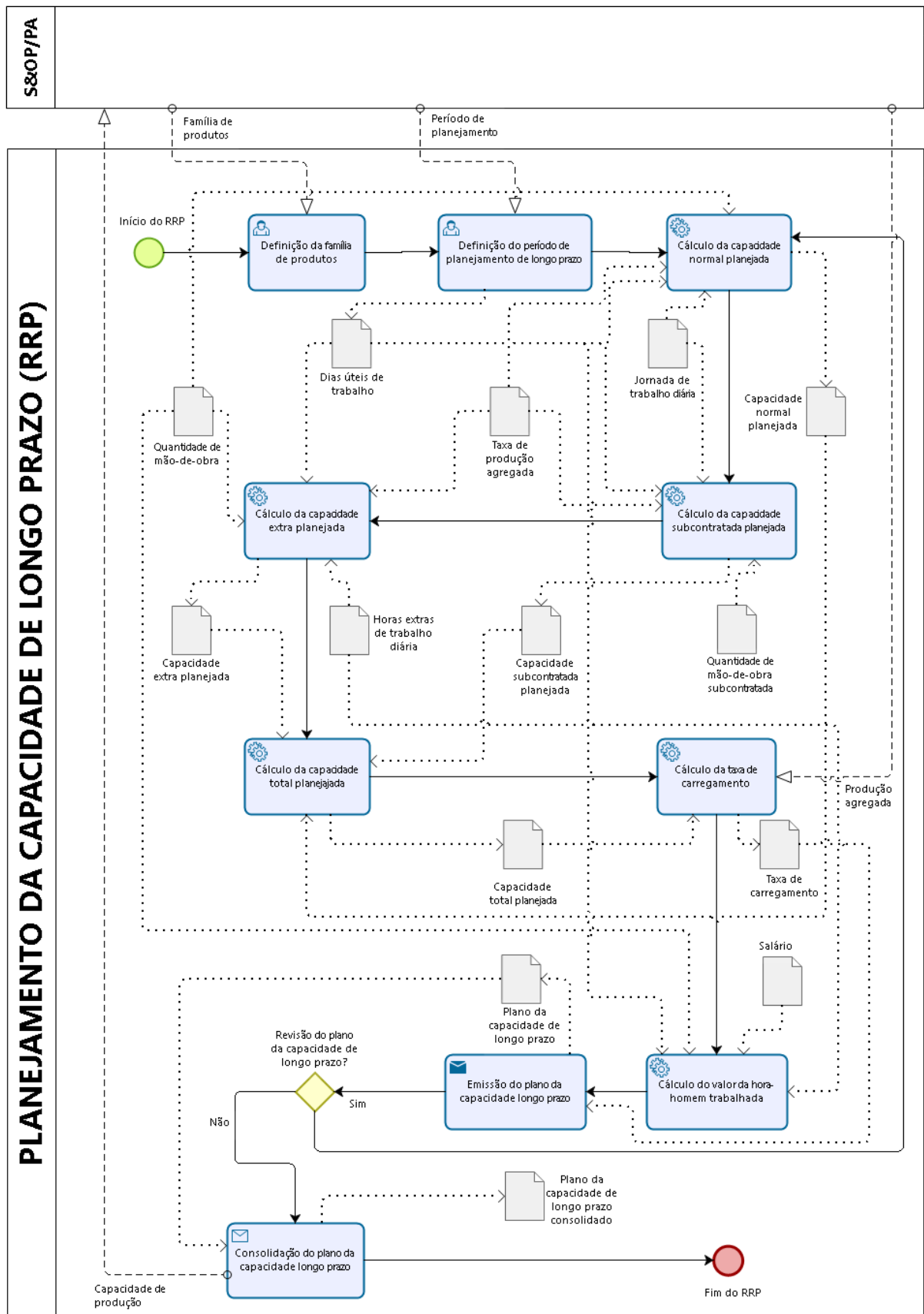


Figura 20. Modelagem do RRP em notação BPMN.

Fonte: própria (2019).

No tópico a seguir, será descrito o modelo de referência do Planejamento Mestre da Produção (MPS).

4.2.3 Modelagem do MPS

O MPS é organizado, resumidamente, 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.

4.2.3.1 Informações e Atividades

As informações de entrada (*input*) e saída (*output*) necessárias para a elaboração do modelo de referência do módulo do MPS estão expostas no Quadro 14.

Quadro 14. Informações referentes ao MPS.

Informações	
<i>Input</i>	<i>Output</i>
Plano agregado 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	Plano mestre de produção Projeção de estoques dos produtos desagregados

Fonte: própria (2019).

As atividades relacionadas a este módulo do planejamento do PCP, estão expostas, com seus respectivos referenciais teóricos, no Quadro 15, a seguir.

Quadro 15. Sequência de atividades referentes ao MPS.

#	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).

Fonte: própria (2019).

A seguir será descrito a modelagem do módulo referente ao módulo MPS do modelo de referência, de acordo com as informações e atividades levantadas nas etapas anteriores.

4.2.3.2 Descrição do modelo

O modelo do Planejamento Mestre da Produção proposto (Figura 21), 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 realizada 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 4.2.4.

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 4.2.4, e também para a análise e definição do Plano de Requisitos de Materiais (MRP), exposto no tópico 4.2.5.

O modelo de referência, em notação BPMN, referente ao módulo do MPS está exposto na Figura 21.

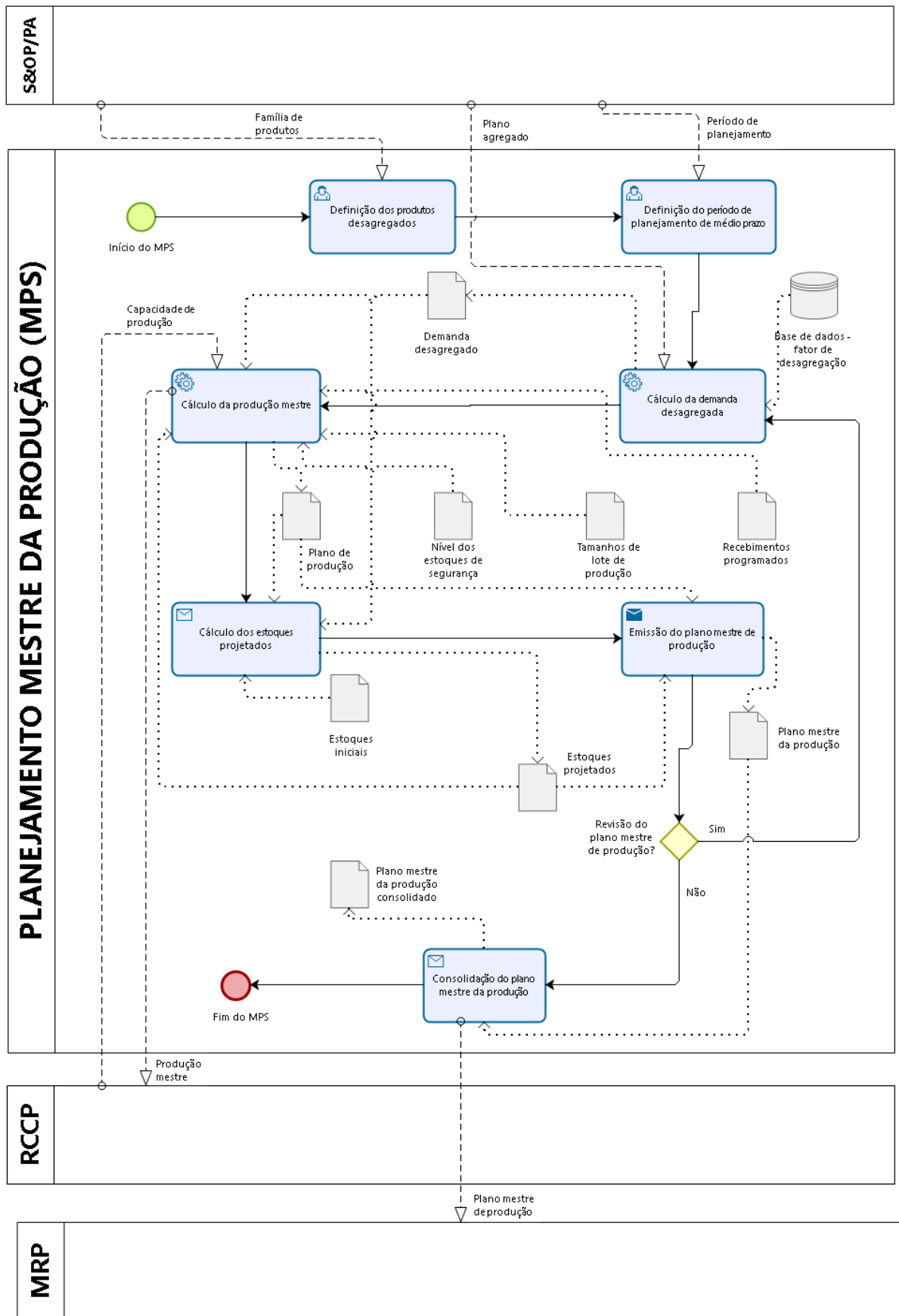


Figura 21. Modelagem do MPS em notação BPMN.
 Fonte: própria (2019).

No tópico a seguir será descrito o modelo referente ao Planejamento da Capacidade de Médio Prazo (RCCP), que visa apoiar as decisões do MPS.

4.2.4 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.

4.2.4.1 Informações e Atividades

As informações de entrada (*input*) e saída (*output*) necessárias para a elaboração do modelo de referência do módulo do RCCP estão expostas no Quadro 16.

Quadro 16. Informações referentes ao RCCP.

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	

Fonte: própria (2019).

As atividades relacionadas a este módulo do planejamento do PCP, estão expostas, com seus respectivos referenciais teóricos, no Quadro 17.

Quadro 17. Sequência de atividades referentes ao RCCP.

#	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.	
7	Cálculo da capacidade instalada da produção mestre.	Corrêa e Corrêa (2012).
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
11	Revisão do plano da capacidade de produção de médio prazo, se necessário.	Corrêa, Gianesi e Caon (2009).

Fonte: própria (2019).

A seguir será descrito a modelagem do módulo referente ao módulo RCCP presente no modelo de referência.

4.2.4.2 Descrição do modelo

No modelo do RCCP, como exposto na Figura 22, 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 22.

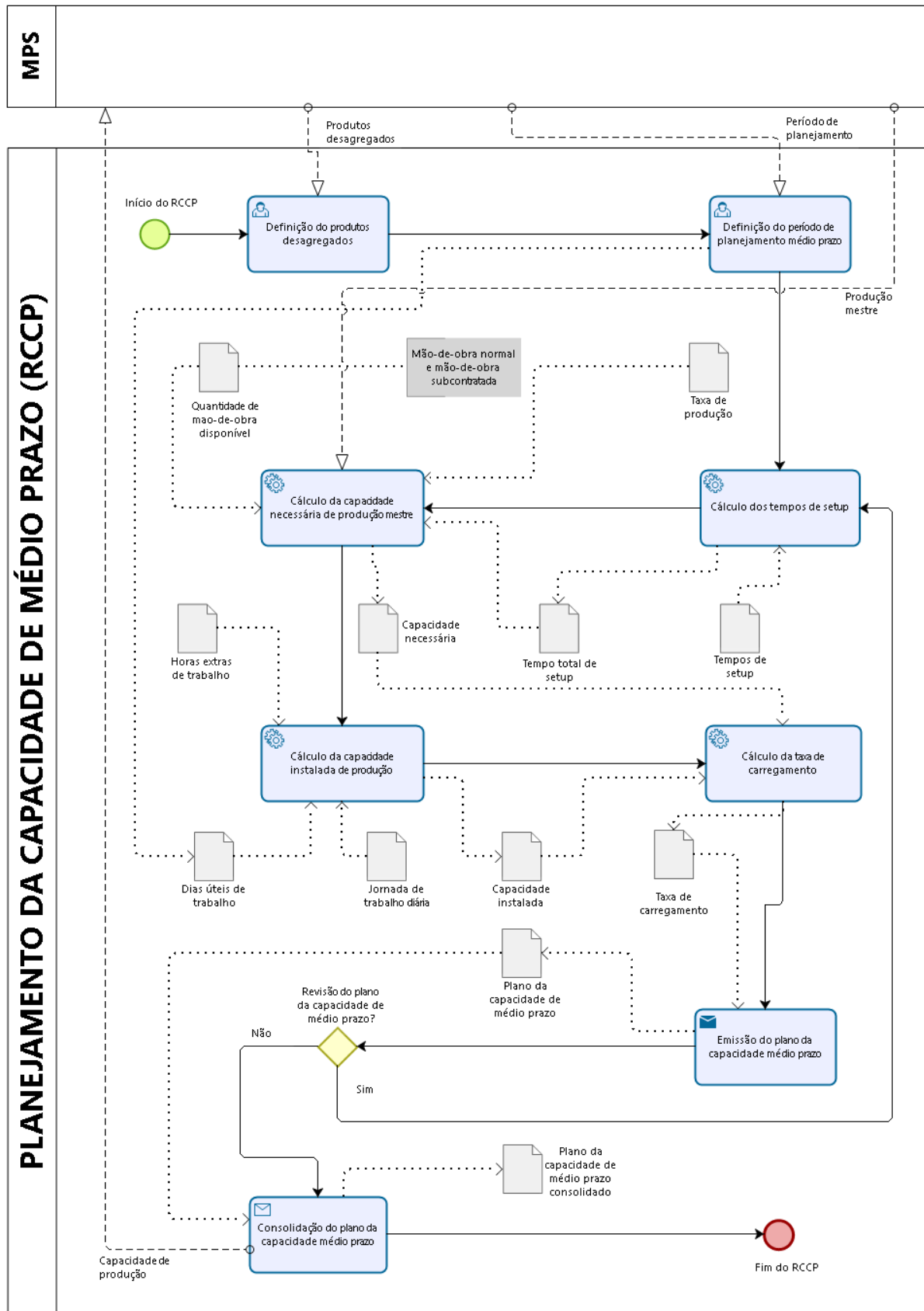


Figura 22. Modelagem do RCCP em notação BPMN.
Fonte: própria (2019).

No t3pico a seguir, ser3 descrito o modelo de refer3ncia do Planejamento de Requisitos dos Materiais (MRP).

4.2.5 Modelagem do MRP

O MRP, em s3ntese, 3 um sistema l3gico de c3lculo que converte a previs3o de demanda em programac3o da necessidade de seus componentes. A partir do conhecimento de todos os componentes de um determinado produto e os tempos de obtenç3o de cada um deles, pode-se, com base na vis3o de futuro das necessidades, calcular o quanto e quando se deve obter de cada item, de forma que n3o haja falta e nem sobra no suprimento das necessidades da produç3o.

4.2.5.1 Informac3es e Atividades

As informac3es de entrada (*input*) e sa3da (*output*) indispens3veis para a elaborac3o do modelo de refer3ncia do m3dulo referente ao MRP est3o expostas no Quadro 18.

Quadro 18. Informac3es referentes ao MRP.

Informac3es	
<i>Input</i>	<i>Output</i>
Lista de materiais (BOM)	Necessidades brutas dos materiais
Per3odo de planejamento de curto prazo	Estoques projetados dos materiais
Demanda bruta dos materiais	Recebimentos planejados dos materiais
Recebimentos programados dos componentes	Pedidos liberados dos materiais
Estoques iniciais dos componentes	Plano de requisitos dos materiais
N3veis dos estoques de seguranc3a dos componentes	
Tamanhos dos lotes dos componentes	
Regras dos tamanhos dos lotes dos componentes	
Prazos de entrega dos materiais	
Tempo de montagem do produto final	

Fonte: pr3pria (2019).

As atividades relacionadas a este m3dulo do planejamento do PCP, est3o expostas, com seus respectivos referenciais te3ricos, no Quadro 19.

Quadro 19. Sequência de atividades referentes ao MRP.

#	Atividade	Referencial Teórico
1	Definição das listas de materiais (BOM) dos produtos finais, oriundos do plano mestre de produção.	Girotti et al. (2016), Corrêa e Corrêa (2012), Moreira (2008), Gaither e Frazier (2005), Yenisey (2006) e Neely e Byrne (1992).
2	Definição do período de planejamento de curto prazo.	Corrêa e Corrêa (2012).
3	Cálculo das necessidades brutas.	Girotti et al. (2016), Corrêa e Corrêa (2012), Moreira (2008), Gaither e Frazier (2005) e Carvalho, Silva Filho e Fernandes (1998).
4	Cálculo dos estoques projetados.	
5	Cálculo dos recebimentos planejados.	
6	Liberação de pedidos planejados.	Girotti et al. (2016), Favaretto (2012), Corrêa e Corrêa (2012) e Moreira (2008).
7	Verificação da necessidade de analisar outro componente do BOM.	Girotti et al. (2016), Corrêa e Corrêa (2012), Gaither e Frazier (2005), Yenisey (2006) e Neely e Byrne (1992).
8	Emissão do plano de requisito de materiais.	Corrêa e Corrêa (2012).
9	Revisão do plano de requisitos de materiais, se necessário.	

Fonte: própria (2019).

A seguir será descrito a modelagem do módulo referente ao módulo MRP do modelo de referência, de acordo com as informações e atividades levantadas.

4.2.5.2 Descrição do modelo

O modelo de referência do Planejamento de Requisitos de Materiais (Figura 23) proposto traz, inicialmente, a definição das listas de materiais (BOM), uma lista estruturada de todos os componentes do produto final a ser planejado. As informações a respeito dos produtos finais são extraídas da etapa do MPS, que estabelece quais produtos serão feitos e em que datas.

Em seguida, é realizado a definição do período de planejamento (curto prazo), sendo que este espaço de tempo deve ser proveniente do período que foi estabelecido na etapa de planejamento anterior, isto é, no MPS. Para o cálculo das necessidades brutas, é necessário extrair informações da lista de materiais a respeito da estrutura dos componentes em cada nível de produção, bem como a quantidade necessária a ser produzida para cada unidade de produção do componente (demanda bruta), de

acordo com o plano mestre de produção dos produtos finais. Para cada nível planejado dos materiais necessários para a produção do produto final, são necessárias as informações dos pedidos liberados dos materiais dos níveis inferiores a fim de calcular a quantidade necessária (necessidade bruta).

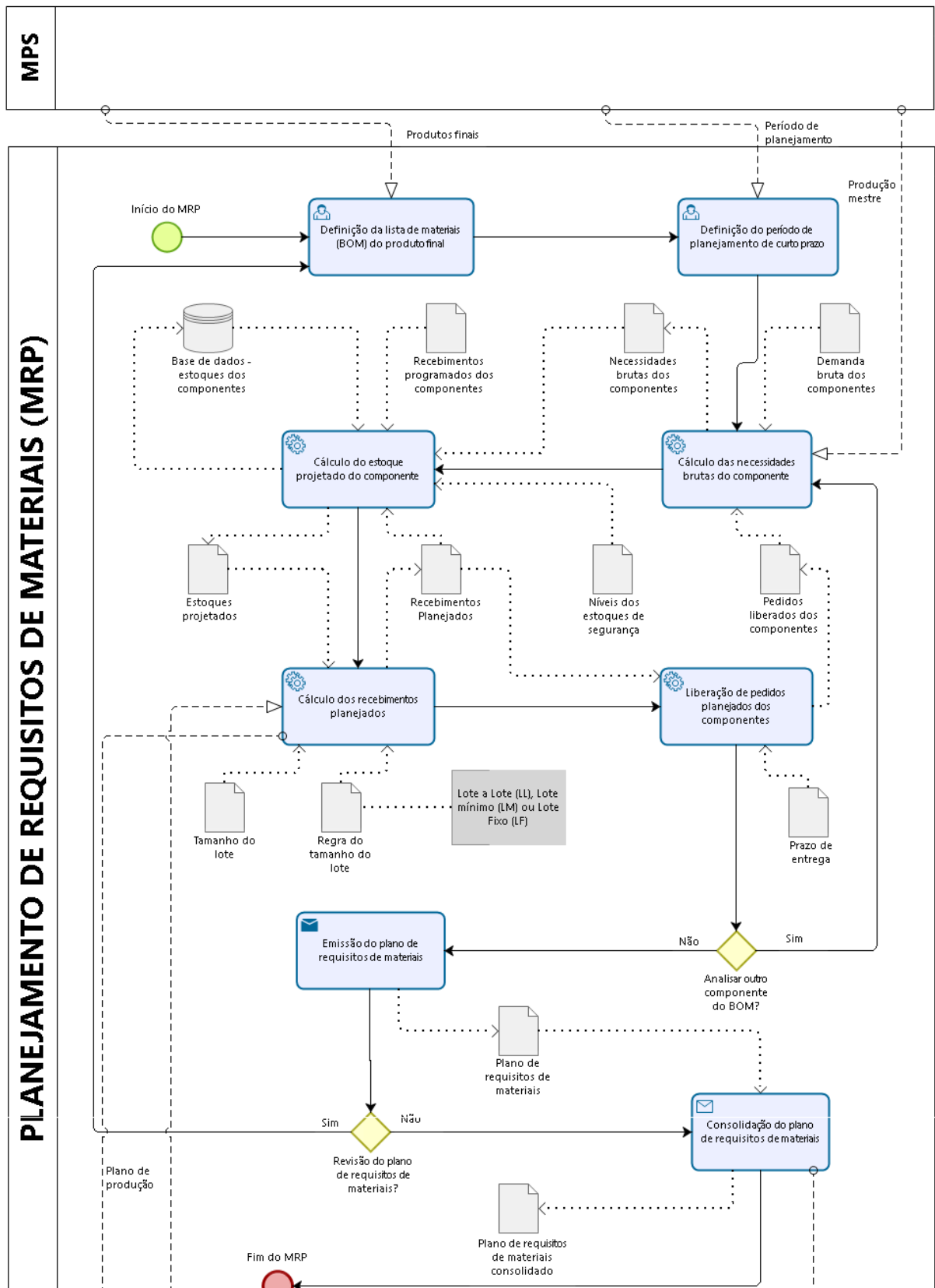
Após o cálculo das necessidades brutas, é realizado o cálculo dos estoques projetados. Para isso, é necessário levar em considerações, além das necessidades brutas, os estoques provenientes do período de planejamento anterior ao atual, recebimentos programados, se houver, e, também, o nível de estoque de segurança. Caso no período atual de planejamento tenha algum pedido de produção a ser realizado (recebimentos planejados), de acordo com as necessidades brutas, o estoque projetado é recalculado.

Para o cálculo dos recebimentos planejados, deve-se verificar se o nível de estoque satisfaz as necessidades brutas do período de planejamento, respeitando sempre o nível estoque de segurança estabelecido na etapa anterior. Se o nível não satisfazer as necessidades, é calculado este valor, levando em consideração o tamanho do lote e a regra do tamanho do lote (Lote a Lote, Lote Fixo ou Lote Mínimo). Nesta etapa, o estabelecimento dos níveis de produção do MPS, leva em consideração as informações oriundas no CRP (tópico 4.2.6).

Após a definição dos recebimentos planejados, é estabelecido a liberação dos pedidos planejados de acordo com o prazo de entrega de cada material e o tempo de montagem do produto final planejado. Uma vez definido a liberação de pedidos de determinado componente, é verificado se há a necessidade de analisar outro material do BOM, uma vez que a lista de materiais possui níveis de planejamentos podendo as quantidades de materiais (demanda bruta) serem dependentes de outros.

Depois de finalizada a liberação de pedidos planejados de todos os itens que compõem o BOM do produto final, o plano de requisito de materiais 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 MRP.

Estas informações são requisitadas para o cálculo do plano da capacidade de curto prazo, descrito no tópico 4.2.6, e também para a análise e definição da Programação da Produção (PP) dos componentes e do produto final, como exposto no tópico 4.2.7. O modelo de referência, em notação BPMN, referente ao módulo do MRP está exposto na Figura 23.



Continuação da Figura 23.

Conclusão da Figura 23.

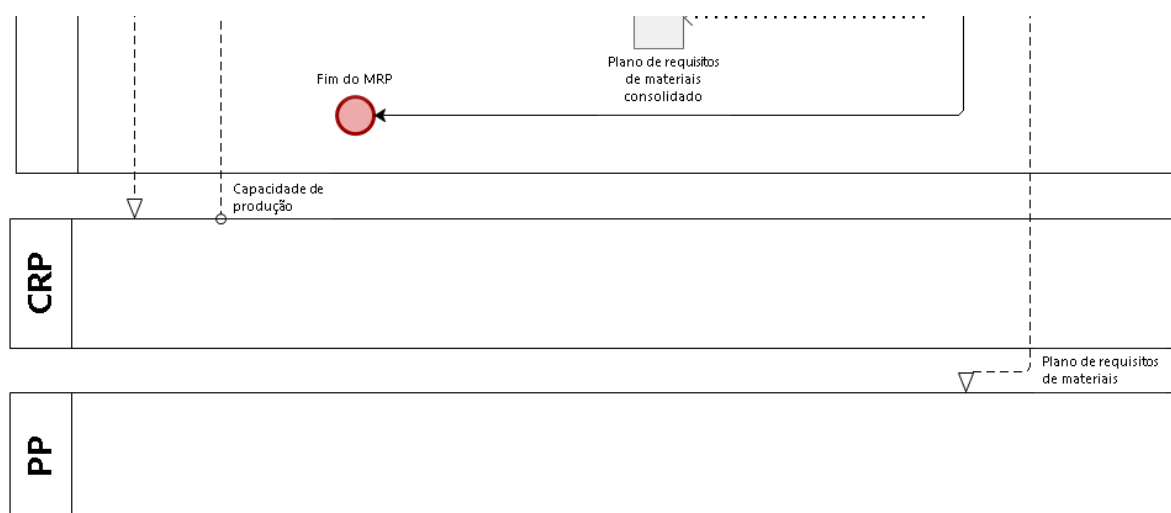


Figura 23. Modelagem do MRP em notação BPMN.
Fonte: própria (2019).

A seguir será descrito o modelo referente ao Planejamento da Capacidade de Curto Prazo (CRP), que visa subsidiar as decisões tomadas na etapa do MRP.

4.2.6 Modelagem do CRP

O CRP visa subsidiar as decisões do planejamento detalhado da produção e materiais. Este planejamento tem como objetivo o cálculo das necessidades de recursos que requeiram prazo de poucas semanas para sua mobilização e, também, a geração de um plano detalhado de produção que seja viável, por meio de ajustes efetuados no plano original sugerido pelo MRP, para que este possa ser liberado para execução.

4.2.6.1 Informações e Atividades

As informações de entrada (*input*) e saída (*output*) necessárias para a elaboração do modelo de referência do módulo referente ao CRP estão expostas no Quadro 20.

Quadro 20. Informações referentes ao CRP.

Informações	
Input	Output
Lista de materiais dos produtos finais Período de planejamento de curto prazo Dias úteis de trabalho Jornada de trabalho diária Quantidade de mão-de-obra Quantidade de mão-de-obra subcontratada Horas extras de trabalho diária Tempos de setup Taxas de produção Plano de produção	Capacidade necessária Capacidade instalada Taxa de carregamento Plano da capacidade de produção de curto prazo

Fonte: própria (2019).

As atividades relacionadas a este módulo do planejamento do PCP, estão expostas, com seus respectivos referenciais teóricos, no Quadro 21.

Quadro 21. Sequência de atividades referentes ao CRP.

#	Atividades	Referencial Teórico
1	Definição da lista de materiais (BOM) dos produtos finais especificados no MRP.	Girotti et al. (2016), Corrêa e Corrêa (2012), Moreira (2008), Gaither e Frazier (2005), Yenisey (2006) e Neely e Byrne (1992).
2	Definição do período de planejamento especificado no MRP.	Corrêa e Corrêa (2012).
3	Levantamento das seguintes informações referentes à capacidade produtiva: quantidade da mão-de-obra (normal e subcontratada).	Corrêa e Corrêa (2012), Corrêa, Giansesi e Caon (2009), e Mukhopadhyay (2013).
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.	
5	Levantamento da taxa de produção dos componentes dos produtos finais.	
6	Cálculo da capacidade necessária de produção dos componentes.	Corrêa e Corrêa (2012).
7	Cálculo da capacidade instalada de produção.	
9	Cálculo da taxa de carregamento.	Martins e Laugeni (2009).
10	Elaboração do plano da capacidade de produção de curto prazo.	Mukhopadhyay (2013) e Corrêa, Giansesi e Caon (2009).
11	Revisão do plano da capacidade de produção de curto prazo, se necessário.	

Fonte: própria (2019).

A seguir será descrito a modelagem do módulo referente ao módulo CRP do modelo de referência, de acordo com as informações e atividades elencadas.

4.2.6.2 Descrição do modelo

No modelo do CRP, como exposto na Figura 24, inicialmente é definido o tempo de planejamento de curto prazo, de acordo com o que foi estabelecido pelo MRP.

Em seguida, é calculado o tempo total de setup de todos os materiais do BOM presentes no processo produtivo.

Para a realização do cálculo da capacidade necessária de produção, leva-se em consideração a quantidade de materiais do produto final a ser planejado que estão descritos nos recebimentos planejados no plano de requisitos de materiais. Para a efetivação desse cálculo, é necessário ter informações de duas variáveis pertinentes ao processo produtivo: taxa de produção destes materiais, quantidade de mão-de-obra disponível (normal e subcontratada), o plano de produção especificado no MRP, e os tempos totais de setup calculados na etapa anterior.

Seguidamente a descrição desta etapa do modelo, é realizado a 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, este último se houver.

Por fim, para o cálculo da taxa de carregamento do processo produtivo referente ao MRP, 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 curto prazo, necessário para a consolidação do MRP. Em caso de necessidades, é possível a realização de uma revisão deste plano elaborado. Após a revisão, então, é emitido o plano consolidado do CRP. Estas informações, como visto anteriormente, são requisitadas para a análise e definição do MRP.

O modelo de referência, em notação BPMN, referente ao módulo do CRP está exposto na Figura 24, a seguir.

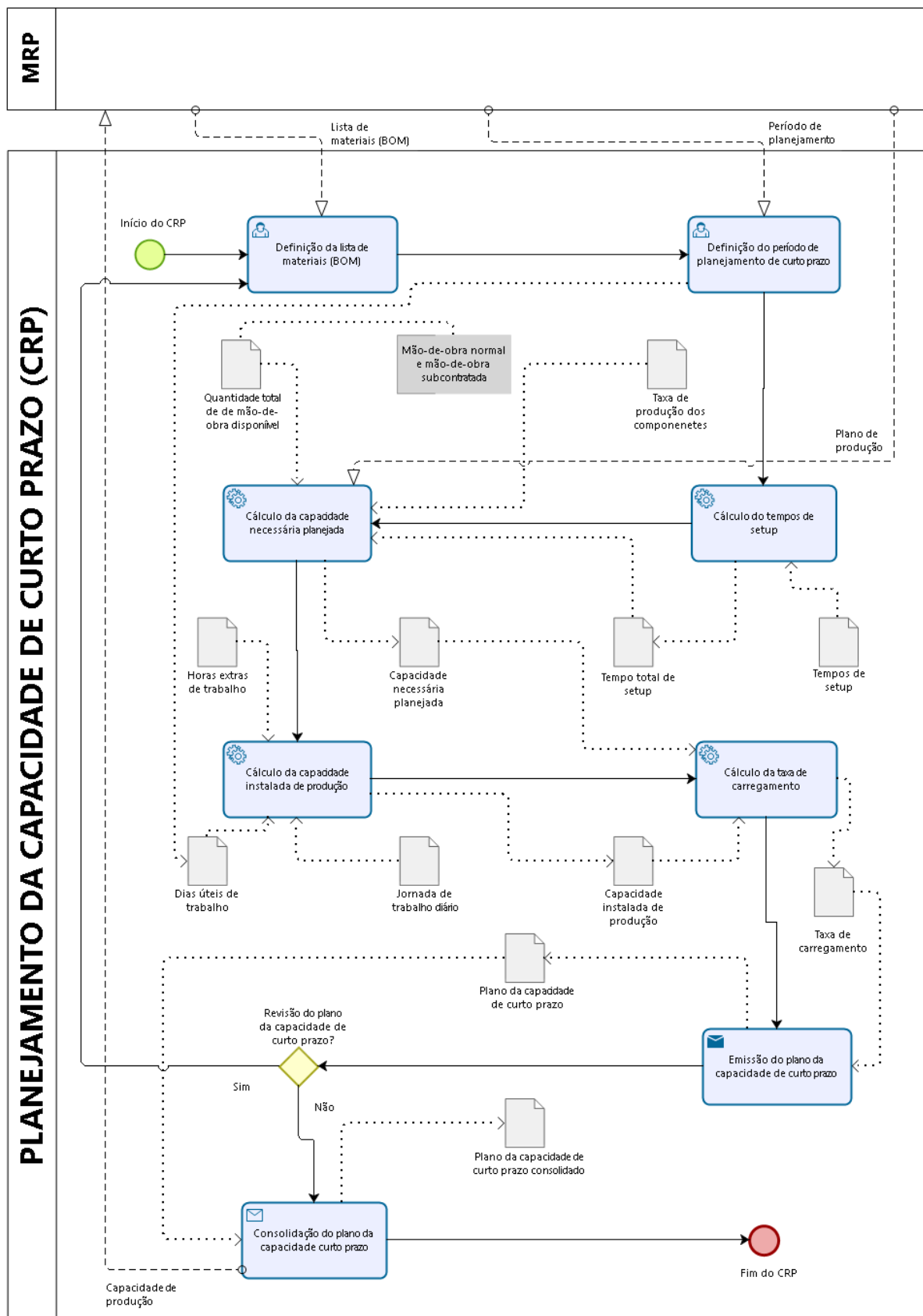


Figura 24. Modelagem do CRP em notação BPMN.
Fonte: própria (2019).

Por fim, a seguir será descrito o modelo referente a Programação da Produção (PP), último módulo que constitui o modelo de referência em questão.

4.2.7 Modelagem do PP

A Programação da Produção é uma atividade tipicamente operacional, que objetiva reduzir o tempo de manuseio de materiais ao otimizar o procedimento, e conseqüentemente reduz os custos. Dessa forma, busca entregar o produto final no tempo certo, minimizando ao máximo atrasos de entregas. Seu alcance é restrito no horizonte de tempo de curtíssimo prazo, contemplando de horas a poucas semanas, devido ao dinamismo no ambiente de produção. Como as ordens chegam ao mesmo tempo nos centros de trabalho, decisões sobre qual a sequência em que elas irão ser executadas passam a ser muito importantes.

4.2.7.1 Informações e Atividades

As informações de entrada (*input*) e saída (*output*) necessárias para a elaboração do modelo de referência do módulo do PP estão expostas no Quadro 22.

Quadro 22. Informações referentes ao PP.

Informações	
<i>Input</i>	<i>Output</i>
Plano de requisitos de materiais	Sequenciamento da produção
Período de planejamento de curtíssimo prazo	Tempo final de produção
Tempo de produção dos componentes	Tempo de atraso de produção
Tempo de entrega dos componentes	Gráfico de Gantt
Regras de sequenciamento da produção	Programação da produção

Fonte: própria (2019).

Já as atividades relacionadas a este módulo do planejamento do PCP em questão, estão expostas, com seus respectivos referenciais teóricos, no Quadro 23.

Quadro 23. Sequência de atividades referentes ao PP.

#	Atividade	Referencial Teórico
1	Definição dos produtos e componente da programação da produção, de acordo com o que foi especificado no MRP.	Corrêa e Corrêa (2012).
2	Definição do período de planejamento de curtíssimo prazo da programação da produção.	Corrêa e Corrêa (2012), Giacom e Mesquita (2011) e Lustosa, Mesquita e Oliveira (2008).
3	Cálculo do tempo de produção de cada componente ou produto, de acordo com a capacidade necessária especificada no MRP.	Muthiah e Rajkumar (2017) e Tubino (2007).
4	Definição do tempo de entrega de cada componente ou produto.	
5	Sequenciar os componentes ou produtos na linha de produção de acordo com a regra adotada (FIFO, LIFO, MeTFa, MeDE e MeTFo).	Framinan e Ruiz (2010), Lustosa, Mesquita e Oliveira (2008) e Tubino (2007).
6	Cálculo dos tempos finais de produção para cada regra de sequenciamento.	Muthiah e Rajkumar (2017), Sethy e Behera (2017) e Silva, Morabito e Yamashita (2014).
7	Cálculo dos atrasos de produção para cada regra de sequenciamento.	
8	Selecionar o método de sequenciamento de acordo com os objetivos da empresa.	Lustosa, Mesquita e Oliveira (2008), Tubino (2007) e Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003).
9	Elaboração do gráfico de Gantt e emissão da programação da produção.	Plitsos et al. (2017), Sethy e Behera (2017), Lorenzi et al. (2015), Silva, Morabito e Yamashita (2014) e Framinan e Ruiz (2010).

Fonte: própria (2019).

A seguir será descrito a modelagem do módulo referente ao módulo PP do modelo de referência, de acordo com as informações e atividades levantadas nesta seção.

4.2.7.2 Descrição do modelo

O modelo de referência referente ao módulo da Programação da Produção (Figura 25) proposto traz, primeiramente, a identificação dos componentes dos produtos finais especificados na etapa do MRP.

Logo após, segundo o modelo proposto, é realizada a definição do período de planejamento (curtíssimo prazo), sendo que este espaço de tempo deve ser proveniente do período que foi estabelecido no plano de requisitos de materiais.

A partir do cômputo da capacidade necessária calculada na etapa de planejamento anterior a esta, é calculada o tempo de produção de cada um dos componentes referentes a um produto final, no qual inclui-se a montagem final do produto. Da mesma forma, a partir da capacidade instalada especificado no MRP, é definido o tempo de entrega final desses componentes.

Uma vez definida o tempo de produção e de entrega de cada um dos componentes, são realizadas as possíveis programações da produção de acordo com cada regra de sequenciamento adota pela organização. Neste modelo, especificou-se as seguintes regras: FIFO (primeiro a entrar, primeiro a sair), LIFO (último a entrar, primeiro a sair), MeTFa (menor tempo de fabricação), MeDE (menor data de entrega) e MeTFo (menor tempo de folga). Para a definição do sequenciamento MeDE, deve-se anterior a esta etapa, o cálculo dos tempos de folga.

Para cada sequência da produção estabelecidos de acordo com as regras, é calculado o tempo final de produção e o tempo total de atraso da produção, com o intuito de apoio na tomada de decisão da melhor regra de sequenciamento da produção a ser adotada pela organização.

Após a seleção do método de sequenciamento, é elaborado o gráfico de Gantt. Em seguida, a programação da produção é emitida, finalizando, assim, esta última etapa do planejamento.

O modelo de referência, em notação BPMN, referente ao módulo do PP está exposto na Figura 25, a seguir.

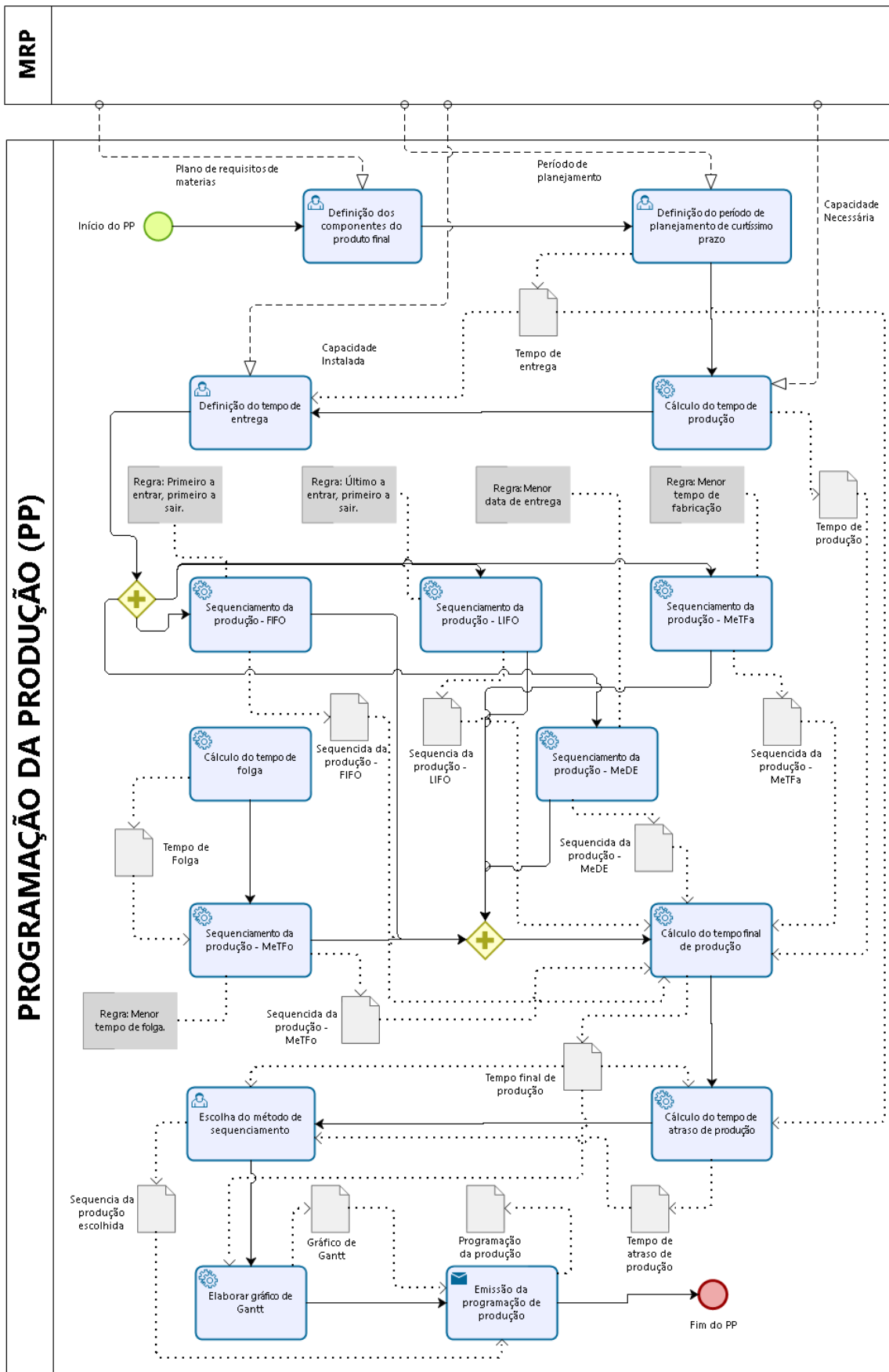


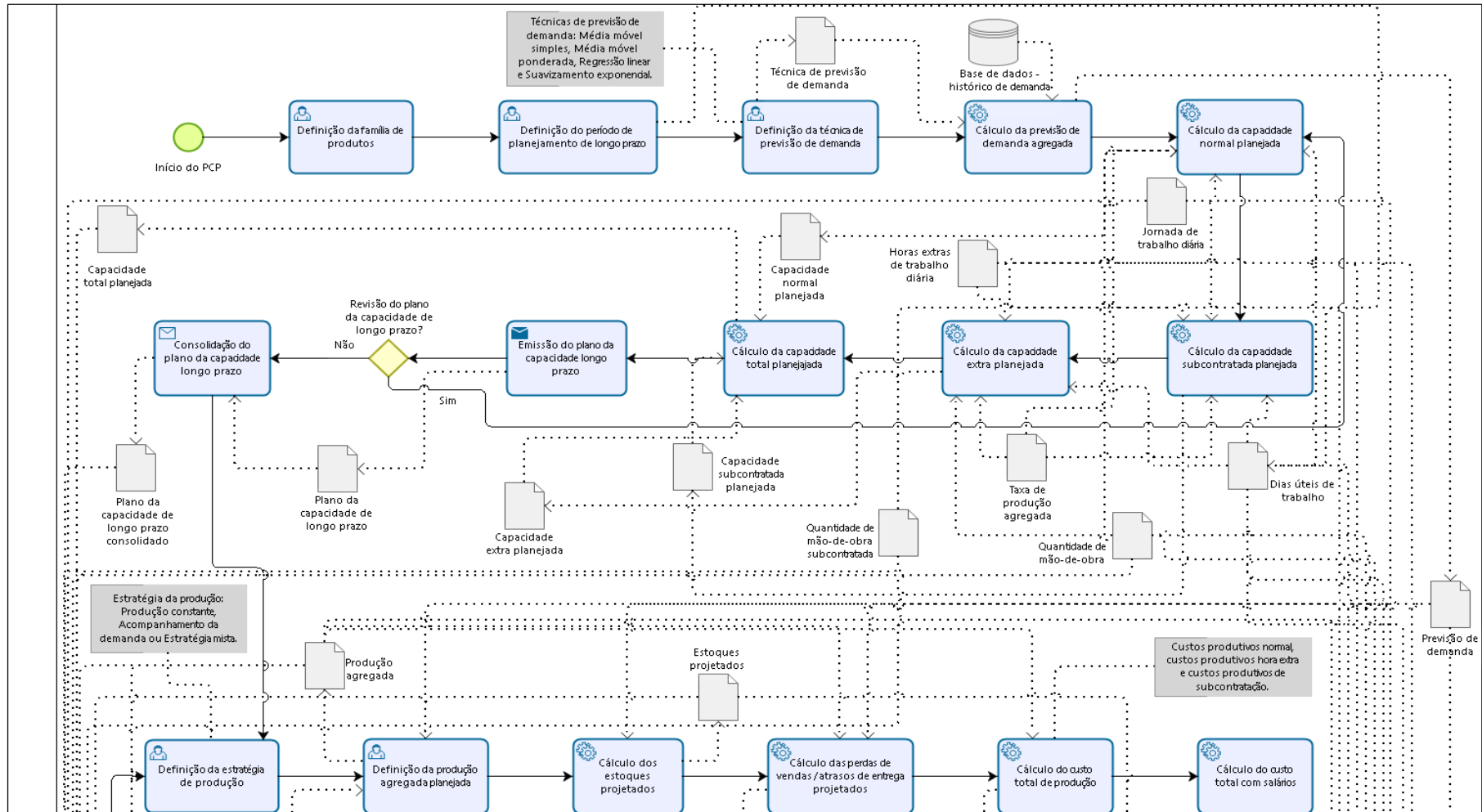
Figura 25. Modelagem do PP.
Fonte: própria (2019).

No tópico a seguir, será exposto o modelo de referência holístico e hierárquico do Planejamento e Controle da Produção (PCP), que contemplará todos os módulos do planejamento descritos anteriormente.

4.2.8 Modelo de Referência do PCP

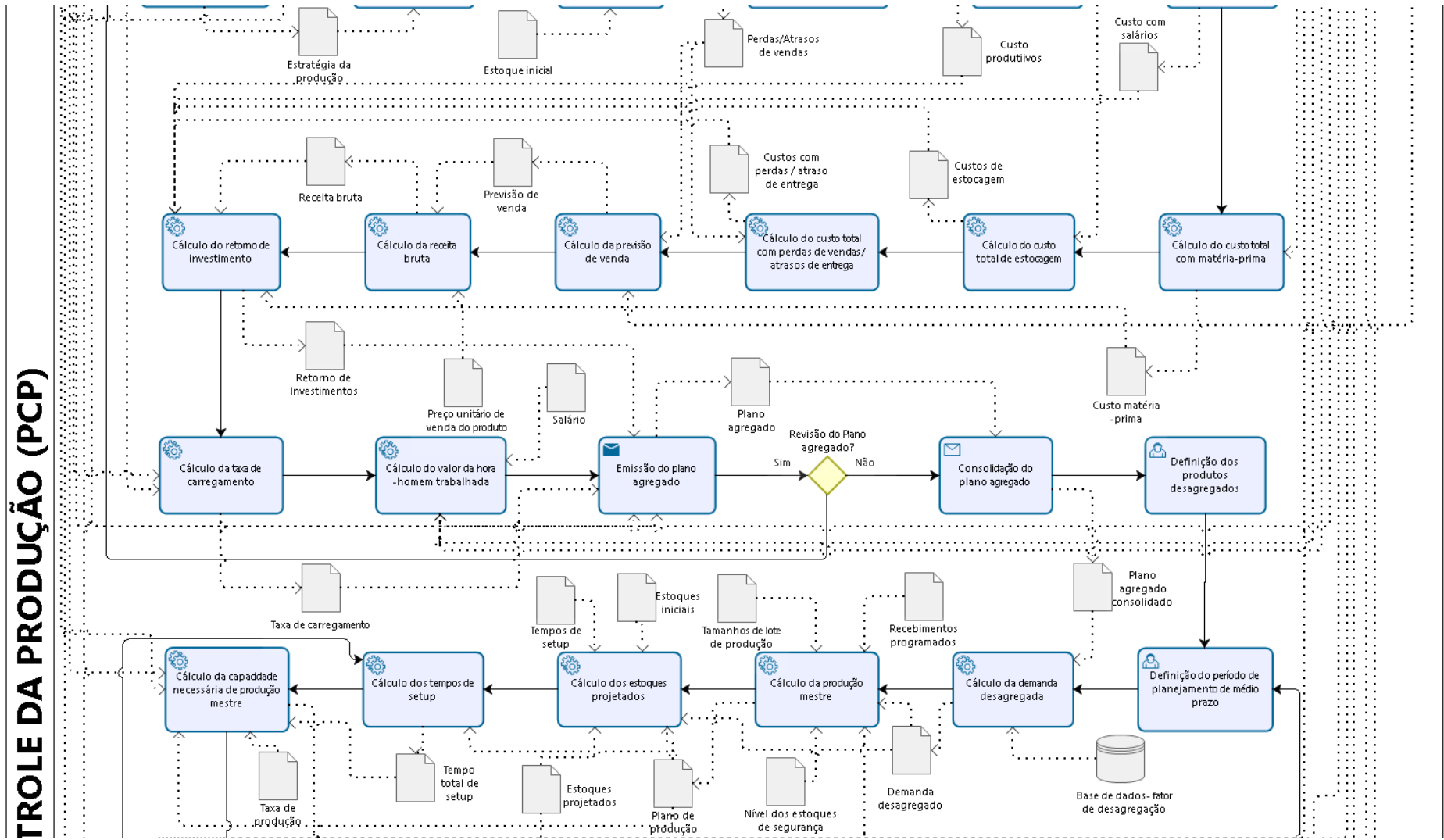
Após a elaboração e descrição de cada um dos módulos referentes ao PCP (S&OP e Planejamento Agregado, Planejamento Mestre da Produção, Planejamento de Requisitos de Materiais e Programação da Produção), bem como os respectivos planejamentos da capacidade produtiva (Planejamento de Longo Prazo, Planejamento de Médio Prazo e Planejamento de Curto Prazo), foi desenvolvido o modelo de referência holístico e hierárquico do PCP em notação BPMN que contempla todas as atividades e informações dos planejamentos descritos anteriormente.

A Figura 26 expõe o modelo de referência holístico e hierárquico em notação BPMN que aborda todos os módulos do PCP.



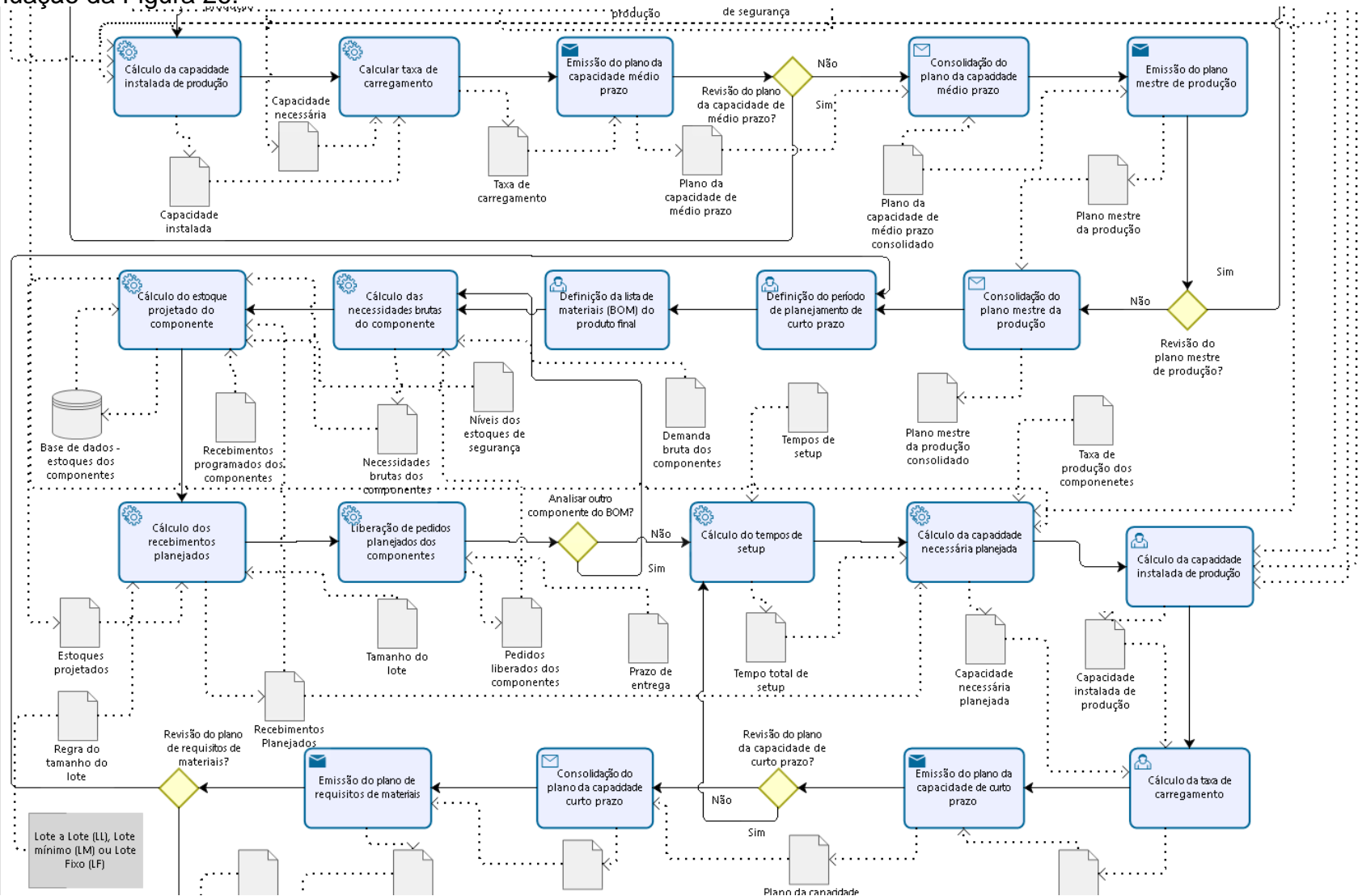
Continuação da Figura 26.

Continuação da Figura 26.



Continuação da Figura 26.

PLANEJAMENTO E CONT



Conclusão da Figura 26

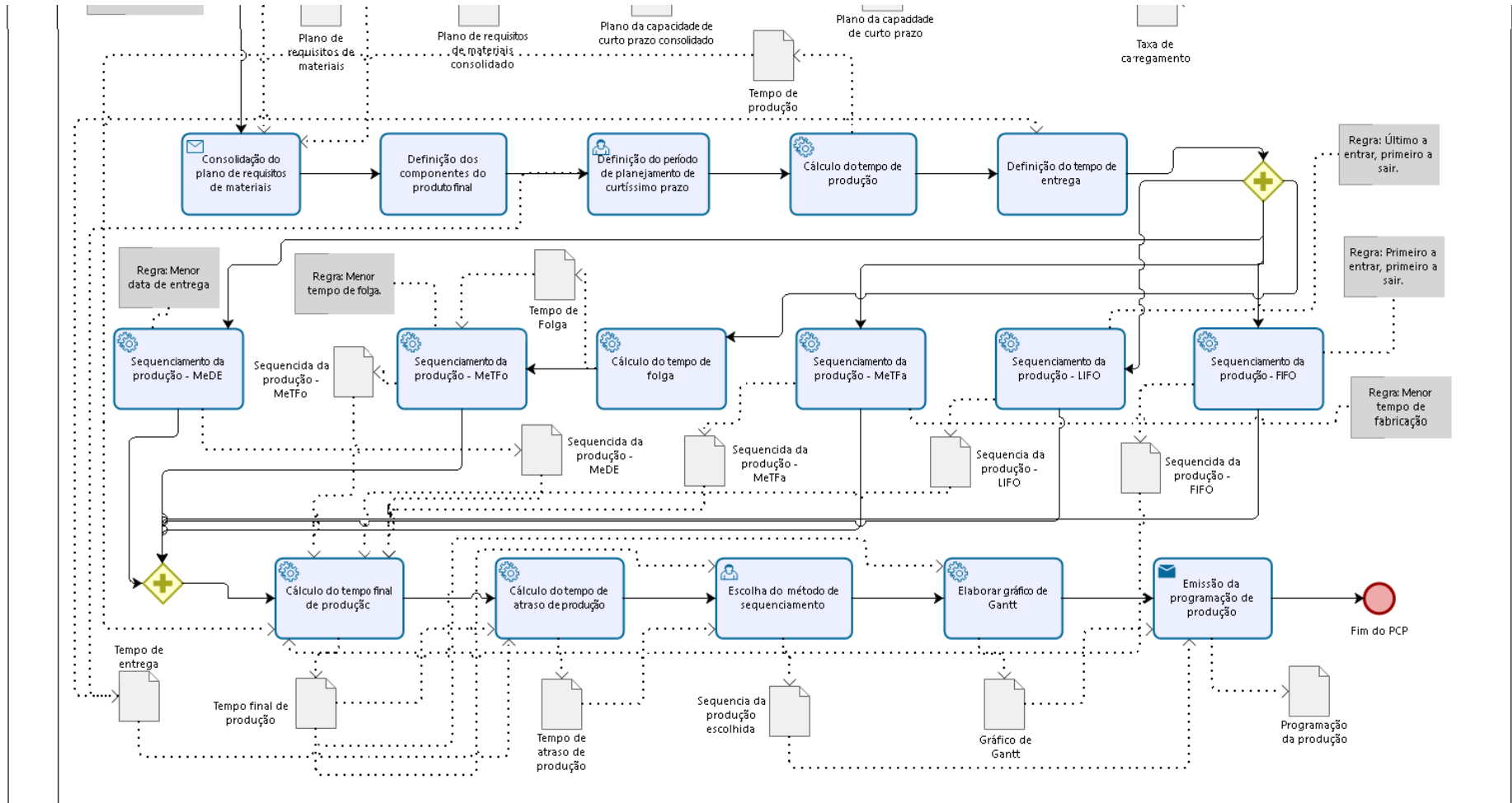


Figura 26. Modelo de referência do PCP em notação BPMN.
 Fonte: própria (2019).

4.3 PROTÓTIPO DO SOFTWARE DE PCP

Com a intenção de gerar uma maior consistência entre a abstração do modelo de referência de PCP e a sua aplicação no apoio a implantação e desenvolvimento de ferramentas de gestão empresarial, foi desenvolvido um protótipo do *software* através da interface Delphi, linguagem *Object-Pascal*.

Este programa computacional foi desenvolvido a partir das diretrizes, informações e atividades descritas no modelo de referência de PCP desenvolvido neste trabalho, como exposto no tópico 4.2.8. A seguir será exposto o detalhamento do protótipo do *software* com descrição das equações, lógicas e variáveis intrínsecas ao modelo de referência.

A Figura 27 traz a tela inicial do protótipo do *software* de PCP desenvolvido a partir das diretrizes contidas do modelo de referência elaborado neste estudo. Para facilitar o entendimento de seu funcionamento, este programa traz um exercício exemplo.

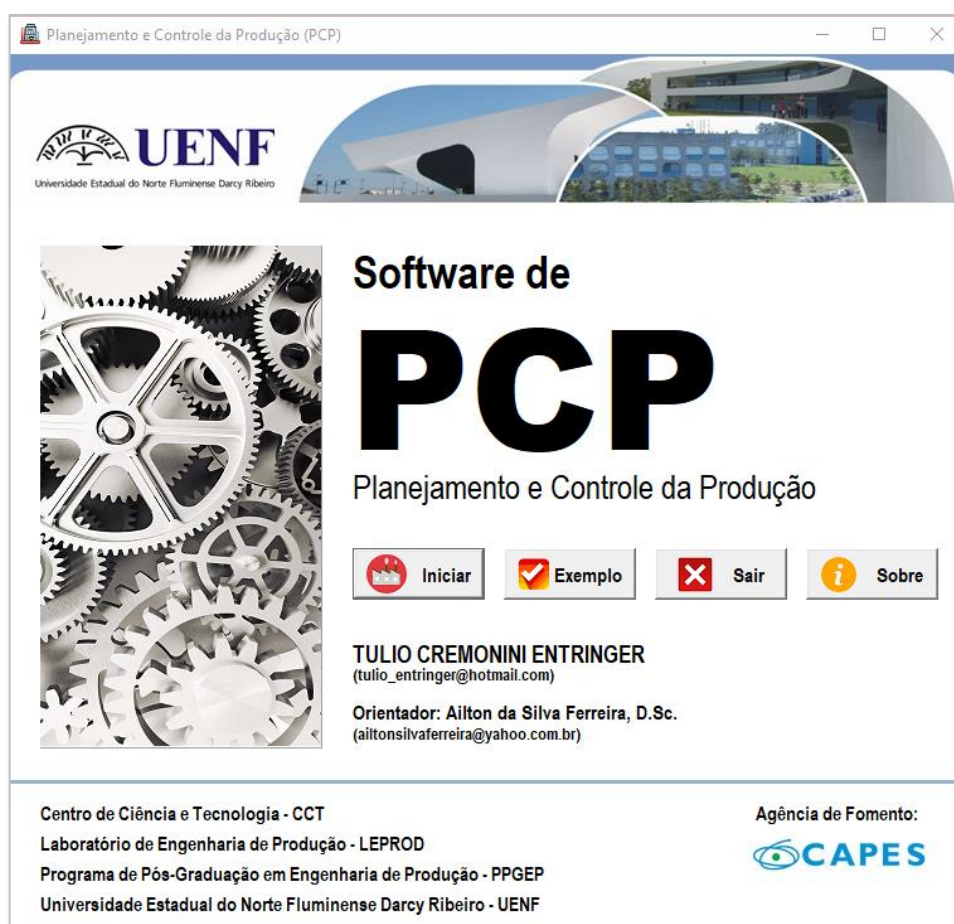


Figura 27. Tela inicial do protótipo do *software* de PCP.

Fonte: própria (2019).

O programa computacional inicia-se, como previsto no modelo de referência, com o módulo do S&OP e PA e o RRP, como visto na Figura 28. Na tela inicial deste módulo, é inicialmente realizado o cálculo da previsão de demanda a partir de um histórico de demanda, utilizando-se diferentes técnicas de previsão de demanda. Ainda nesta tela são inseridos dados a respeito do período de planejamento, custos, produção, estoques, horas extras, subcontratação e estratégia da produção, que serão detalhados a seguir.

Inicialmente, na parte superior da janela, há a indicação para a identificação da família de produtos a ser planejada. Neste protótipo desenvolvido, o período de planejamento de longo prazo foi de 1 ano, desmembrado em 12 meses.

PCP - MÓDULO 1 - S&OP / PA e RRP

MÓDULO 1 - S&OP / PA e RRP 1/4

Família de Produtos: Família de Produtos A Período de Planejamento: 12

Histórico de Demanda

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demanda (unidades)	90	150	210	270	120	180	160	300	60	120	180	240

Técnica de Previsão de Demanda:

Média Móvel Simples
 Média Móvel Ponderada
 Suavizamento Exponencial
 Regressão Linear

Índice de Suavizamento:

Calcular Gráfico

Previsão de Demanda

Demanda (unidades)	159	161	164	167	169	172	175	177	180	183	185	188
Dias Úteis	22	20	21	21	22	21	22	23	19	22	20	20

Custos

Custos de Produção - Turno Normal: 10 R\$/unidade
 Custos de Produção - Turno Extra: 20 R\$/unidade
 Custos de Produção - Subcontratação: 25 R\$/unidade
 Custos de Estocagem: 5 R\$/unidade/mês
 Custos de Perda de Venda: 30 R\$/unidade/mês
 Valor do Salário normal: 1000 R\$/operário/mês
 Custo da Matéria-prima: 5 R\$/unidade

Produção

Horas de Jornada Diária: 8 hora(s)
 Quantidade de operários: 1 operário(s)
 Taxa de produção: 0,5 unidade(s)/hora

Estoque

Estoque Inicial Total: 10 unidade(s)

Horas Extras

Horas Extras de Trabalho Diário: 1 hora(s)

Subcontratação

Quantidade de Subcontratação: 1 operário(s)

Estratégia de Produção:

Produção Constante
 Acompanhamento de Demanda
 Estratégia Mista

Voltar Avançar

Figura 28. Tela inicial do protótipo do software de PCP do módulo do S&OP/PA e RRP.
Fonte: própria (2019).

Na aba “Histórico de Demanda”, insere-se as demandas, em unidades, e escolhe-se a técnica de previsão de demanda para o cálculo da previsão de demanda.

As técnicas de previsão disponíveis são: média móvel simples, média móvel ponderada, suavizamento exponenciais e regressão linear.

Os modelos de médias móveis simples consideram que a melhor estimativa do futuro é dada pela média de n últimos períodos. Por convenção, neste protótipo, optou-se por cálculo realizar a média dos últimos 3 períodos. A Equação 3 traz a fórmula do cálculo da média móvel simples (CHASE; AQUILANO, 2004).

$$MMS_n = \frac{d_{n-1} + d_{n-2} + d_{n-3}}{3}, \quad (3)$$

onde:

MMS_n = previsão de demanda para o período n utilizando a média móvel simples, e d_n = demanda para o período n .

Algumas empresas preferem atribuir pesos de ponderação maiores para períodos mais recentes, na crença de que um passado mais recente tem uma importância maior para o cálculo da média. Da mesma forma, por convenção, neste protótipo, optou-se por cálculo realizar a média ponderada dos últimos 3 períodos com pesos 3, 2 e 1. A Equação 4 traz a fórmula do cálculo da média móvel ponderada (CHASE; AQUILANO, 2004).

$$MMP_n = \frac{(p_{n-1} \times d_{n-1}) + (p_{n-2} \times d_{n-2}) + (p_{n-3} \times d_{n-3})}{p_{n-1} + p_{n-2} + p_{n-3}}, \quad (4)$$

onde:

MMP_n = previsão de demanda para o período n a partir da média móvel ponderada, p_n = peso de ponderação atribuído a demanda do período n , e d_n = demanda para o período n .

Um caso particular de médias ponderadas de dados passados, com peso de ponderação caindo exponencialmente quanto mais antigos foram os dados, é aquele resultante do uso da técnica de suavizamento exponencial. O α é um número entre 0 e 1. A escolha do valor de α depende das características da demanda; em geral, um α com valor alto é aplicado a demandas com muitas variações. A Equação 5 traz a fórmula do cálculo do suavizamento exponencial (CHASE; AQUILANO, 2004).

$$SE_n = (d_{n-1} \times \alpha) + [SE_{n-1} \times (1 - \alpha)], \quad (5)$$

onde:

SE_n = previsão de demanda para o período n a partir do suavizamento exponencial, d_n = demanda para o período n , e

α = suavizamento exponencial.

O modelo de regressão linear consiste de uma variável chamada de dependente estar relacionada a uma ou mais variáveis independentes por uma equação linear. Pode-se dizer em uma linguagem técnica que a linha de regressão minimiza os desvios quadrados dos dados reais. A Equação 6 traz a fórmula do cálculo da previsão de demanda com regressão linear (CHASE; AQUILANO, 2004).

$$RL_n = a + b \times n, \quad (6)$$

onde:

RL_n = previsão de demanda para o período n a partir da regressão linear,

n = período de previsão,

$$b = \frac{t \sum(RL_n \times n) - (\sum RL_n)(\sum n)}{t \sum n^2 - (\sum n)^2},$$

$$a = \frac{\sum RL_n - b \sum n}{t}, \text{ e}$$

t = número de períodos de previsão observados.

O *software* permite a visualização dos históricos e previsões de demandas, bem como os erros de previsões, como visto na Figura 29, a fim de auxiliar o usuário a decidir a melhor técnica de previsão a ser adotada.

A Figura 28 mostra que no módulo do S&OP/PA e RRP requisita a entrada dos dias úteis de trabalho durante o período de planejamento.

Da mesma forma, em relação aos custos de produção, também são requisitados como *inputs* as seguintes informações: custos de produção em turno normal, turno extra de subcontratação por unidade produzida; custos de estocagem por unidade ao longo do mês; valor do salário mensal dos funcionários; e custos de matérias-primas por unidade produzida.

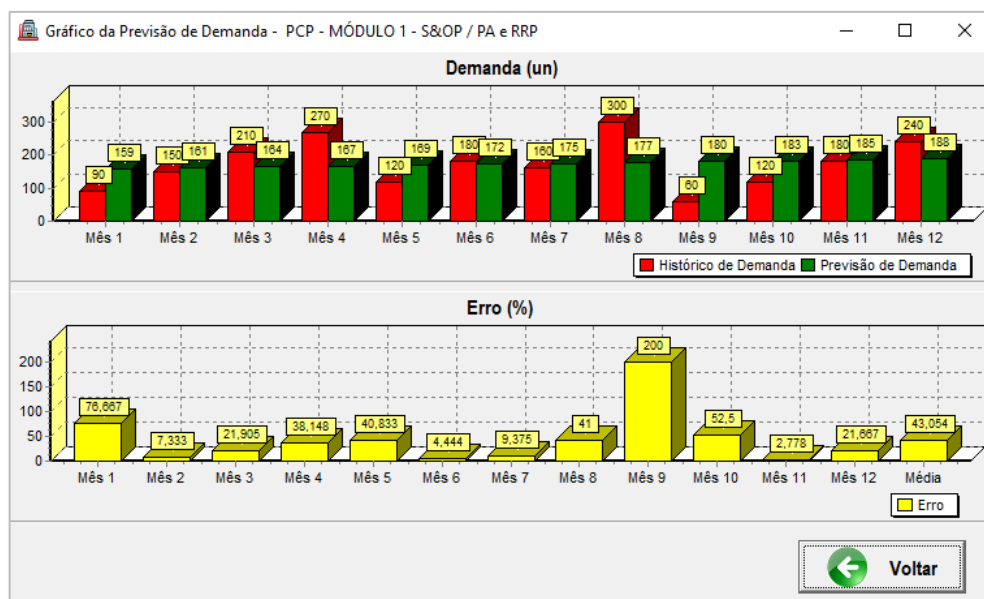


Figura 29. Tela do protótipo do software de PCP com o gráfico da previsão da demanda.
Fonte: própria (2019).

Em relação a produção, são requisitados as horas de jornada diária, a quantidade de funcionários disponíveis na organização e a taxa média de produção de unidades fabricas por hora.

Por fim, também são inseridas informações sobre o estoque inicial total referente a família de produtos em unidades e as horas extras de trabalho e a quantidade de mão-de-obra subcontratada, se houverem.

Para continuar o planejamento deste módulo, é necessário indicar a estratégia de produção adotada pela organização: produção constante, acompanhamento de demanda ou estratégia mista.

A segunda tela no módulo do S&OP/PA e RRP é exposta na Figura 30. Nesta tela são calculados a capacidade planejada de longo prazo, bem como a inserção da quantidade de produção.

O cálculo da capacidade de longo prazo é dividido em capacidade referente a produção em turno normal (regular) de produção (Equação 6), capacidade referente a produção em horas extras (Equação 7) e capacidade oriunda da subcontratação de mão-de-obra (Equação 8).

PCP - MÓDULO 1 - S&OP / PA e RRP

2/4

MÓDULO 1 - S&OP / PA e RRP

Família de Produtos: Família de Produtos A Estratégia de Produção: Estratégia Mista Técnica de Previsão de Demanda: Regressão Linear

Previsão de Demanda

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demanda (unidades)	159	161	164	167	169	172	175	177	180	183	185	188

Capacidade Planejada de Longo Prazo (unidades)

Capacidade Normal	88	80	84	84	88	84	88	92	76	88	80	80
Capacidade Extra	11	10	10	10	11	10	11	11	9	11	10	10
Capacidade Subcontratação	88	80	84	84	88	84	88	92	76	88	80	80

Estoque Inicial: 10 unidade(s) Demanda Total: 2080 unidade(s) Demanda Média: 173,33 unidade(s)

Produção Agregada Planejada (unidades)

Produção Normal	88	80	84	84	88	84	88	92	76	88	80	80
Produção Extra	11	10	10	10	11	10	11	11	9	11	10	10
Produção Subcontratada	50	71	70	73	82	84	88	92	76	88	80	80

Figura 30. Segunda tela do protótipo do software de PCP do módulo do S&OP/PA e RRP.
Fonte: própria (2019).

As Equações 7, 8 e 9 são descritas a seguir, segundo os preceitos de Correa, Giansi e Caon (2009):

$$CaPN_n = du_n \times tp \times h \times mo, \quad (7)$$

$$CaPE_n = du_n \times tp \times he \times mo, \quad (8)$$

$$CaPS_n = du_n \times tp \times h \times mos, \quad (9)$$

onde:

$CaPN_n$ = capacidade de produção em turno normal do período n ,

$CaPE_n$ = capacidade de produção em turno extra do período n ,

$CaPS_n$ = capacidade de produção subcontratada do período n ,

du_n = dias úteis de trabalho referente ao período n ,

tp = taxa de produção,

h = horas da jornada de trabalho diária,

he = horas extras de trabalho diária,

mo = quantidade de mão-de-obra, e

mos = quantidade de mão-de-obra subcontratada.

Na aba “Produção Agregada Planejada”, o usuário insere a quantidade, em unidades, da produção a ser realizada de acordo com a capacidade de produção calculada e a estratégia de produção escolhida.

Na terceira tela do módulo do S&OP/PA e RRP, como visto na Figura 31, são calculados a projeção de estoques, bem como os custos referentes a produção, estocagem, perdas de vendas, salários e matérias-primas. Inicialmente é realizado o cálculo dos estoques finais projetados, com descrição dos estoques iniciais (Equação 9), estoques finais (Equação 10), estoques médios (Equação 11) e previsão de vendas perdidas (Equação 12).

PCP - MÓDULO 1 - S&OP / PA e RRP

MÓDULO 1 - S&OP / PA e RRP 3/4

Familia de Produtos: Familia de Produtos A

Estratégia de Produção: Estratégia Mista

Técnica de Previsão de Demanda: Regressão Linear

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inicial	10	0	0	0	0	12	18	30	48	29	33	18
Final	0	0	0	0	12	18	30	48	29	33	18	0
Médio	5	0	0	0	6	15	24	39	38,5	31	25,5	9
Vendas Perdidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Produção Normal	880	800	840	840	880	840	880	920	760	880	800	800
Produção Extra	220	200	200	200	220	200	220	220	180	220	200	200
Produção Subcontratada	1250	1775	1750	1825	2050	2100	2200	2300	1900	2200	2000	2000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	25	0	0	0	30	75	120	195	192,5	155	127,5	45

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	745	805	820	835	905	890	935	975	805	935	850	850

Voltar Avançar

Figura 31. Terceira tela do protótipo do software de PCP do módulo do S&OP/PA e RRP.
Fonte: própria (2019).

As Equações 10, 11, 12 e 13 são descritas a seguir de acordo com a lógica de cálculo expostas por Correa, Giansesi e Caon (2009) e :

$$EI_n = \begin{cases} EF_{n-1}, & EF_{n-1} \geq 0 \\ 0, & EF_{n-1} < 0 \end{cases} \quad (10)$$

$$EF_n = PN_n + PE_n + PS_n - pd_n, \quad (11)$$

$$EM_n = \begin{cases} (EI_n + EF_n)/2, & [(EI_n + EF_n)/2] \geq 0 \\ 0, & [(EI_n + EF_n)/2] < 0 \end{cases} \quad (12)$$

$$VP_n = \begin{cases} (-1) \times EF_n, & EF_n < 0 \\ 0, & EF_n \geq 0 \end{cases} \quad (13)$$

onde:

EI_n = estoque inicial referente ao período n ,

EF_n = estoque final referente ao período n ,

EM_n = estoque médio referente ao período n ,

VP_n = previsão de vendas perdidas no período n ,

PN_n = produção normal do período n ,

PE_n = produção extra do período n ,

PS_n = produção subcontratada do período n , e

pd_n = previsão de demanda do período n .

Na aba “Custo Produtivos” é realizado o cálculo dos custos referentes a produção normal, extra e subcontratada, no qual suas equações estão descritas, respectivamente, nas Equações 14, 15 e 16 (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

$$CuPN_n = PN_n \times c_{pn}, \quad (14)$$

$$CuPE_n = PE_n \times c_{pe}, \quad (15)$$

$$CuPS_n = PS_n \times c_{ps}, \quad (16)$$

onde:

$CuPN_n$ = custos com a produção normal do período n ,

$CuPE_n$ = custos com a produção extra do período n ,

$CuPS_n$ = custos com a produção subcontratada do período n , e

PN_n = produção normal do período n ,

PE_n = produção extra do período n ,

PS_n = produção subcontratada do período n ,

c_{pn} = custos unitários para a produção normal,

c_{pe} = custos unitários para a produção extra, e

c_{ps} = custos unitários da produção subcontratada.

Também presente na terceira tela do programa computacional, o cálculo dos custos com estocagem, custos de perdas de vendas e custos de matérias-primas foram realizados e as fórmulas estão descritas nas Equações 17, 18 e 19 (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

$$CE_n = EM_n \times ce, \quad (17)$$

$$CPV_n = VP_n \times cpv, \quad (18)$$

$$CMT_n = (PN_n + PE_n + PS_n) \times cmp, \quad (19)$$

onde:

CE_n = custos com estocagem para o período n ,

CPV_n = custos com perdas de vendas para o período n ,

CMT_n = custos com matérias-primas para o período n ,

EM_n = estoque médio referente ao período n ,

VP_n = previsão de vendas perdidas no período n ,

PN_n = produção normal do período n ,

PE_n = produção extra do período n ,

PS_n = produção subcontratada do período n ,

ce = custos unitários de estocagem,

cpv = custos unitários de perdas de vendas, e

cmp = custos unitários de matéria-prima.

A quarta e última tela no módulo do S&OP/PA e RRP é exposta na Figura 32, no qual são calculadas as taxas de carregamento da produção, os custos totais envolvidos na produção, o valor da hora-homem trabalhada, projeção de vendas a partir da inserção do valor de venda dos produtos e previsão de retorno de investimento.

O cálculo da taxa de carregamento da produção é mostrado na Equação 20 (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

$$TC_n = \left[\frac{(PN_n + PE_n + PS_n)}{(CaPN_n + CaPE_n + CaPS_n)} \right] \times 100\%, \quad (20)$$

onde:

PN_n = produção normal do período n ,

PE_n = produção extra do período n ,

PS_n = produção subcontratada do período n ,

$CaPN_n$ = capacidade de produção em turno normal do período n ,

$CaPE_n$ = capacidade de produção em turno extra do período n , e

$CaPS_n$ = capacidade de produção subcontratada do período n .

PCP - MÓDULO 1 - S&OP / PA e RRP

MÓDULO 1 - S&OP / PA e RRP 4/4

Familia de Produtos: Família de Produtos A

Estratégia de Produção: Estratégia Mista

Técnica de Previsão de Demanda: Regressão Linear

Planejamento da Capacidade de Longo Prazo

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Taxa de Carregamento (%)	79,68	94,71	92,13	93,82	96,79	100	100	100	100	100	100	100

Gráfico da Capacidade

Custos

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Custos Totais (R\$)	4120	4580	4610	4700	5085	5105	5355	5610	4837,5	5390	4977,5	4895

Total: R\$ 59265

Valor da Hora-Homem Trabalhada

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora-Homem (R\$/h/operário)	5,0505	5,5555	5,2910	5,2910	5,0505	5,2910	5,0505	4,8309	5,8479	5,0505	5,5555	5,5555

Venda do Produto

Valor de Venda do Produto: R\$ 60

Retorno do Investimento: 110,58 %

Plano de Vendas

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vendas (unidades)	159	161	164	167	169	172	175	177	180	183	185	188
Receita Bruta (R\$)	9540	9660	9840	10020	10140	10320	10500	10620	10800	10980	11100	11280

Total: R\$ 124800

Revisar PP Voltar Iniciar MPS

Figura 32. Terceira tela do protótipo do software de PCP do módulo do S&OP/PA e RRP.
Fonte: própria (2019).

Para auxiliar o usuário na visualização da taxa de carregamento, este protótipo permite a construção do gráfico ao longo do período de planejamento, como visto na Figura 33.

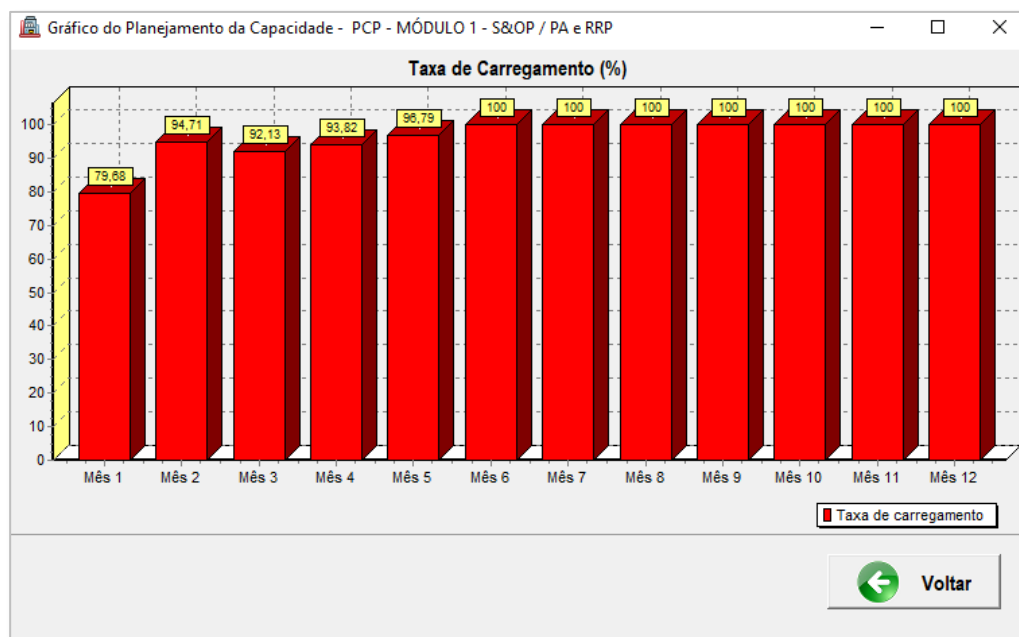


Figura 33. Tela do protótipo do *software* de PCP com o gráfico da taxa de carregamento referente ao módulo do S&OP/PA e RRP.

Fonte: própria (2019).

O cálculo da soma dos custos totais está exposto na Equação 21 (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009)., enquanto o cálculo do valor homem trabalhado está descrito na Equação 22 (SANTOS, 2011).

$$CT = \sum_{n=1}^t (CuPN_n + CuPE_n + CuPS_n + CE_n + CPV_n + CMT_n + CS_n) \quad (21)$$

onde:

CT = custos totais para o período de planejamento de t meses,

$CuPN_n$ = custos com a produção normal do período n ,

$CuPE_n$ = custos com a produção extra do período n ,

$CuPS_n$ = custos com a produção subcontratada do período n ,

CE_n = custos com estocagem para o período n ,

CPV_n = custos com perdas de vendas para o período n ,

CMT_n = custos com matérias-primas para o período n , e

CS_n = custos com salários para o período n .

t = número de períodos de previsão observados.

$$HHT_n = \left(\frac{CS_n}{mo} \right) / [(h + he) \times du_n] \quad (22)$$

onde:

HHT_n = valor da hora-homem trabalhada para o período n ,

CS_n = custos com salários para o período n ,
 mo = quantidade de mão-de-obra,
 mos = quantidade de mão-de-obra subcontratada,
 h = horas da jornada de trabalho diária,
 he = horas extras de trabalho diária, e
 du_n = dias úteis de trabalho referente ao período n .

No *software*, é necessário a inserção do valor previsto de venda da família de produtos, a fim de calcular a receita bruta (Equação 23), de acordo com Correa, Giansi e Caon (2009), e a previsão de retorno de investimento (Equação 24), segundo Andru e Botchkarev (2011). As Equações 23 e 24 são descritas a seguir:

$$RB = \sum_{n=1}^t [(pd_n - VP_n) \times vv] , \quad (23)$$

onde:

RB = receita bruta total para o período de planejamento de t meses,

pd_n = previsão de demanda do período n ,

VP_n = previsão de vendas perdidas no período n ,

vv = valor unitário de venda, e

t = número de períodos de previsão observados.

$$RI = [(RB - CT)/CT] \times 100\% , \quad (24)$$

onde:

RI = retorno de investimento para o período de planejamento,

RB = receita bruta total para o período de planejamento, e

CT = custos totais para o período de planejamento.

Assim como as demais telas do *software*, há a opção de o usuário voltar as etapas do planejamento anterior, bem como revisá-lo desde o início ou avançar para o módulo do MPS e RCCP.

A primeira tela do protótipo referente ao MPS e RCCP está sendo mostrado na Figura 34.

PCP - MÓDULO 2 - MPS e RCCP

MÓDULO 2 - MPS e RCCP 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

Figura 34. Primeira tela do protótipo do software de PCP do módulo do MPS e RCCP.
Fonte: própria (2019).

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 35 traz a segunda tela do programa computacional referente ao módulo do MPS e RCCP.

PCP - MÓDULO 2 - MPS e RCCP

MÓDULO 2 - MPS e RCCP 2/4

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: Produto 1

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 35. Segunda tela do protótipo do software de PCP do módulo do MPS e RCCP.
Fonte: própria (2019).

As quantidades mensais de produção estabelecidas, anteriormente, pelo S&OP e PA, foram estratificadas (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, como observado através da Equação 25, de acordo com Correa, Giansesi e Caon (2009).

$$PD_{mn} = \frac{(PN_n + PE_n + PS_n)}{4} \times fd_m, \quad \sum_{m=1}^p fd_m = 1 \quad (25)$$

onde:

PD_{mn} = produção desagregada do produto m no período n ,

PN_n = produção agregada normal do período n ,

PE_n = produção agregada extra do período n ,

PS_n = produção agregada subcontratada do período n ,

fd_m = fator de desagregação do produto m , e

p = quantidade de produtos finais da família de produtos.

No final na segunda tela e na terceira tela (Figura 36) 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. Os cálculos da produção mestre e dos estoques projetados estão descritos, respectivamente, nas Equações 26 e 27 a seguir (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009):

$$PM_{mn} = \begin{cases} \frac{PD_{mn} + ES_m - EP_{m(n-1)} + RP_{mn}}{TL_m}, & EP_{m(n-1)} + RP_{mn} < PD_{mn} + ES_m \\ 0, & EP_{m(n-1)} + RP_{mn} \geq PD_{mn} + ES_m \end{cases}, \quad (26)$$

$$EP_{mn} = EP_{m(n-1)} + RP_{mn} + PM_{mn} - PD_{mn}, \quad (27)$$

onde:

PM_{mn} = produção mestre do produto m no período n ,

EP_{mn} = estoque projetado do produto m no período n ,

PD_{mn} = produção desagregada do produto m no período n ,

ES_m = estoque de segurança do produto m ,

RP_{mn} = recebimentos programados do produto m no período n , e

TL_m = tamanho do lote de produção do produto m .

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

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 36. Terceira tela do protótipo do *software* de PCP do módulo do MPS e RCCP.
Fonte: própria (2019).

Na quarta e última tela do protótipo do *software* de PCP referente ao módulo do MPS e RCCP, exposto na Figura 37, 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.

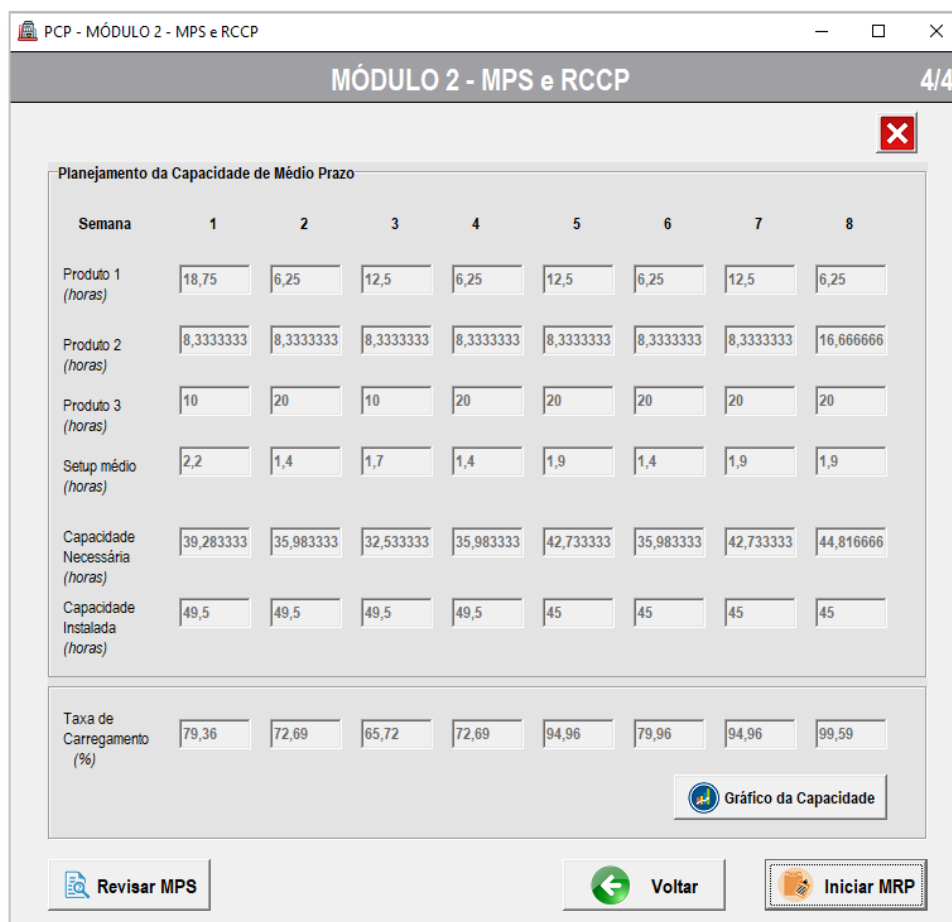


Figura 37. Quarta tela do protótipo do *software* de PCP do módulo do MPS e RCCP.
Fonte: própria (2019).

O cálculo da capacidade de produção necessária e instalada, bem como a taxa de carregamento estão descritos nas Equações 28, 29 e 30 (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009), nesta ordem.

$$CN_n = \sum_{m=1}^p (PM_{mn} / [tp_m \times (mo + mos)] + PM_{mn} \times ts_m), \quad (28)$$

$$CI_n = du_n \times (h + he), \quad (29)$$

$$TC_n = (CN_n / CI_n) \times 100\%, \quad (30)$$

onde:

CN_n = capacidade necessária no período n ,

CI_n = capacidade instalada no período n ,

TC_n = taxa de carregamento no período n ,

PM_{mn} = produção mestre do produto m no período n ,

tp_m = taxa de produção do produto m ,

mo = quantidade de mão-de-obra,

m = quantidade de mão-de-obra subcontratada,
 ts_m = tempo de *setup* do produto m ,
 du_n = dias úteis de trabalho referente ao período n ,
 h = horas da jornada de trabalho diária,
 he = horas extras de trabalho diária, e
 p = quantidade de produtos finais da família de produtos.

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 visto na Figura 38.

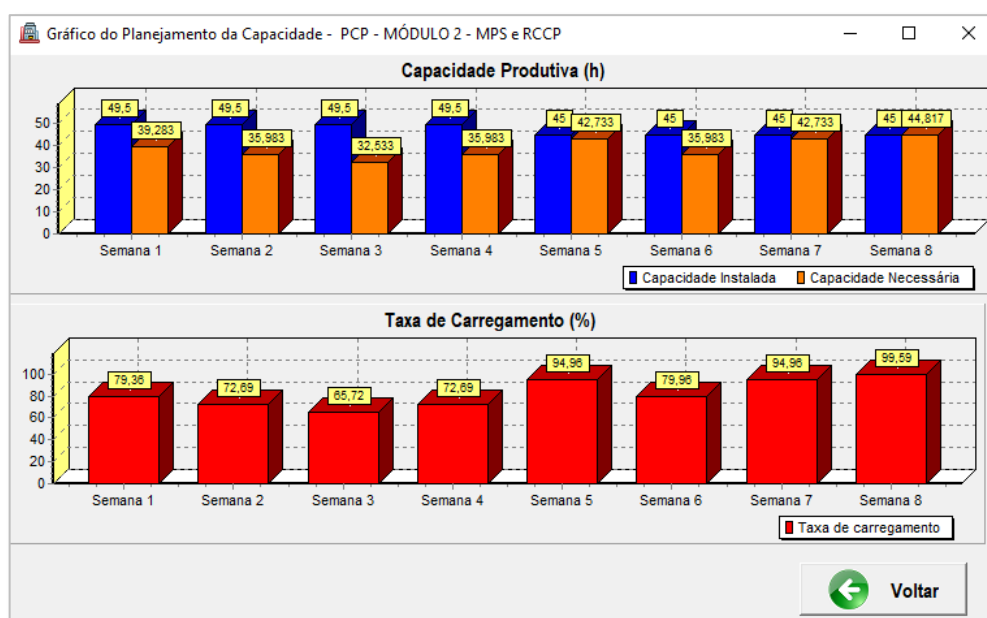


Figura 38. Tela do protótipo do *software* de PCP com o gráfico da taxa de carregamento referente ao módulo do MPS e RCCP.

Fonte: própria (2019).

Como visto na Figura 37, o programa computacional oferece a opção de o usuário voltar as etapas do planejamento anterior, bem como revisá-lo desde o início do MPS ou avançar para o módulo do MRP e CRP. A primeira tela do protótipo referente ao MRP e CRP está sendo mostrado na Figura 39.

PCP MÓDULO 3 - Planejamento de Requisitos de Materiais (MRP)

MÓDULO 3 - MRP e CRP 1/5

Selecione o Produto Final:

Produto 1 Produto 2 Produto 3

Produto 1

Taxa de montagem: 0,6 (unidades/hora) Tempo de setup: 0,1 (horas) Prazo de entrega: 1 semana(s)

Lista de Materiais

Nome do Componente	Demanda Bruta (unidades)	Estoque de Segurança (unidades)	Estoque Inicial (unidades)	Regra do Tamanho do Lote *	Tamanho do Lote (unidades)	Taxa de Produção (unidades/hora)	Tempo de Setup (horas)	Prazo de Entrega (semanas)
Componente 1	2	5	10	LL		1,1	0,01	0
Componente 2	1	10	5	LM	10	1,5	0,3	1
Componente 3	3	0	0	LF	5	1,4	0,03	0
Componente 4	1	10	10	LL		0,8	0,1	1
Componente 5	2	5	5	LL		1,2	0,2	2

* LM - Política de lote mínimo; LF - Política de lote fixo; LL - Política de lote a lote.

Lista de Materiais Voltar Avançar

Figura 39. Primeira tela do protótipo do *software* de PCP do módulo do MRP e CRP.
Fonte: própria (2019).

Como limitante no desenvolvimento do protótipo do *software*, foi pré-estabelecido uma determinada estrutura dos componentes (lista de materiais) do produto final do planejamento com 5 “componentes-filhos” no nível 1 da hierarquia do produto. A estrutura da lista de materiais do produto pode ser visualizada através do botão “Lista de Materiais” na primeira tela do módulo do MRP e CRP, como pode ser visto na Figura 40.

Vale destacar que, no MRP, os componentes do produto final podem ser produzidos, comprados ou montados. Neste protótipo, a fim de aplicar os conceitos do CRP, desenvolveu-se um cenário com a produção desses componentes.

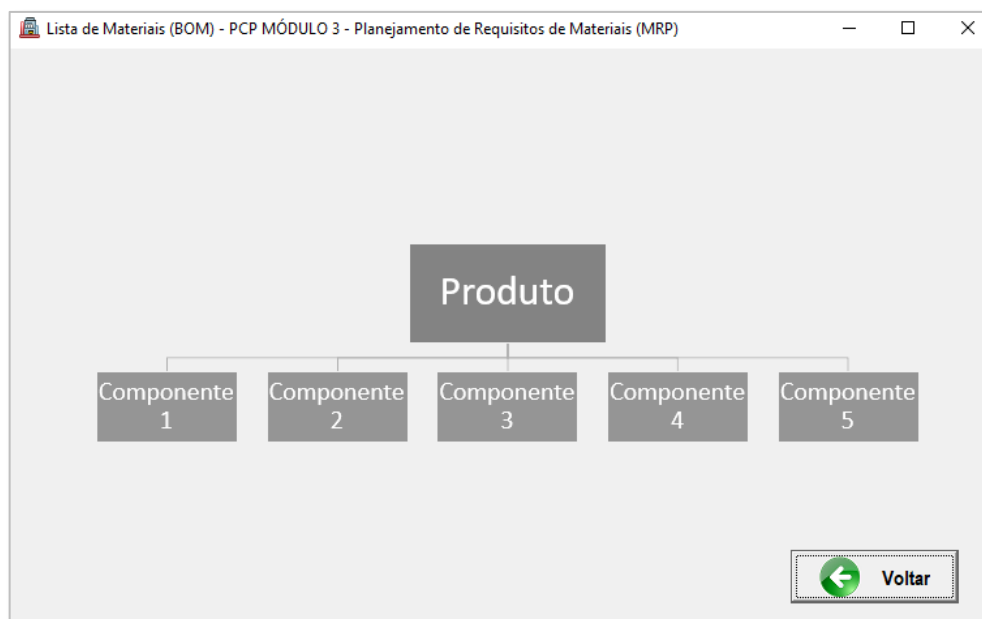


Figura 40. Estrutura da lista de materiais do produto final referente do módulo do MRP e CRP.
Fonte: própria (2019).

Neste programa computacional desenvolvido, deve-se escolher o produto final a ser planejada na etapa do MRP, dentre os três produtos finais pré-estabelecidos na etapa do MPS, especificando informações a respeito da taxa de montagem deste produto, tempos de *setup* e prazo de entrega.

A respeito da lista de materiais, para cada componente deve-se inserir as seguintes informações: demanda bruta, estoque de segurança, estoque inicial, regra de tamanho do lote (onde escolhe-se entre a política de lote mínimo, política de lote fixo ou política de lote a lote), taxa de produção destes componentes, tempo de *setup* e prazo de entrega.

Também como restrição do *software* desenvolvido, os prazos de entrega, tanto o do produto final quanto dos componentes, são de 0 a 3 semanas.

A segunda tela no módulo MRP e CRP é exposta na Figura 41. Nesta tela, inicialmente na aba “Plano de Requisitos de Materiais” são descritas a liberação de pedidos planejados, de acordo com prazo de entrega estabelecido pelo usuário, a fim de garantir a disponibilidade do produto nos tempos estabelecidos nos recebimentos programados.

PCP MÓDULO 3 - Planejamento de Requisitos de Materiais (MRP)

MÓDULO 3 - MRP e CRP 2/5

Plano de Requisitos de Materiais (unidades)

Item:

Semana	1	2	3	4
Recebimentos Planejados	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="5"/>
Liberação de Pedidos Planejados	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="0"/>

Item: Tamanho do Lote: unidade(s) Regra:

Estoque de segurança: unidade(s)

Semana	1	2	3	4
Necessidades Brutas	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0"/>
Recebimentos Programados	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Estoque Projetado <input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>
Recebimentos Planejados	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0"/>
Liberação de Pedidos Planejados	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0"/>

Figura 41. Segunda tela do protótipo do software de PCP do módulo do MRP e CRP.
Fonte: própria (2019).

Para cada componente, são calculadas as liberações de pedidos planejados. Para isso, o usuário deve inserir os recebimentos programados, se houverem, ao longo do período de planejamento de curto prazo. Neste programa, o MRP é planejado ao longo de 1 mês, estratificados em 4 semanas. Para o cômputo do cálculo da liberação de pedidos planejados, bem como o do estoque projetado e recebimentos planejados, o usuário deve clicar em “Calcular MRP”.

As necessidades brutas são calculadas de acordo com a demanda bruta de cada componente, de acordo com o que foi especificado na liberação de pedidos planejados, neste caso, do produto final a partir da lista de materiais pré-estabelecida. O cálculo das necessidades brutas está especificado na Equação 31, de acordo com Correa, Giansi e Caon (2009) .

$$NB_{lmn} = LPP_{mn} \times DB_{lm}, \quad (31)$$

onde:

NB_{lmn} = necessidade bruta do componente l do produto m no período n ,

LPP_{mn} = liberação de pedidos planejados do produto m no período n , e
 DB_l = demanda bruta no componente l do produto m .

O cálculo do estoque projetado e dos recebimentos planejados variam de acordo com a regra de tamanho de lote escolhida para cada componente pelo usuário.

Os cálculos dos estoques projetados e dos recebimentos planejadas de acordo com a política de lote a lote estão descritas na Equação 32 e 33, segundo a lógica de Correa, Gianesi e Caon (2009).

$$EPLL_{lmn} = \begin{cases} ES_{lm} , & EPLL_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn} < ES_{lm} \\ EP_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn}, & EPLL_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn} \geq ES_{lm} \end{cases}, \quad (32)$$

$$RPLL_{lmn} = \begin{cases} ES_{lm} + NB_{lmn} - EP_{lm(n-1)} - RP_{lmn}, & EPLL_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn} < ES_{lm} \\ 0, & EPLL_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn} \geq ES_{lm} \end{cases}, \quad (33)$$

onde:

$EPLL_{lmn}$ = estoque projetado para a política de lote a lote do componente l do produto m no período n ,

$RPLL_{lmn}$ = recebimento planejado do componente para a política de lote a lote l do produto m no período n ,

ES_{lm} = estoque de segurança do componente l do produto m ,

RP_{lmn} = recebimento programado do componente l do produto m no período n , e

NB_{lmn} = necessidade bruta do componente l do produto m no período n .

Já os cálculos dos estoques projetados e dos recebimentos planejadas de acordo com a política de lote fixo estão descritas na Equação 34 e 35, segundo a lógica exposta por Correa, Gianesi e Caon (2009).

$$EPLF_{lmn} = EPLF_{lm(n-1)} + RP_{lmn} + RPLF_{lmn} - NB_{lmn} \quad (34)$$

$$RPLF_{lmn} = \begin{cases} (ES_{lm} + NB_{lmn} - RP_{lmn} - EPLF_{lm(n-1)}) / TLF_{lm} \times TLF_{lm}, & EPLF_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn} < ES_{lm}, \\ 0, & EPLF_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn} \geq ES_{lm} \end{cases}, \quad (35)$$

onde:

$EPLF_{lmn}$ = estoque projetado para a política de lote fixo do componente l do produto m no período n ,

$RPLF_{lmn}$ = recebimento planejado para a política de lote fixo do componente l do produto m no período n ,

ES_{lm} = estoque de segurança do componente l do produto m ,
 RP_{lmn} = recebimento programado do componente l do produto m no período n ,
 NB_{lmn} = necessidade bruta do componente l do produto m no período n , e
 TLF_{lm} = tamanho de lote fixo do componente l do produto m .

Por fim, os cálculos dos estoques projetados e dos recebimentos planejados de acordo com a política de lote mínimo estão descritas na Equação 36 e 37, de acordo com o método exposto por Correa, Gianesi e Caon (2009).

$$EPLM_{lmn} = EPLM_{lm(n-1)} + RP_{lmn} + RPLM_{lmn} - NB_{lmn} \quad (36)$$

$$RPLM_{lmn} = \begin{cases} \left\{ \begin{array}{l} TLM_{lm}, TLM_{lm} > NB_{lmn} + ES_{lm} - EPLF_{lm(n-1)} - RP_{lmn} \\ NB_{lmn} + ES_{lm} - EPLF_{lm(n-1)} - RP_{lmn}, TLM_{lm} \leq NB_{lmn} + ES_{lm} - EPLF_{lm(n-1)} - RP_{lmn} \end{array} \right. , EPLF_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn} < ES_{lm} \\ 0, EPLF_{lm(n-1)} + RP_{lmn} - NB_{lmn} \geq ES_{lm} \end{cases} \quad (37)$$

onde:

$EPLM_{lmn}$ = estoque projetado para a política de lote mínimo do componente l do produto m no período n ,

$RPLM_{lmn}$ = recebimento planejado para a política de lote mínimo do componente l do produto m no período n ,

ES_{lm} = estoque de segurança do componente l do produto m ,

RP_{lmn} = recebimento programado do componente l do produto m no período n ,

NB_{lmn} = necessidade bruta do componente l do produto m no período n , e

TLM_{lmn} = tamanho de lote mínimo do componente l do produto m no período n .

As terceiras e quartas telas do programa computacional, expostos na Figura 42, referente ao módulo do MRP e CRP demonstram os cálculos da liberação de pedidos programados dos demais componentes do produto final de acordo com prazo de entrega estabelecido pelo usuário.

MÓDULO 3 - MRP e CRP 3/5

Plano de Requisitos de Materiais (unidades)

Item: Componente 2 Tamanho do Lote: unidade(s) Regra: LL

Estoque de segurança: 10 unidade(s)

Semana	1	2	3	4
Necessidades Brutas	5	10	5	0
Recebimentos Programados	0	0	0	0
Estoque Projetado	10	10	10	10
Recebimentos Planejados	5	10	5	0
Liberação de Pedidos Planejados	10	5	0	0

Item: Componente 3 Tamanho do Lote: unidade(s) Regra: LL

Estoque de segurança: 5 unidade(s)

Semana	1	2	3	4
Necessidades Brutas	10	20	10	0
Recebimentos Programados	0	0	0	0
Estoque Projetado	5	5	5	5
Recebimentos Planejados	10	20	10	0
Liberação de Pedidos Planejados	10	20	10	0

Botões: Lista de Materiais, Voltar, Avançar

Figura 42. Terceira e quarta tela do protótipo do software de PCP do módulo do MRP e CRP.
Fonte: própria (2019).

Na quarta e última tela do protótipo do software de PCP referente ao módulo do MRP e CRP, exposto na Figura 43, são calculados os tempos de produção e de *setup*, em horas, de cada um dos componentes do produto final, bem como o tempo de montagem, que serão utilizados para o cálculo da capacidade de produção necessária. Também são calculadas as capacidades instaladas ao longo do período de planejamento de curto prazo.

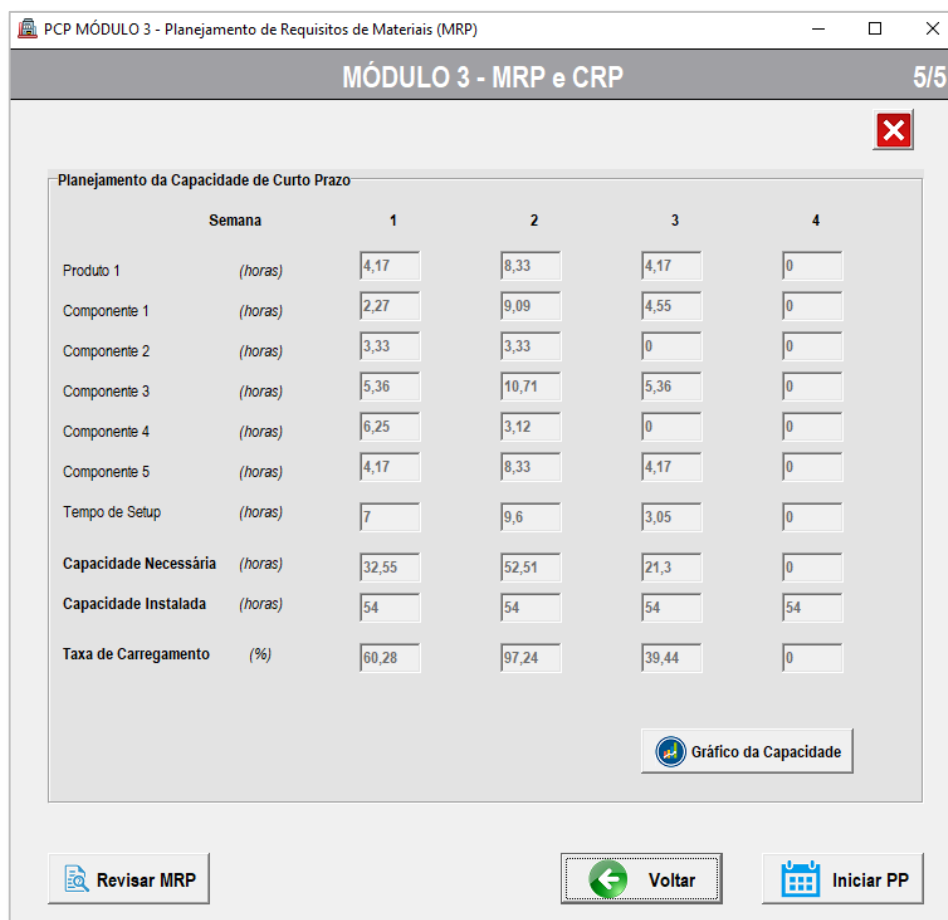


Figura 43. Quinta tela do protótipo do software de PCP do módulo do MRP e CRP.
Fonte: própria (2019).

O cálculo da capacidade de produção necessária e instalada, bem como a taxa de carregamento do MRP estão descritos nas Equações 38, 39 e 40 (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009), respectivamente.

$$CN_{mn} = \frac{LPPP_{mn}}{[tm_m \times (mo + mos)]} + LPPP_{mn} \times tsm_m + \sum_{l=1}^c \left\{ \frac{LPPC_{lmn}}{[tp_{lm} \times (mo + mos)]} + LPPC_{lmn} \times tsp_{lm} \right\}, \quad (38)$$

$$CI_{mn} = du_n \times (h + he), \quad (39)$$

$$TC_{mn} = \left(\frac{CN_{mn}}{CI_{mn}} \right) \times 100\%, \quad (40)$$

onde:

CN_{mn} = capacidade necessária no período n do produto m ,

CI_{mn} = capacidade instalada no período n do produto m ,

TC_{mn} = taxa de carregamento no período n do produto m ,

$LPPC_{lmn}$ = liberação de pedido planejado do componente l do produto m no período n ,

$LPPP_{mn}$ = liberação de pedido do produto m no período n ,

tp_{Lm} = taxa de produção do componente l produto m ,

tm_m = taxa de montagem produto m ,

mo = quantidade de mão-de-obra,

mos = quantidade de mão-de-obra subcontratada,

tsm_m = tempo de *setup* de montagem do produto m ,

tsp_{lm} = tempo de *setup* de produção do componente l do produto m ,

du_n = dias úteis de trabalho referente ao período n ,

h = horas da jornada de trabalho diária,

he = horas extras de trabalho diária, e

c = quantidade de componentes do produto final.

Para apoiar o usuário na visualização da taxa de carregamento, com a descrição da capacidade instalada e necessária, este programa, assim como realizado no módulo do MPS e RCCP, permite a construção do gráfico ao longo do período de planejamento de curto prazo, em semanas, como visto na Figura 44.

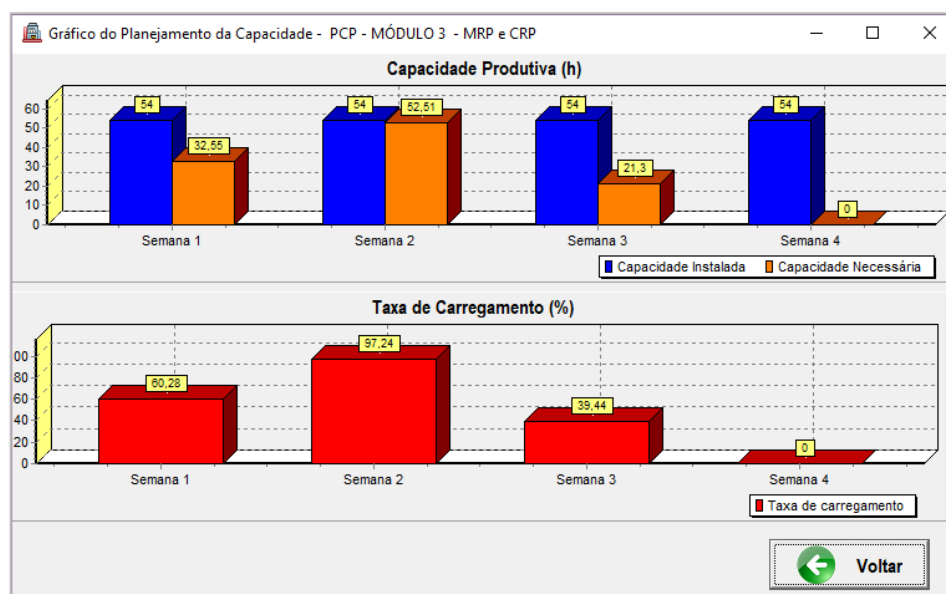


Figura 44. Tela do protótipo do software de PCP com o gráfico da taxa de carregamento referente ao módulo do MRP e CRP.

Fonte: própria (2019).

Como os demais módulos, o programa computacional oferece a opção de o usuário voltar as etapas do planejamento anterior, bem como revisá-lo desde o início do MRP ou avançar para o módulo do PP. A primeira tela do protótipo referente ao PP está exposta na Figura 45. No programa computacional desenvolvido, deve-se escolher a semana de planejamento da programação da produção (planejamento de curtíssimo prazo) dos componentes e o produto final que foi selecionado na etapa do MRP. Como limitante no desenvolvimento do protótipo do *software*, com o intuito de facilitar a programação, foi pré-estabelecido apenas 1 linha de produção.

Na primeira tela, também são mostradas as ordens de produção, identificadas através de números e dos nomes dos componentes, e, também, a duração de produção e prazo de entrega em horas. Ao clicar em avançar, inicia-se os cálculos do tempo total de fabricação e atraso de entrega para cada uma das regras de sequenciamento.

PCP MÓDULO 4 - Programação da Produção (PP)

MÓDULO 4 - PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO (PP) 1/4

Produto: Produto 1

Linha de Produção: 1

Programação da Produção

Selecione a semana de planejamento: Semana 1

Ordem de Produção

Ordem Nº	Item / Componente	Duração (horas)	Entrega (horas)
1	Componente 1	2,32	54
2	Componente 2	6,33	54
3	Componente 3	5,81	54
4	Componente 4	6,75	54
5	Componente 5	6,17	54

Voltar Avançar

Figura 45. Primeira tela do protótipo do *software* de PCP do módulo do PP.
Fonte: própria (2019).

Na segunda tela (Figura 46) são expostos os resultados dos cálculos do tempo total de fabricação e atraso de entrega para as regras de sequenciamento FIFO e LIFO. Os cálculos do tempo total de fabricação e atraso de entrega estão expostos, respectivamente, nas Equações 41 e 42 (TUBINO, 2007).

$$TTF_{mn} = DF_{1mn} + \sum_{l=2}^C TF_{lmn}, \text{ onde } TF_{lmn} = TF_{(l-1)mn} + DF_{lmn} \quad (41)$$

$$TTA_{mn} = \sum_{l=1}^C TA_{lmn}, \text{ onde } TA_{lmn} = \begin{cases} TF_{lmn} - PE_{lmn}, & \text{se } TF_{lmn} - PE_{lmn} \geq 0 \\ 0, & \text{se } TF_{lmn} - PE_{lmn} < 0 \end{cases} \quad (42)$$

onde:

TTF_{mn} = tempo total final de fabricação no período n do produto m ,

TTA_{mn} = tempo total de atraso no período n do produto m ,

DF_{lmn} = duração de fabricação do componente l do produto m no período n ,

TF_{lmn} = tempo final de fabricação do componente l do produto m no período n ,

TA_{lmn} = tempo de atraso do componente l do produto m no período n ,

PE_{lmn} = prazo de entrega do componente l do produto m no período n , e

C = quantidade de componentes do produto final.

PCP MÓDULO 4 - Programação da Produção (PP)

MÓDULO 4 - PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO (PP) 2/4

Produto: Produto 1 Período: Semana 1

FIFO - First In First Out

Ordem Nº	Duração (horas)	Entrega (horas)	Final (horas)	Atraso (horas)
1	2,32	54	2,32	0
2	6,33	54	8,65	0
3	5,81	54	14,46	0
4	6,75	54	21,21	0
5	6,17	54	27,38	0
TOTAL			74,02	0

LIFO - Last In First Out

Ordem Nº	Duração (horas)	Entrega (horas)	Final (horas)	Atraso (horas)
5	6,17	54	6,17	0
4	6,75	54	12,92	0
3	5,81	54	18,73	0
2	6,33	54	25,06	0
1	2,32	54	27,38	0
TOTAL			90,26	0

Ordem Nº: 1 - Componente 1 4 - Componente 4
2 - Componente 2 5 - Componente 5
3 - Componente 3

Voltar Avançar

Figura 46. Segunda tela do protótipo do software de PCP do módulo do PP.
Fonte: própria (2019).

Na terceira tela (Figura 47) são expostos os resultados dos cálculos do tempo total de fabricação e atraso de entrega para as regras de sequenciamento MeTFa (menor tempo de fabricação) e MeDE (menor data de entrega). Da mesma forma, como na tela anterior, os cálculos do tempo total de fabricação e atraso de entrega estão expostos também, respectivamente, nas Equações 41 e 42.

PCP MÓDULO 4 - Programação da Produção (PP)

MÓDULO 4 - PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO (PP) 3/4

Produto: Produto 1 Período: Semana 1

MeTFa - Menor Tempo de Fabricação

Ordem Nº	Duração (horas)	Entrega (horas)	Final (horas)	Atraso (horas)
1	2,32	54	2,32	0
3	5,81	54	8,13	0
5	6,17	54	14,3	0
2	6,33	54	20,63	0
4	6,75	54	27,38	0
TOTAL			72,76	0

MeDE - Menor Data de Entrega

Ordem Nº	Duração (horas)	Entrega (horas)	Final (horas)	Atraso (horas)
1	2,32	54	2,32	0
2	6,33	54	8,65	0
3	5,81	54	14,46	0
4	6,75	54	21,21	0
5	6,17	54	27,38	0
TOTAL			74,02	0

Ordem Nº: 1 - Componente 1 4 - Componente 4
 2 - Componente 2 5 - Componente 5
 3 - Componente 3

Voltar Avançar

Figura 47. Terceira tela do protótipo do *software* de PCP do módulo do PP.
Fonte: própria (2019).

Na quarte e última tela do protótipo do *software* de PCP referente ao módulo do PP está exposto na Figura 48.

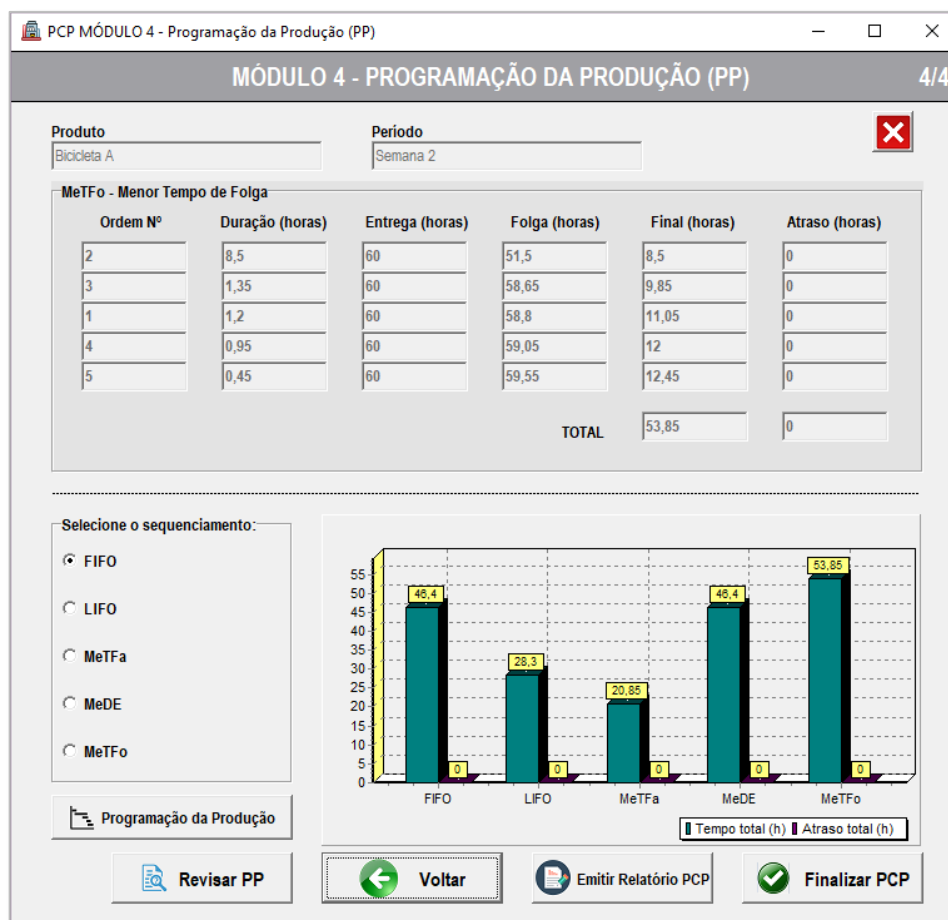


Figura 48. Quarta tela do protótipo do *software* de PCP do módulo do PP.
Fonte: própria (2019).

Para o sequenciamento das ordens de produção dos componentes para a regra MeTfo, (menor tempo de folga) é necessário o cálculo do tempo de folga, em horas, a fim de ordená-los de forma crescente. A fórmula do cálculo do tempo de folga está abordado na Equação 43 (TUBINO, 2007).

$$TFO_{lmn} = PE_{1mn} - DF_{lmn} \quad (43)$$

onde:

TFO_{lmn} = tempo de folga do componente l do produto m no período n ,

PE_{lmn} = prazo de entrega do componente l do produto m no período n , e

DF_{lmn} = duração de fabricação do componente l do produto m no período n .

Com o intuito de auxiliar o usuário na escolha da melhor regra de sequenciamento para a programação da produção, é exposto na quarta tela do protótipo de PCP do módulo do PP, um gráfico comparativo com os tempos totais de fabricação e tempos totais de atrasos. Com isso, o usuário deve selecionar o

sequenciamento desejado, de acordo com os objetivos e estratégias da empresa, para criar o gráfico de Gantt para uma melhor visualização da programação. Após a programação da produção, finaliza-se o programa de PCP.

Na Figura 49 é exposta a tela do protótipo do *software* de PCP com o gráfico de Gantt referente ao módulo do PP.

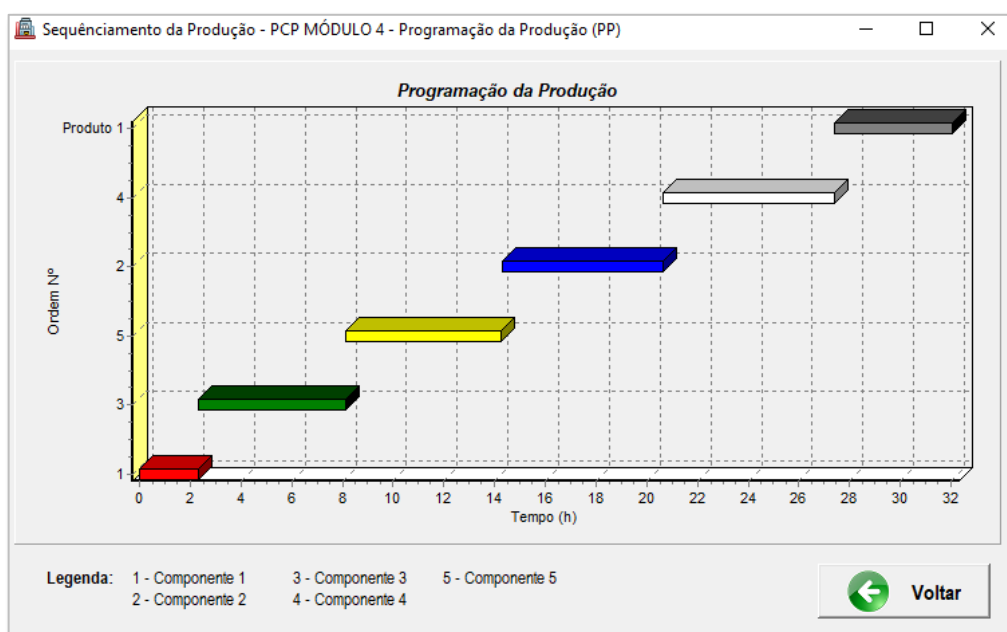


Figura 49. Tela do protótipo do *software* de PCP com o gráfico de Gantt referente ao módulo do PP.
Fonte: própria (2019).

No fim deste programa computacional, é possível emitir um relatório com o resumo das principais informações emitidas de cada módulo do planejamento do PCP, como visto na Figura 50.

Relatório - Planejamento e Controle da Produção												
S&OP e Planejamento Agregado												
Família de Produtos: Bicicletas ABC												
Produção Agregada Planejada (unidades)												
<i>Mês</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
	226	297	318	339	360	381	402	423	444	465	486	507
Taxa de Carregamento (%)												
<i>Mês</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
	38,05	57,89	56,08	59,79	60,61	67,2	67,68	68,12	86,55	78,28	90	93,89
Retorno de Investimento: 95,6%												
Planejamento Mestre da Produção												
Produção Mestre (unidades)												
<i>Mês</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>				
Bicicleta A	0	10	2	16	22	22	22	22				
Bicicleta B	12	12	9	12	15	15	15	15				
Bicicleta C	20	8	28	8	36	36	40	36				
Taxa de Carregamento (%)												
<i>Mês</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>				
	29,21	32,12	37,42	40,85	91,68	91,68	96,18	91,68				
Planejamento de Requisitos de Materiais												
Produto: Bicicleta A												
Produção Mestre (unidades)												
<i>Mês</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>								
Componente 1	4	32	0	0								
Componente 2	16	0	0	0								
Componente 3	3	15	0	0								
Componente 4	2	16	0	0								
Componente 5	2	16	0	0								
Taxa de Carregamento (%)												
<i>Mês</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>								
	33,52	30,58	21,33	0								
Programação da Produção												
Semana: Semana 2												
Sequenciamento da Produção												
MeTFa	Ordem Nº 5	->	Ordem Nº 4	->	Ordem Nº 1	->	Ordem Nº 3	->	Ordem Nº 2			
Tempo total:	20, hora(s)											
Atraso total:	0 hora(s)											
Legenda:												
Ordem Nº 1 - Roda												
Ordem Nº 2 - Kit de acessórios												
Ordem Nº 3 - Quadro												
Ordem Nº 4 - Guidão												
Ordem Nº 5 - Selim												

Figura 50. Relatório do Planejamento e Controle da Produção emitido pelo protótipo do *software*.
Fonte: própria (2019).

4.3.1 Teste do protótipo do *software* de PCP

Com o intuito de verificar a qualidade do protótipo do *software* de PCP em relação ao contexto em que ele deve operar, no qual inclui-se o processo de detecção de defeitos, foram realizados testes. Em suma, os testes do protótipo do *software* de PCP foram realizados para investigar o funcionamento do programa computacional a fim de fornecer informações sobre sua validade. Foram realizados diversos testes, com diferentes cenários de planejamento e estratégias de produção, a fim de verificar as atividades, informações, precisão e exatidão dos cálculos utilizados para a elaboração do plano de produção final. Os resultados obtidos pelo programa computacional foram comparados com os resultados extraídos manualmente e em planilhas eletrônicas. Também foram utilizados exemplos extraídos nas principais literaturas de ensino de PCP e comparados com os resultados fornecidos por tais autores, tais como Corrêa, Giansesi e Caon (2009) e Tubino (2007).

Dessa forma, o protótipo de *software* desenvolvido, a partir do modelo de referência, mostrou-se confiável quanto aos cálculos desenvolvidos e apto a ser utilizado para a elaboração de planos de produção.

4.4 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO DO SOFTWARE DE PCP

Nessa seção são apresentados os resultados obtidos após a aplicação do questionário de avaliação do protótipo do *software* de PCP desenvolvido a partir do modelo de referência proposto neste trabalho. Vale destacar que esta avaliação se refere a um limitado número de respondentes, ou seja, é uma amostra intencional e não representa as características da população.

4.4.1 Perfil dos respondentes

Dentre as empresas contatadas, obteve-se o retorno da avaliação do protótipo do *software* PCP de 12 empresas.

A grande maioria dos 12 respondentes (83,3%), que representam as empresas pesquisadas, são homens, enquanto 16,7% são mulheres, como exposto na Figura 51.

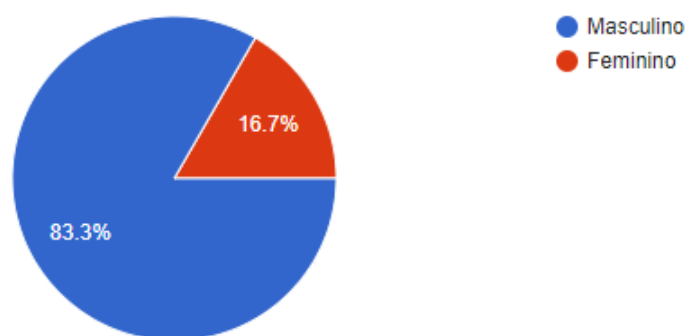


Figura 51. Gênero dos respondentes.
Fonte: própria (2019).

Na Figura 52, observa-se que metade (50%) dos pesquisados tem idade entre 31 e 40 anos, 33,3% mais de 50 anos, 8,3% de 21 a 30 anos e 8,3% de 41 a 50 anos.

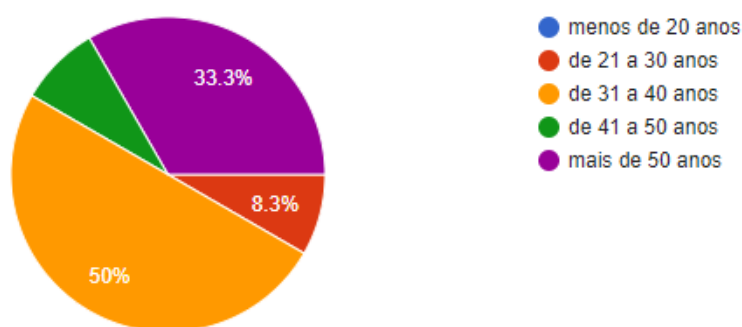


Figura 52. Faixa de idade dos respondentes do questionário de avaliação do protótipo.
Fonte: própria (2019).

A maioria dos respondentes declararam possuir um curso de graduação (33,3%) e pós-graduação (41,7%), enquanto 16,7% concluíram o ensino médio e 8,3% possuem curso técnico, como destacado na Figura 53.

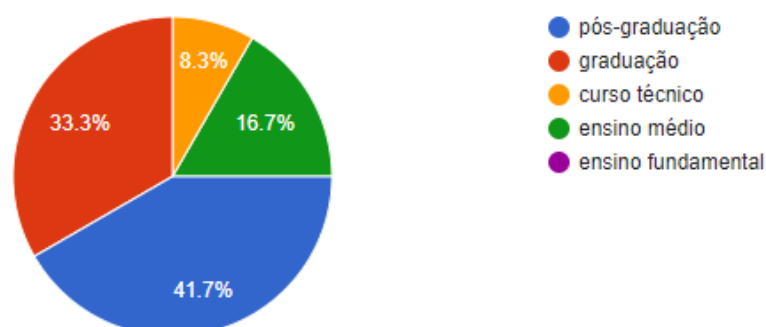


Figura 53. Escolaridade dos respondentes do questionário de avaliação do protótipo.
Fonte: própria (2019).

Na Figura 54, observa-se que a maioria dos respondentes trabalham na empresa de 11 a 20 anos (41,7%), 25% de 6 a 10 anos, 16,7% de 1 a 5 anos, 8,3 % trabalham há menos de 1 anos e outros 8,3% trabalham há mais de 20 anos.

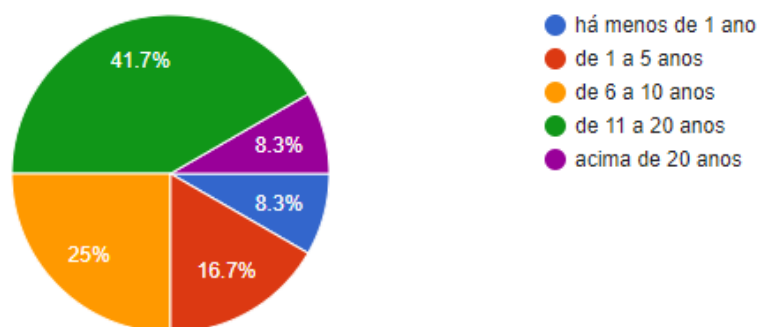


Figura 54. Tempo de empresa dos respondentes do questionário de avaliação do protótipo.
Fonte: própria (2019).

A grande maioria (66,7%) dos entrevistados possuem um nível de chefia em relação à empresa e 33,3% têm uma posição operacional na organização, como observado na Figura 55.

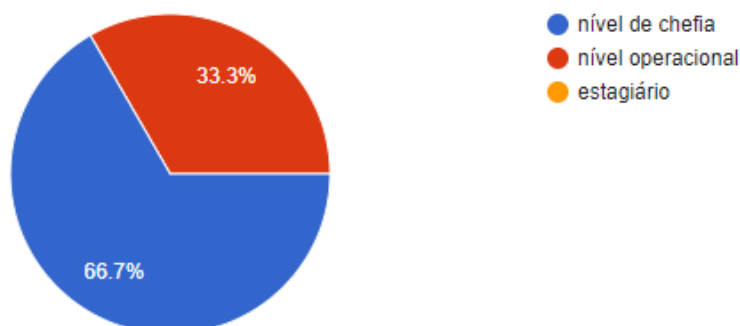


Figura 55. Posição na empresa dos respondentes do questionário de avaliação do protótipo.
Fonte: própria (2019).

Por fim, todos os respondentes (100%) informaram que são funcionários em relação a empresa pesquisada na qual eles trabalham.

4.4.2 Perfil das empresas

A Figura 56 aborda os setores das empresas pesquisadas para a avaliação do protótipo do *software* de PCP. Em torno de 42% das empresas informaram ser de

outros setores nos quais não foram especificados no questionário, 16,7% dos respondentes indicaram atuar no setor metalomecânica, 16,7% indicaram o setor químico, enquanto 9,1% indicaram o setor madeireiro, setor manufatureiro e setor alimentício, cada um.

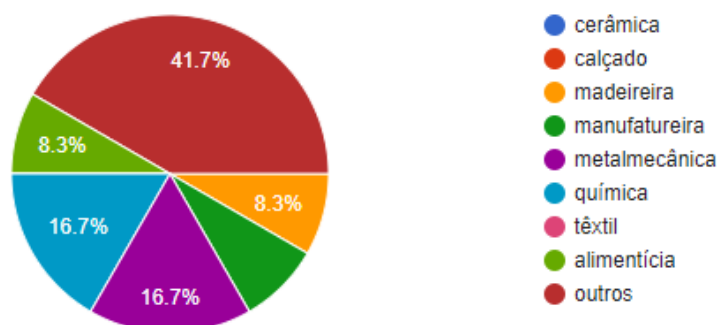


Figura 56. Setor das empresas pesquisadas para a avaliação do protótipo do *software* de PCP.
Fonte: própria (2019).

De acordo com a opinião de 83,3% dos respondentes, o mercado no qual a sua empresa está inserida é considerado muito competitivo e para 16,7% o mercado é considerado pouco competitivo. Cerca de 58% das empresas produzem sob encomenda, ou demanda, enquanto exatos 41,7% produzem para estoque. Pouco mais da metade das empresas pesquisadas (58,3%) consideram que seus produtos possuem uma estrutura complexa e a 41,7% afirmam possuir produtos com uma estrutura simples.

A Figura 57 demonstra que 75% das empresas pesquisadas afirmaram que nunca realizaram a atividade de modelagem de processos de negócios, enquanto 25% das empresas já realizaram.

A empresa já realizou a modelagem de processos de negócios?

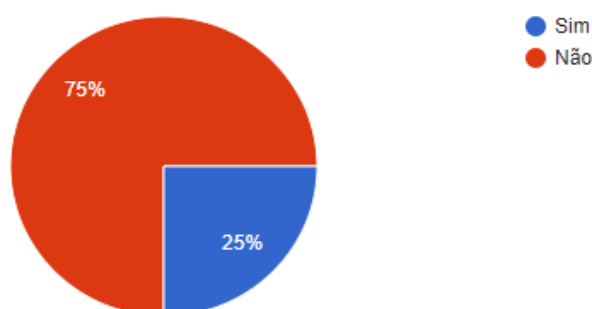


Figura 57. Realização da atividade de processos de negócios por parte das empresas pesquisadas.
Fonte: própria (2019).

A Figura 58 informa que 58,3% das empresas pesquisadas consideram alto o grau de importância percebida na atividade de modelagem de processos de negócios a fim de desenvolver ferramentas e sistemas de gestão empresarial. Os índices de muito alto, regular e baixo representam, respectivamente, 8,3%, 25% e 8,3% a opinião dos respondentes acerca desta questão.

Qual o grau de importância percebida na atividade de modelagem de processos de negócios a fim de desenvolver ferramentas e sistemas de gestão empresarial?

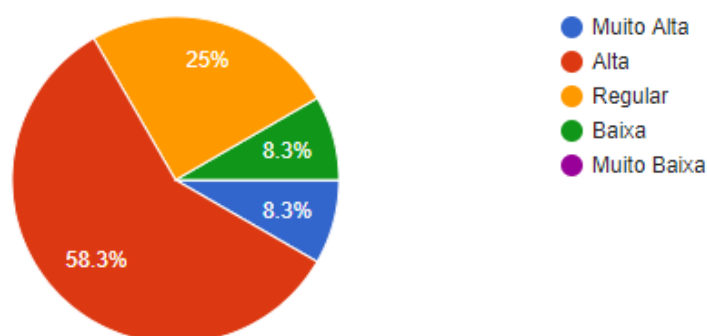


Figura 58. Grau de importância percebida na atividade de modelagem de processos de negócios.
Fonte: própria (2019).

A Figura 59 aborda que 41,7% das empresas pesquisadas consideram alto o grau de prioridade de um *software* PCP atualmente, segundo a visão do responsável. Os índices de muito alto, regular e baixo representam, respectivamente, 16,7%, 25% e 16,7% a opinião dos respondentes acerca desta pergunta.

Qual o grau de prioridade de um software PCP (Planejamento e Controle da Produção) na sua empresa, atualmente, segundo a visão do responsável?

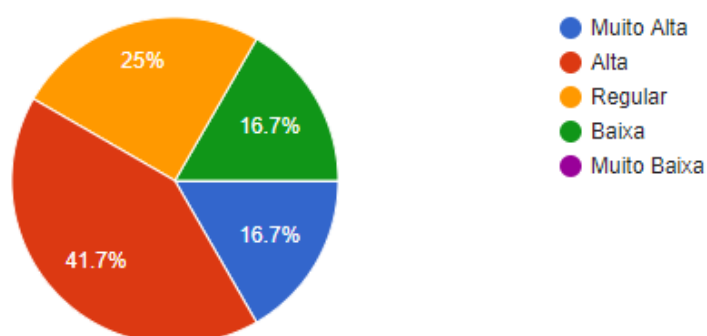


Figura 59. Grau de prioridade de um *software* PCP na empresa, segundo a visão do responsável.
Fonte: própria (2019).

Segundo a Figura 60, 75% das empresas pesquisadas não possuem algum tipo de sistema ou ferramenta de gestão para auxiliar no PCP, enquanto 25% afirmaram possuir algum tipo de ferramenta para tal atividade.

A empresa possui algum tipo de sistema ou ferramenta de gestão para auxiliar no Planejamento e Controle da Produção (PCP)?

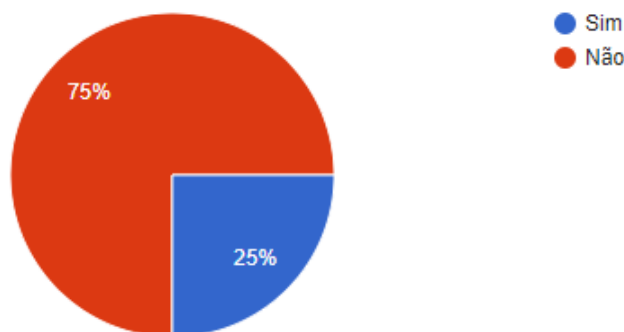


Figura 60. Oferta, por parte das empresas, de ferramenta de gestão para auxiliar a atividade de PCP.
Fonte: própria (2019).

Entre as empresas que possuem um sistema de gestão de PCP, afirmaram que possuem *softwares* de mercado desenvolvidos sob medida por empresa externa, no qual houve um alto investimento inicial, com pagamento mensal para sua utilização e manutenção. Já entre aquelas empresas que não possuem uma ferramenta de PCP, algumas afirmaram que a empresa não adotou tal tecnologia devido ao alto custo, falta de recursos disponibilizados pela empresa para tal investimento, falta de um profissional de programação na empresa e, também, por não ter notado tal demanda ou necessidade na adoção desses sistemas.

4.4.3 Qualidade do protótipo do software de PCP

Tendo em vista que a avaliação da qualidade do protótipo do *software* do ponto de vista do usuário final de um sistema, os critérios de avaliação baseados na NBR ISO/IEC 9126-1 são os seguintes: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade e eficiência. Com base nas características e sub características apresentadas na NBR ISO/IEC 9126-1, pôde-se verificar quais são relevantes e avaliadas no protótipo de *software* objeto desse estudo, da mesma forma como foi realizado por Shrestha et al. (2018), Parthasarathy e Sharma (2017), Kurtel e Ozemre (2013), Behkamal, Kahani e Akbari (2009) e Suryn e Laverdiere (2007).

O percentual de atribuição dos julgamentos em relação a qualidade do protótipo do *software* de PCP, segundo a avaliação de representantes das empresas pesquisadas neste estudo, bem como a classificação de cada item são apresentados nos tópicos seguintes de acordo com cada critério de avaliação.

4.4.3.1 Funcionalidade

O critério “Funcionalidade” visa avaliar a capacidade de um *software* prover funcionalidades que satisfaçam o usuário em suas necessidades declaradas e implícitas, dentro de um determinado contexto de uso, neste o caso no contexto do planejamento da produção. Esse critério se configura como o essencial para a verificação da capacidade de um modelo de referência prover informações para o suporte ao desenvolvimento de um sistema.

De acordo com a Figura 61, para 25% dos respondentes consideram como excelente a avaliação quanto ao atendimento das necessidades á que se propõe o protótipo do *software* de PCP, enquanto 50% consideram como boa e 25% como regular. Na classificação geral, esta questão é considerada boa ($APS_1 = 4,0$).

Como você avalia o atendimento das necessidades á que se propõe o software?

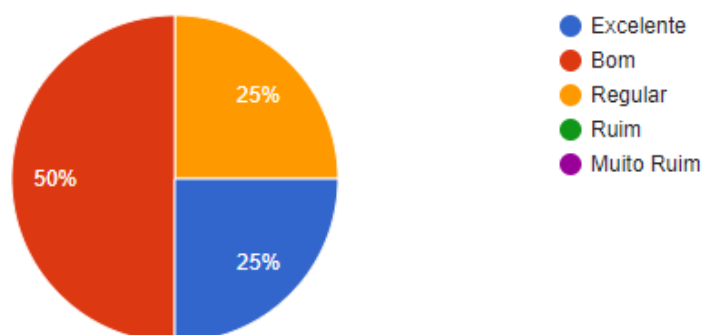


Figura 61. Avaliação do atendimento das necessidades á que se propõe o *software* de PCP.

Fonte: própria (2019).

Como visto na Figura 62, a grande maioria (83,3%) dos respondentes avaliam como excelente (25%) e boa (58,3%) a avaliação quanto a facilidade de navegação entre as atividades descritas no programa computacional desenvolvido neste trabalho, ao mesmo tempo que outros 16,7% consideram como regular. Na classificação geral, este item é considerado como bom ($APS_2 = 4,1$).

Como você avalia a facilidade de navegação entre as atividades?

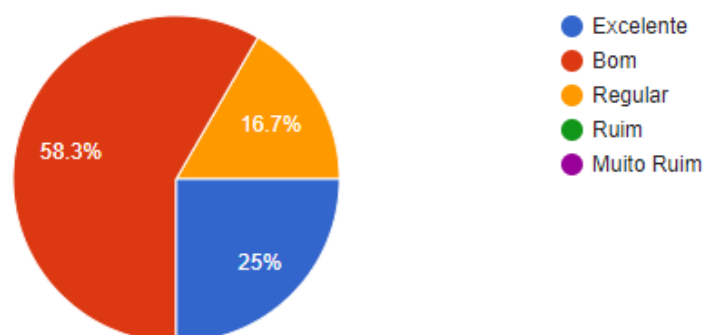


Figura 62. Avaliação da facilidade de navegação entre as atividades do *software* de PCP.
Fonte: própria (2019).

Para 50% dos respondentes, a avaliação acerca da clareza e organização das informações presentes no protótipo é considerada boa, ao passo que para 25% é considerada regular, 16,7% excelente e 8,3% ruim (Figura 63). Na classificação geral, este requisito é considerado regular ($APS_3 = 3,8$).

Como você avalia a clareza e organização das informações?

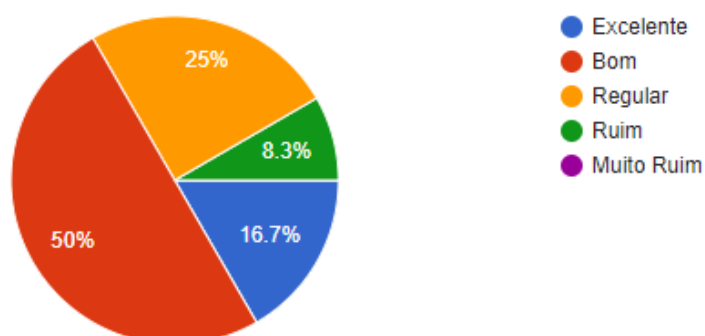


Figura 63. Avaliação da clareza e organização das informações do *software* de PCP.
Fonte: própria (2019).

De acordo com a Figura 64, 50% dos pesquisados, a avaliação da exatidão e coerência dos resultados gerados pelo sistema é considerado bom e para 25% é excelente, enquanto que para 25% é considerado como regular. Na classificação geral, este assunto é considerado boa ($APS_4 = 4,0$).

Como você avalia a exatidão e coerência dos resultados gerados pelo sistema?

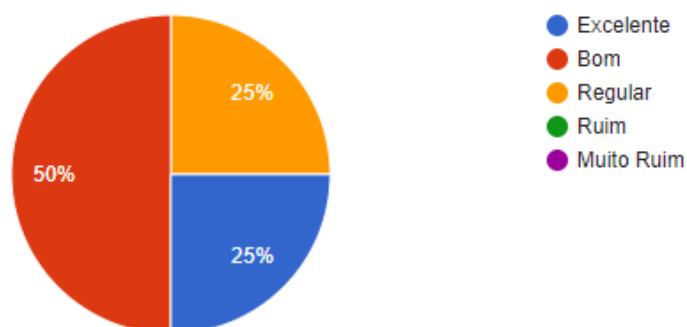


Figura 64. Avaliação da exatidão e coerência dos resultados gerados pelo *software* de PCP.
Fonte: própria (2019).

Segundo 50% dos respondentes, a avaliação sobre o quão completo e suficiente é o conteúdo da informação fornecida pelo sistema é considerada boa e para 16,7% é considerada excelente, à medida que 8,3% consideram ruim e 25% regular (Figura 65). Na classificação geral, esta questão é considerada regular ($APS_5=3,8$).

Como você avalia o quão completo e suficiente é o conteúdo da informação fornecida pelo sistema?

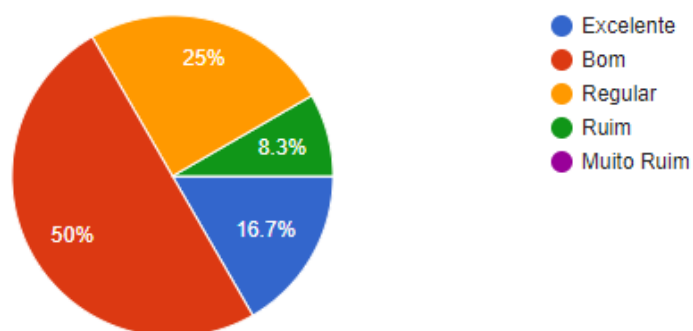


Figura 65. Avaliação do conteúdo das informações fornecidas pelo *software* de PCP.
Fonte: própria (2019).

4.4.3.2 Confiabilidade

O critério “Confiabilidade” verifica a capacidade do produto de *software* de manter um nível de desempenho especificado, quando usado em condições especificadas. Este critério está relacionado a capacidade técnica e tecnológica empregada no desenvolvido do programa computacional, uma vez que neste caso é

mensurado, por exemplo, a frequência com que as falhas aparecem no sistema de PCP.

De acordo com a Figura 66, 50% dos respondentes, a avaliação sobre a capacidade do sistema em disponibilizar a informação no momento necessário para seu uso é considerada boa, enquanto que para 16,7% é considerada excelente e 33,3% regular. Na classificação geral, este item é considerado regular ($APS_6 = 3,8$).

Como você avalia a capacidade do sistema em disponibilizar a informação no momento necessário para seu uso?

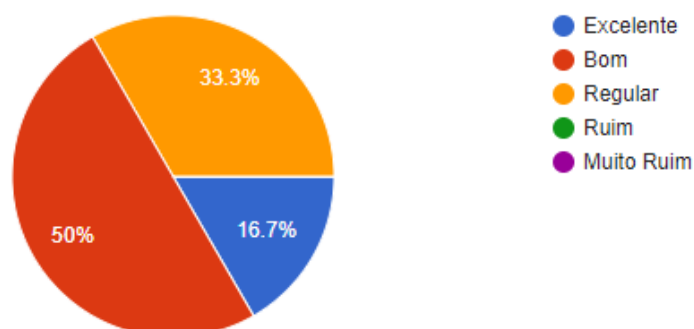


Figura 66. Avaliação da capacidade do sistema de PCP em disponibilizar a informação no momento necessário para seu uso.

Fonte: própria (2019).

Para 58,3% dos respondentes consideram boa a avaliação acerca da capacidade do sistema em manter seu funcionamento em circunstâncias de rotina, ao passo que para 33,3% é considerada regular e 8,3% ruim (Figura 67). Na classificação geral, esta questão é considerada regular ($APS_7 = 3,5$).

Como você avalia a capacidade do sistema em manter seu funcionamento em circunstâncias de rotina?

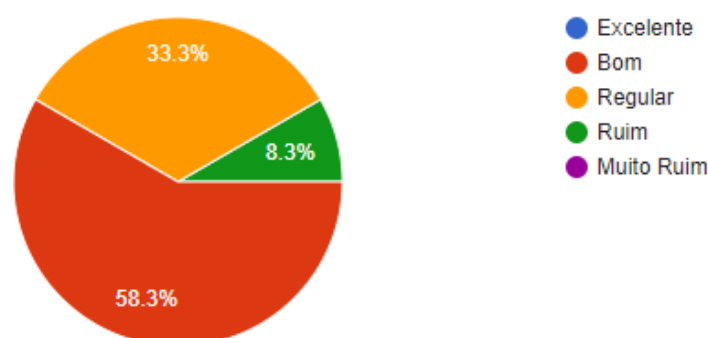


Figura 67. Avaliação da capacidade do sistema de PCP em manter seu funcionamento em circunstâncias de rotina.

Fonte: própria (2019).

Segundo a Figura 68, a grande maioria dos respondentes (66,6%) avaliam como excelente (33,3%) e boa (33,3%) a avaliação quanto a ocorrência de erros, travamentos e falhas quando o sistema está em funcionamento, e 33,3% consideram esta avaliação regular. Na classificação geral, este requisito é considerado bom ($APS_8 = 4,0$).

Como você avalia a ocorrência de erros, travamentos e falhas quando o sistema está em funcionamento?

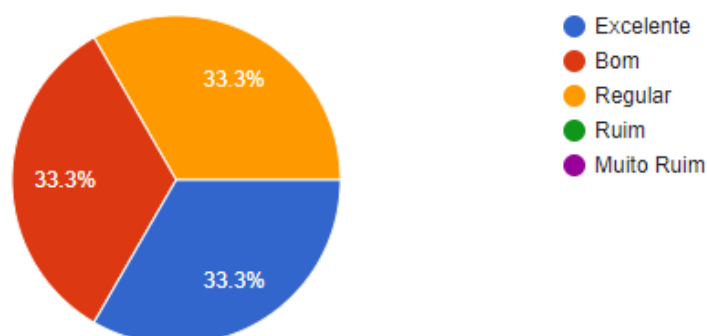


Figura 68. Avaliação da ocorrência de erros, travamentos e falhas quando o sistema de PCP está em funcionamento.

Fonte: própria (2019).

4.4.3.3 Usabilidade

O critério “Usabilidade” verifica a capacidade de o produto de *software* ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas. Neste caso específico, este critério está relacionado a capacidade de o usuário final compreender a lógica dos processos presentes no sistema de PCP, bem como a facilidade de utilização do *software*.

De acordo com a Figura 69, 41,7% dos respondentes consideram como bom a avaliação sobre a facilidade de utilização do sistema, 16,7% consideram como excelente, 33,3% como regular e 8,3% ruim. Na classificação geral, este assunto é considerado regular ($APS_9 = 3,7$).

Como você avalia a facilidade de utilização do sistema?

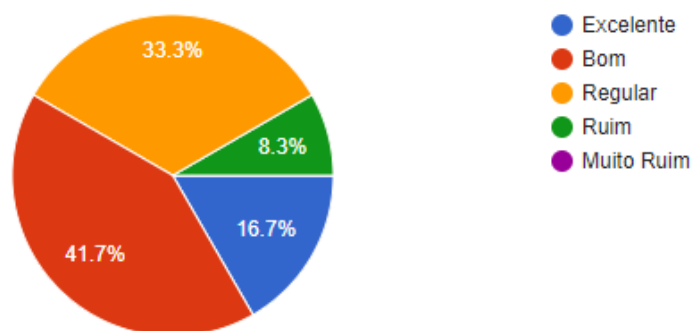


Figura 69. Avaliação da facilidade de utilização do sistema de PCP.
Fonte: própria (2019).

Para 41,7%, a avaliação a respeito da facilidade de visualizar a inter-relação das várias etapas do sistema é considerada como boa, enquanto que para 16,7% é considerado excelente, 33,3% como regular e 8,3% como ruim (Figura 70). Na classificação geral, este tema é considerado regular ($APS_{10} = 3,7$).

Como você avalia a facilidade de visualizar a inter-relação das várias etapas do sistema?

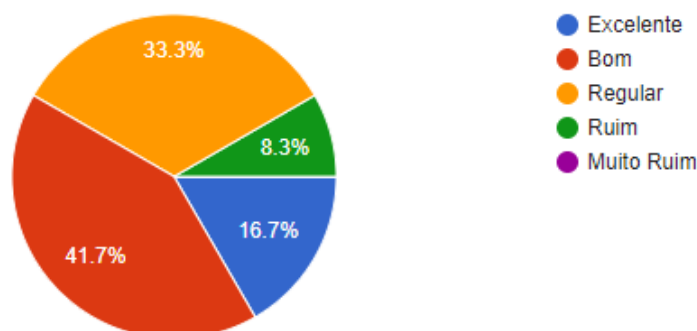


Figura 70. Avaliação da facilidade de visualizar a inter-relação das várias etapas do sistema de PCP.
Fonte: própria (2019).

4.4.3.4 Eficiência

O critério “Eficiência” verifica a relação entre o tempo e os recursos envolvidos necessários ao uso do sistema de PCP desenvolvido neste trabalho. Neste caso específico, este critério está relacionado ao desempenho operacional do *software* quanto ao tempo de resposta de uma tarefa do sistema e, também, ao atendimento das necessidades da empresa.

De acordo com a Figura 71, 58,3% dos respondentes, a avaliação acerca do tempo de resposta do sistema quando solicitado alguma tarefa é considerada boa e

para 25% excelente, em contrapartida 16,7% consideram regular. Na classificação geral, esta questão é considerada com boa ($APS_{11}=4,1$).

Como você avalia o tempo de resposta do sistema quando solicitado alguma tarefa?

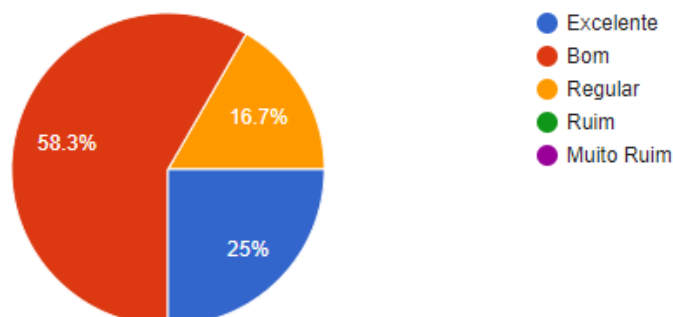


Figura 71. Avaliação do tempo de resposta do sistema de PCP quando solicitado alguma tarefa.

Fonte: própria (2019).

Por fim, de acordo com a Figura 72, 41,7 % dos entrevistados consideram como boa e 25% como excelente a avaliação sobre as funções disponíveis no *software* a fim de atender às necessidades no desenvolvimento das atividades da empresa, enquanto que para 16,7% estava avaliação é considerada regular e outros 16,7% como ruim. Na classificação geral, este requisito é considerado com regular ($APS_{12}=3,8$).

Como você avalia as funções disponíveis no software para atender às suas necessidades no desenvolvimento de suas atividades?

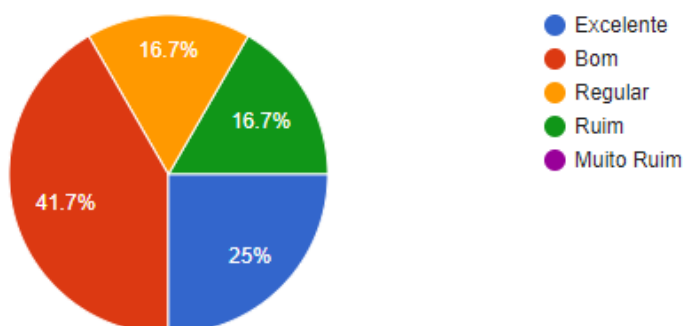


Figura 72. Avaliação das funções disponíveis no *software* de PCP para atender às suas necessidades no desenvolvimento de suas atividades.

Fonte: própria (2019).

4.4.4 Conhecimento do *software de PCP*

A Figura 73 aborda a avaliação do conhecimento dos respondentes sobre o protótipo do *software de PCP*. De acordo com cerca de 50% dos respondentes representantes das empresas pesquisadas, o grau de compreensão que eles possuem sobre o sistema e sobre as funções que são oferecidas pelo programa computacional é bom, enquanto que para 8,3% dos respondentes o grau de conhecimento é excelente. Para 25% dos respondentes, o conhecimento acerca dessa questão é considerado regular e para 16,7% é ruim. Na classificação geral, o conhecimento dos respondentes sobre o *software de PCP* é regular ($APS_{13} = 3,5$).

Avalie o conhecimento que você tem do software de PCP (o grau de compreensão que você possui sobre o sistema e sobre as funções que são oferecidas):

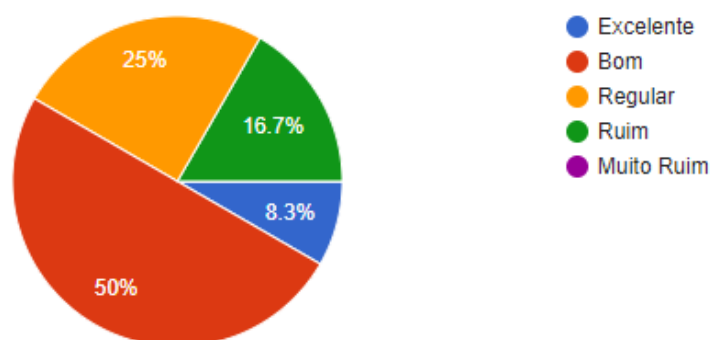


Figura 73. Avaliação do conhecimento dos respondentes sobre o *software de PCP*.
Fonte: própria (2019).

4.4.5 Importância e relevância do *software de PCP*

A Figura 74 traz a avaliação da percepção que os respondentes possuem a respeito da importância e relevância da utilização do *software de PCP*. Um terço dos respondentes (33,3%) avaliam como excelente a percepção que possuem a respeito da importância e relevância da utilização do *software de PCP*, enquanto que para 50% e 16,7% dos respondentes consideram, respectivamente, como boa e regular a importância da utilização desta ferramenta da gestão da produção. Na classificação geral, os respondentes consideram como boa ($APS_{14} = 4,2$) a importância e relevância da utilização do *software de PCP*.

Avalie a percepção que você possui a respeito da importância e relevância da utilização do software de PCP.

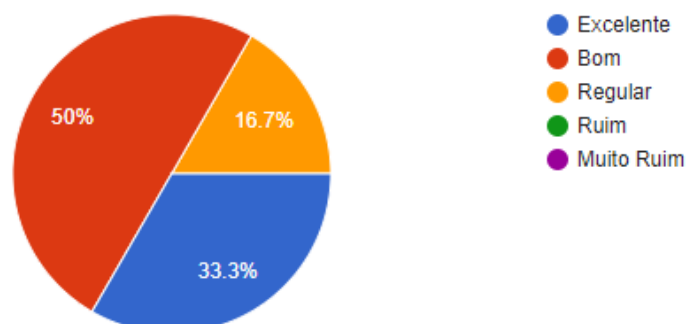


Figura 74. Avaliação da percepção que os respondentes possuem a respeito da importância e relevância da utilização do software de PCP.

Fonte: própria (2019).

4.4.6 Sucesso do software de PCP

Por fim, a Figura 75 aborda a avaliação geral sobre o protótipo do software de PCP desenvolvido neste trabalho. De acordo com 75% dos respondentes representantes das empresas pesquisadas, o programa computacional é considerado bom, enquanto que para 25% dos respondentes, o software é considerado como regular. Na classificação geral, este protótipo é considerado conhecimento dos respondentes sobre o software de PCP é considerado regular ($APS_{15} = 3,8$).

Em geral, qual sua avaliação do software?

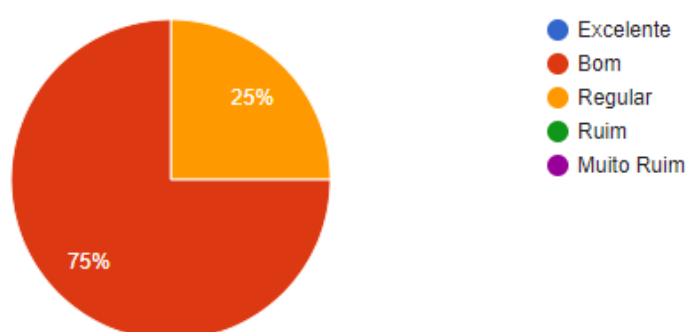


Figura 75. Avaliação geral do protótipo do software de PCP.

Fonte: própria (2019).

No espaço destinado aos respondentes a observações, críticas e sugestões que considerassem importantes, foi possível detectar que alguns respondentes afirmaram que tiveram dificuldades de entender o raciocínio do funcionamento do protótipo do software, por não possuírem conhecimentos dos módulos básicos do

PCP, mas que o modelo-exemplo disponibilizado no programa computacional facilitou a sua avaliação. Também foi indicado que o *software* desenvolvido neste trabalho só pôde ser executado em ambiente *Windows*.

4.4.7 Considerações sobre a avaliação do protótipo do *software* de PCP

De fato, observou-se que a maioria das 12 empresas respondentes do questionário nunca realizaram a atividade de modelagem de processos de negócios, apesar de considerarem alto o grau de importância percebida na atividade de modelagem de processos de negócios a fim de desenvolver ferramentas e sistemas de gestão empresarial. Da mesma forma, observou-se que a maioria dos respondentes consideraram alto o grau de prioridade de um *software* de PCP segundo a visão dos responsáveis das empresas e tiveram uma boa percepção da importância e relevância da utilização desses programas nas organizações. Entretanto a maioria dos respondentes afirmaram não possuir algum tipo de sistema ou ferramenta de gestão para auxiliar nas atividades de PCP. Estes resultados corroboram com a justificativa deste estudo, na qual foram destacados que a grande maioria das empresas brasileiras não utilizam uma ferramenta de gestão para auxiliar na gerência do seu negócio devido ao alto custo de implantação e manutenção, apesar do crescente interesse no desenvolvimento e uso de sistemas de gestão empresarial a partir da adoção de modelos de referência.

O modelo de referência mostrou-se uma ferramenta apta no suporte no desenvolvimento de sistemas de gestão empresarial. De acordo com os resultados obtidos com a aplicação do questionário, o protótipo do *software* de PCP mostrou um bom desempenho quanto ao atendimento das necessidades á que se propõe, com destaque para a facilidade de navegação entre as atividades descritas no *software*, sobre a ocorrência de erros, travamentos e falhas quando o sistema está em funcionamento, a exatidão e coerência dos resultados gerados pelo sistema e, também, quanto ao tempo de resposta do sistema quando solicitado alguma tarefa.

O protótipo do *software* apresentou, segundo a avaliação das empresas, um desempenho regular quanto: a clareza e organização das informações presentes no protótipo; o quão completo e suficiente é o conteúdo da informação fornecida pelo

sistema; a capacidade do sistema em disponibilizar a informação no momento necessário para seu uso; a capacidade do sistema em manter seu funcionamento em circunstâncias de rotina; a facilidade de utilização do sistema; a facilidade de visualizar a inter-relação das várias etapas do sistema; e quanto as funções disponíveis no *software* a fim de atender às necessidades no desenvolvimento das atividades da empresa.

Pode-se considerar que estes resultados foram medianos devido ao desempenho regular dos respondentes sobre o conhecimento protótipo do *software* de PCP, o que pode ter dificultado o entendimento do funcionamento da lógica do programa computacional. Vale a pena destacar que os respondentes com maior grau de instrução, forneceram melhor avaliações quando comparados com os de menor grau de instrução. As empresas com produtos considerados como estruturas simples também forneceram avaliações positivas, que pode ser justificado pelo fato do protótipo do *software* possuir limitações de planejamento com estruturas complexas e listas materiais extensas.

Na avaliação geral, o protótipo do *software* de PCP foi considerado regular. Estes resultados foram considerados satisfatórios, uma vez que o programa computacional desenvolvido é uma versão inicial de um protótipo.

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo final, apresenta-se as principais conclusões do estudo, limitações do trabalho e, por fim, recomendações para trabalhos futuros relacionados ao tema.

5.1 CONCLUSÃO

Atualmente, presencia-se uma crescente atenção no suporte ao desenvolvimento e implantação de ações de melhorias da gestão empresarial e que o estudo da organização é imprescindível para o acompanhamento dos avanços de mercado. 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.

Neste sentido, esta dissertação possui um aspecto inovador, uma vez que contemplou o desenvolvimento de um modelo de referência, em BPMN, dos processos dos módulos do PCP, de forma holística e hierárquica, tanto no que se refere ao Planejamento de Materiais, quanto ao Planejamento da Capacidade, a fim de promover a adoção de melhorias da qualidade da gestão a um custo reduzido, e agregar valor aos negócios que poderão dar maior competitividade empresarial. Adicionalmente, foi desenvolvido um protótipo do *software* com o intuito de gerar uma maior consistência entre a abstração do modelo de referência de PCP e sua aplicação no apoio a implantação e desenvolvimento de ferramentas de gestão empresarial.

Com relação ao planejamento do projeto de pesquisa, foi possível a realização de todos os objetivos estabelecidos pelo autor. A fim de responder o problema de pesquisa, reitera-se que os processos, informações, atividades e estrutura hierárquica do modelo de referência do sistema de PCP foram documentados se baseando nos principais requisitos teóricos de vários autores sobre a área, no qual foram enfatizadas as inter-relações, de forma integrada, de cada módulo empresarial da gestão da produção – Planejamento de Vendas e Operações e Planejamento Agregado, Planejamento Mestre da Produção, Planejamento dos Requisitos de Materiais e Programação da Produção. Como exposto, a partir do arcabouço teórico, o modelo

de referência de PCP foi desenvolvido através do BPMN, notação emergente, que ilustra o processo de uma maneira simples e clara.

A partir do desenvolvimento de uma base conceitual a respeito das atividades, informações e hierarquia do PCP e, também, sobre a área de Modelagem de Processos de Negócios, sobretudo a respeito das metodologias e ferramentas, este trabalho contribui com a literatura científica através da elaboração de um modelo de referência do PCP e avança sobre modelos internacionais do planejamento empresarial. Este trabalho pode servir de base para os que queiram uma referência em conceitos como planejamento da produção e modelagem de empresas.

A partir de uma documentação formal, o modelo de referência mostrou-se uma ferramenta útil na compreensão e comunicação dos processos existentes no PCP. Entretanto, para a utilização em ambientes corporativos, 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 um aspecto importante na implantação de um modelo de referência em uma empresa é a definição do objetivo ao qual destina-se esse modelo. O modelo de referência fornece à empresa uma solução inicial de processos de negócios, porém cabe a empresa determinar quais são os processos que mais se assemelham com as suas operações, e ainda com que grau de detalhamento a empresa irá construir seu próprio modelo. Isso está diretamente relacionado com os objetivos da empresa para com os modelos de referência. A empresa, diante de seus objetivos, pode desenvolver seu modelo particular priorizando cada uma das visões do modelo.

Sendo que os modelos definidos neste trabalho estão em um nível conceitual, sem integração para o uso direto na implementação de *softwares* e ERP's, um certo nível de consistência do modelo pôde ser atingido através de uma primeira versão de protótipo. Em relação ao protótipo do *software* desenvolvido, o modelo de referência mostrou-se uma ferramenta apta no suporte a desenvolvimento de sistemas de gestão empresarial, uma vez que o programa computacional foi desenvolvido a partir das diretrizes expressas no modelo. A avaliação da qualidade do *software*, a partir da aplicação de questionários, em termos de funcionalidade, confiabilidade, usabilidade e eficiência, critérios de avaliação baseados na NBR ISO/IEC 9126-1, e também em termos da avaliação geral do *software* de PCP foram regulares e considerados

satisfatórios, uma vez que o programa computacional desenvolvido é uma versão inicial de um protótipo.

Por fim, é importante destacar que o modelo de referência de PCP também 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. Dessa forma, outra aplicação observada para o modelo de referência é o ensino de gestão da produção.

Diante do exposto, conclui-se que a modelagem de processos é uma atividade importante para a organização na formulação de estratégias empresariais, uma vez que os modelos descrevem e representam graficamente os aspectos significativos dos processos de negócios. Deste modo, esta atividade se apresenta como um importante instrumento facilitador da compreensão e análise dos processos na intenção de documentar e melhorar as operações. Também se conclui que o modelo proposto dá maior ênfase às informações e atividades que compõem o processo de PCP, isso porque tem como objetivos principais o suporte à implantação de ferramentas de apoio a gestão empresarial, com destaque para *softwares* e sistemas ERP.

Assim, o modelo de referência proposto, bem como seus aspectos metodológicos e modelagem conceitual, pretendem apoiar o desenvolvimento de outros projetos futuros que necessitem de uma referência de modelagem empresarial na área de PCP, principalmente para as PME's.

5.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

A metodologia utilizada na realização deste trabalho apresenta algumas limitações de diferentes ordens. A seguir estão listadas as condicionantes e limitantes do trabalho:

- O modelo de referência final proposto é baseado na teoria sobre PCP, através de uma revisão bibliográfica, apresentando um caráter predominantemente em nível conceitual, sendo necessário o trabalho de um especialista no projeto de *software* para incorporar ao modelo, por exemplo, classes de objetos que

contemplem questões tecnológicas para implementação em determinado sistema ou plataforma computacional;

- No modelo de referência apresentado neste trabalho, o número e a abrangência dos processos abordados foram delimitados, por ser complexo discorrer sobre todas as variáveis e parâmetros envolvidos nos processos decisórios presentes no gerenciamento da gestão da produção, dada as especificidades de cada empresa em particular; e

Apesar das limitações do desenvolvimento do protótipo, realizado para gerar uma maior consistência entre a abstração e sua aplicação, o modelo de referência pode ser aplicado e utilizado, como uma solução inicial, no apoio ao desenvolvimento de ferramentas de gestão do PCP de acordo com cada realidade da empresa.

5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Embora o modelo de referência conceitual já apresente um nível considerável de abrangência e consistência no que diz respeito aos objetivos e resultados apresentados, faz-se necessário apresentar algumas sugestões e recomendações em dois âmbitos: do modelo e do *software* (ou ferramenta de gestão) desenvolvido a partir de tal modelo.

Em relação ao modelo de referência, recomenda-se para trabalhos futuros, a aplicação do modelo desenvolvido neste trabalho como uma solução inicial para os processos de negócios da uma empresa ou setor industrial, para que, através dessa, seja especificado e detalhado o modelo particular, podendo gerar assim uma ferramenta de gestão especializada.

No que tange a ferramenta gestão desenvolvida, sugere-se melhorias no *software* no que se refere a técnicas e métodos de programação computacional, a fim de eliminar as restrições de cenários no Planejamento e Controle da Produção impostas neste protótipo. Por fim, faz-se necessário fazer simulações em várias situações reais de modo a se avaliar os resultados e poder fazer melhoramentos no modelo e conseqüentemente no *software*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELE, E.; SCHREMS, S. Resource oriented assessment of alternative process chains. **ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb**, v. 105, n. 6, p. 542–546, 2010.
- ABNT. **NBR ISO 9000:2000. Sistema de gestão da qualidade: requisitos**, dezembro 2000.
- ABNT. **Engenharia de software - Qualidade de produto. Parte 1: Modelo de qualidade** Associação Brasileira de Normas Técnicas, , 2003.
- ABPMP. Pesquisa Nacional em Gerenciamento de processos de Negócio da ABPMP Brasil. **Revista BPM Global Trends**, v. 2, n. 10, 2015.
- ABPMP, I. **Leading Business Process Management Professionals**. Disponível em: <<https://abpmp.site-ym.com/>>. Acesso em: 25 maio. 2017.
- AGUILAR, J.; CHACAL, J.; BRAVO, C. A multiagents systems for planning and management of the production factors. **Computer Systems Science and Engineering**, v. 24, n. 2, p. 85–102, 2009.
- AL-FEDAGHI, S. System for a passenger-friendly airport: An alternative approach to high-level requirements specification. **International Journal of Control and Automation**, v. 7, n. 2, p. 427–438, 2014.
- ALMEIDA, R. P. et al. Controle do desempenho operacional na indústria plástica: uma abordagem estruturada para a avaliação de custos e planejamento da capacidade. **Revista Produção Online**, v. 17, n. 3, p. 931–955, 15 set. 2017.
- ALMEIDA, R. P.; ROMANZINI, F.; WERNER, L. Planejamento da capacidade de produção na indústria plástica: uma abordagem baseada em previsão de demanda e níveis de capacidade. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 3, p. 1033–1057, 15 set. 2016.
- ANDRADE, J. H. DE; FERNANDES, F. C. F. Barriers and challenges to improve interfunctional integration between Product Development and Production Planning and Control in Engineering-to-Order Environment. **Gestão & Produção**, 29 set. 2015.
- ANDRU, P.; BOTCHKAREV, A. Return on Investment: A Placebo for the Chief Financial Officer... And Other Paradoxes. **Journal Of Multidisciplinary Evaluation, Kalamazoo**, v. 7, n. 16, p. 201–206, 2011.
- ANTUNES, L. S.; SEHNEM, S.; LIMA, M. A. DE. Análise do planejamento e controle de produção no setor de usinagem, corte e conformação em indústria metal-mecânica. **Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 22–34, 24 mar. 2014.
- AREVOLO, W. **Latin America scenario: overcoming challenges and driving growth**. . In: V CONFERÊNCIA ANUAL DE INTEGRAÇÃO EMPRESARIAL. São Paulo: Gartner, 2006
- ARNOLD, J. R. T.; RIMOLI, C.; ESTEVES, L. R. **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 2006.
- 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.
- AUGUSTO, D. B.; ALEM, D.; TOSO, E. A. V. Planejamento agregado na indústria de nutrição animal sob incertezas. **Production**, v. 26, n. 1, p. 12–27, mar. 2016.
- AVIV, Y. On the benefits of collaborative forecasting partnerships between retailers and manufacturers. **Management Science**, v. 53, n. 5, p. 777–794, 2007.
- AYHAN, M. Cost model and sensitivity analysis of cutting and processing stage at a marble plant. **Industrial Diamond Review**, v. 65, n. 3, p. 49–54, 2005.

- BABBIE, E. **The practice of social research**. 13 ed, Belmont: Wadsworth Cengage Learning, 2013.
- BEHKAMAL, B.; KAHANI, M.; AKBARI, M. K. Customizing ISO 9126 quality model for evaluation of B2B applications. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 3, p. 599–609, 1 mar. 2009.
- BENITEZ, M. Business Process Management (BPM) For The Masses. p. 45, 13 dez. 2006.
- BERTOLINI, M. et al. Requirements of an ERP enterprise modeller for optimally managing the fashion industry supply chain. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 17, n. 3, p. 180–190, 2004.
- BIZAGI. **Bizagi - A Plataforma Digital de Negócios**. Disponível em: <<https://www.bizagi.com/pt>>. Acesso em: 14 ago. 2018.
- BLACKSTONE, J. H. **APICS Dictionary**. Chicago: APICS, 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.
- BOWER, P. How the S&op Process Creates Value in the Supply Chain. **The Journal of Business Forecasting**, v. 25, n. 2, p. 20, 1 jul. 2006.
- BOYLAN, J. E.; SYNTETOS, A. A.; KARAKOSTAS, G. C. Classification for forecasting and stock control: a case study. **Journal of the Operational Research Society**, v. 59, n. 4, p. 473–481, abr. 2008.
- BPMI; OMG. **Business Process Modeling Notation Specification: Final Adopted Specification** Object Management Group, , 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.
- BRINKE, E. T. et al. Variant-based cost estimation based on Information Management. **International Journal of Production Research**, v. 38, n. 17, p. 4467–4479, 2000.
- BUFREM, L. S.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, 14 mar. 2006.
- CARVALHO, V. S. DE; PACHECO, D. A. DE J. Modelo de PCP para pequenas empresas do setor alimentício. **Latin American Journal of Business Management**, v. 5, n. 2, 2014.
- CARVALHO, M. F.; SILVA FILHO, O. S.; FERNANDES, C. A. O. O planejamento da manufatura: práticas industriais e métodos de otimização. **Gestão & Produção**, v. 5, n. 1, p. 34–59, abr. 1998.
- CETIC. **Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Brasil - TIC Domicílios e Empresas 2013** Comitê Gestor da Internet no Brasil, , 2013. Disponível em: <<http://www.cetic.br/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-no-brasil-tic-domicilios-e-empresas-2013/165>>. Acesso em: 9 maio. 2017
- CHASE, R. B.; AQUILANO, N. J. **Operations Management for Competitive Advantage**. 10th edition ed. Boston, Mass: Irwin Professional Pub, 2004.
- CHINOSI, M.; TROMBETTA, A. BPMN: An introduction to the standard. **Computer Standards & Interfaces**, v. 34, n. 1, p. 124–134, jan. 2012.
- CHO, C.; LEE, S. A study on process evaluation and selection model for business process management. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 5, p. 6339–6350, 1 maio 2011.

- CIMINO, M. G. C. A. et al. Evaluating the impact of smart technologies on harbor's logistics via BPMN modeling and simulation. **Information Technology and Management**, v. 18, n. 3, p. 223–239, 1 set. 2017.
- CIRIBELLI, M. C. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7Letras, 2003.
- 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.
- CORRADINI, F.; POLINI, A.; RE, B. Inter-organizational business process verification in public administration. **Business Process Management Journal**, v. 21, n. 5, p. 1040–1065, 2015.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços - Uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros Softwares integrados de gestão**. 5. ed. Sao Paulo: Atlas, 2009.
- CORREA, J.; SPINOLA, M. DE M. Adoção, seleção e implantação de um ERP livre. **Production**, v. 25, n. 4, p. 956–970, dez. 2015.
- CÔRTEZ, P. L. **Administração de sistemas de informação**. São Paulo: Saraiva, 2008.
- COSTA, A. R.; SILVA, A. L. Programação da produção otimizada em indústrias de panificação. **Revista Produção Online**, v. 10, n. 1, p. 198–222, mar. 2010.
- CULL, R.; ELDABI, T. A hybrid approach to workflow modeling. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 23, n. 3, p. 268–281, 2010.
- CURCIO, K. et al. An analysis of the factors determining software product quality: A comparative study. **Computer Standards & Interfaces**, Special Issue on Information System in Distributed Environment. v. 48, p. 10–18, 1 nov. 2016.
- DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista Gestão Organizacional**, v. 6, n. 3, 28 jul. 2014.
- DANDARO, F.; MARTELLO, L. L. Planejamento e Controle de Estoque nas Organizações. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, n. 2, 28 jul. 2015.
- DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de processo como inovar na empresa através da tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- DAVENPORT, T. H. The coming commoditization of processes. **Harvard Business Review**, v. 83, n. 6, p. 100–108, 149, jun. 2005.
- DAVENPORT, T.; SHORT, J. The new industrial engineering: information technology and business process redesign. **Sloan Management Review**, v. 31, n. 4, p. 11–27, 1990.
- DEMING, W. E. **Out of the crisis**. 1. MIT Press ed ed. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2000.
- DHIR, T.; TOOR, P. S. T. Benefits of integrated business planning, forecasting, and process management. **Business Strategy Series**, v. 12, n. 6, p. 275–288, 8 nov. 2011.
- DJATNA, T.; LUTHFIYANTI, R. An Analysis and Design of Responsive Supply Chain for Pineapple Multi Products SME Based on Digital Business Ecosystem (DBE). **Procedia Manufacturing**, v. 4, p. 155–162, 2015.
- DRAGHICI, A. et al. Romanian Market Acceptance for Business Process Management Skills Development. **Procedia Technology**, 4th Conference of ENTERprise Information Systems –

aligning technology, organizations and people (CENTERIS 2012). v. 5, p. 537–546, 1 jan. 2012.

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.

ENTRINGER, T. C. et al. Reference Models for Production Planning and Control Systems: A Bibliometric Analysis and Future Perspectives. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 5, n. 8, 2 set. 2018.

ENTRINGER, T. C.; FERREIRA, A. DA S. **Metodologias de modelagem de processos de negócio: revisão e análise bibliométrica**. Simpósio de Engenharia de Produção. **Anais...** In: XXIV SIMPEP. Bauru: 2017

FAVARETTO, F. Impacto das incertezas da previsão da demanda no planejamento detalhado da produção. **P&D em Engenharia de Produção**, v. 10, n. 1, p. 101–108, 2012.

FENG, Y.; D'AMOURS, S.; BEAUREGARD, R. The value of sales and operations planning in oriented strand board industry with make-to-order manufacturing system: Cross functional integration under deterministic demand and spot market recourse. **International Journal of Production Economics**, v. 115, n. 1, p. 189–209, 1 set. 2008.

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

FERNANDES, L. J. et al. Production management of rolling mill rolls: a quantitative study case. **Production**, v. 23, n. 1, p. 120–134, mar. 2013.

FERREIRA, D.; ALMADA-LOBO, B.; MORABITO, R. Formulações monoestágio para o problema de programação da produção de bebidas dois estágios com sincronia. **Production**, v. 23, n. 1, p. 107–119, mar. 2013.

FRAMINAN, J. M.; RUIZ, R. Architecture of manufacturing scheduling systems: Literature review and an integrated proposal. **European Journal of Operational Research**, v. 205, n. 2, p. 237–246, 1 set. 2010.

FREITAS, A. L. P. A auto-avaliação de instituições de ensino superior: uma importante contribuição para a gestão educacional. **Revista Iberoamericana de Educació**, p. 1–15, 2004.

FUCHIGAMI, H. Y. et al. New priority rules for the flexible flow line scheduling problem with setup times. **Production**, v. 25, n. 4, p. 779–790, dez. 2015.

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.

GANSTERER, M. Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems. **International Journal of Production Economics**, Current Research Issues in Production Economics. v. 170, n. Part B, p. 521–528, 1 dez. 2015.

GEMINO, A.; WAND, Y. Complexity and clarity in conceptual modeling: Comparison of mandatory and optional properties. **Data & Knowledge Engineering**, Quality in conceptual modeling. v. 55, n. 3, p. 301–326, 1 dez. 2005.

GEORGES, M. R. R. Business process modeling and production control system specification in the self-adhesive industry. **Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 7, n. 3, p. 639–668, 2010.

- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIACON, E.; MESQUITA, M. A. DE. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p. 487–498, 2011.
- GIBB, F.; BUCHANAN, S.; SHAH, S. An integrated approach to process and service management. **International Journal of Information Management**, v. 26, n. 1, p. 44–58, fev. 2006.
- GIROTTI, L. J. et al. Production Planning and Control: a survey of teachers in Production Engineering. **Production**, v. 26, n. 1, p. 176–189, mar. 2016.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. MRP system: nervousness reduction and performance improvement. **Production**, v. 16, n. 1, p. 64–79, abr. 2006.
- GRIMSON, J. A.; PYKE, D. F. Sales and operations planning: an exploratory study and framework. **The International Journal of Logistics Management**, v. 18, n. 3, p. 322–346, 13 nov. 2007.
- GROSSMANN, I. Enterprise-wide optimization: A new frontier in process systems engineering. **AIChE Journal**, v. 51, n. 7, p. 1846–1857, 1 jul. 2005.
- GRUHN, V.; LAUE, R. **Adopting the Cognitive Complexity Measure for Business Process Models**. 2006 5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics. **Anais...** In: 2006 5TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE INFORMATICS. jul. 2006
- GUERRA, R. M. DE A.; SCHUSTER, J. V.; TONDOLO, V. A. G. Implantação de um modelo de MRP em uma empresa de médio porte do setor moveleiro. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 4, 20 fev. 2014.
- HADDAR, N. Z.; MAKNI, L.; ABDALLAH, H. B. Literature review of reuse in business process modeling. **Software & Systems Modeling**, v. 13, n. 3, p. 975–989, 1 jul. 2014.
- HARJUNKOSKI, I. et al. Scope for industrial applications of production scheduling models and solution methods. **Computers & Chemical Engineering**, v. 62, n. Supplement C, p. 161–193, 5 mar. 2014.
- 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.
- HO, J.-W.; FANG, C.-C. Production capacity planning for multiple products under uncertain demand conditions. **International Journal of Production Economics**, Special Issue on Service Science. v. 141, n. 2, p. 593–604, 1 fev. 2013.
- HUANG, Z. et al. Reinforcement learning based resource allocation in business process management. **Data & Knowledge Engineering**, v. 70, n. 1, p. 127–145, 1 jan. 2011.
- INTHURN, C. **Qualidade & teste de software**. Florianópolis: Visual Books, 2001.
- IRITANI, D. R. et al. Análise sobre os conceitos e práticas de Gestão por Processos: revisão sistemática e bibliometria. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 1, p. 164–180, mar. 2015.
- ISENBERG, R. Knowledge-based workcell controller for production planning in the electronics industry. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 3, n. 3, p. 67–81, 1988.

JACOBSEN, K. H. **Introduction to health research methods: a practical guide**. Sudbury, Mass: Jones & Bartlett Learning, 2012.

JI, Q.; WANG, Y.; HU, X. Optimal production planning for assembly systems with uncertain capacities and random demand. **European Journal of Operational Research**, v. 253, n. 2, p. 383–391, 1 set. 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.

JONSSON, P.; MATTSSON, S. A longitudinal study of material planning applications in manufacturing companies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 9, p. 971–995, 1 set. 2006.

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

KOCBEK, M. et al. Business process model and notation: The current state of affairs. **Computer Science and Information Systems**, v. 12, n. 2, p. 509–539, 2015.

KURTEL, K.; OZEMRE, M. Cohesive software measurement planning framework using ISO standards: a case study from logistics service sector. **Journal of Software: Evolution and Process**, v. 25, n. 7, p. 663–679, 1 jul. 2013.

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

LAPIDE, L. Sales and operations planning Part III: a diagnostic model. **The Journal of Business Forecasting**, v. 1, n. 24, p. 13–16, 2005.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

LEITE, M. **Acessando banco de dados com ferramentas RAD: aplicações em Delphi**. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

LEOPOLD, H.; MENDLING, J.; GÜNTHER, O. Learning from Quality Issues of BPMN Models from Industry. **IEEE Software**, v. 33, n. 4, p. 26–33, jul. 2016.

LIGEZA, A.; POTEMPA, T. AI approach to formal analysis of BPMN models: Towards a logical model for BPMN diagrams. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 257, p. 69–88, 2014.

LINGITZ, L. et al. Modelling of Flexibility Costs in a Decision Support System for Mid-term Capacity Planning. **Procedia CIRP**, v. 7, p. 539–544, 2013.

LIST, B.; KORHERR, B. **An Evaluation of Conceptual Business Process Modelling Languages**. Proceedings of the 2006 ACM Symposium on Applied Computing. **Anais...**: SAC '06. New York, NY, USA: ACM, 2006

LITTLE, D. et al. Business drivers not sector membership determine the most effective production planning and control; A novel approach to a perennial problem. **Production Planning and Control**, v. 11, n. 7, p. 721–729, 2000.

LITTLE, D. et al. Responsive manufacturing demands alignment of production control methods to business drivers. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 12, n. 3, p. 170–178, 2001.

LOEBLEIN, L. C. et al. Aplicação da Programação Linear para Minimização de Perdas em Indústria Metal Mecânica. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 4, 8 fev. 2013.

- LOPES, A. P. V. B. V.; CARVALHO, M. M. DE. The evolution of the literature on innovation in cooperative relationships: a bibliometric study for the last two decades. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 203–217, 2012.
- LÓPEZ-CAMPOS, M. A.; CRESPO, M.; GÓMEZ, F. Modelling using UML and BPMN the integration of open reliability, maintenance and condition monitoring management systems: An application in an electric transformer system. **Computers in Industry**, v. 64, n. 5, p. 524–542, 2013.
- LORENZI, R. S. et al. Utilização de Gráfico de Gantt para a Programação da Produção. **Revista Global Manager**, v. 15, n. 1, p. 55–68, 22 set. 2015.
- LU, X. H. et al. Study on Master Production Schedule in Manufacturing System for Medium and Small Manufacture Enterprises. **Applied Mechanics and Materials**, v. 252, p. 349–353, 2013.
- LUO, H. et al. A business process management platform for electric power industry based on BPMN2.0. **Dianli Xitong Zidonghua/Automation of Electric Power Systems**, v. 36, n. 18, p. 148–152, 2012.
- LUSTOSA, L. J.; MESQUITA, M. A. DE; OLIVEIRA, R. J. DE. **Planejamento e controle da produção**. 1. ed. [s.l.] Elsevier, 2008.
- MARANHÃO, M.; MACIEIRA, M. E. B. **O processo nosso de cada dia: modelagem de processos de trabalho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2011.
- MARASCO, A. Third-party logistics: A literature review. **International Journal of Production Economics**, Research and Applications in E-Commerce and Third-Party Logistics Management. v. 113, n. 1, p. 127–147, 1 maio 2008.
- MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2009.
- MARIEL, K.; MINNER, S. Strategic capacity planning in automotive production networks under duties and duty drawbacks. **International Journal of Production Economics**, Current Research Issues in Production Economics. v. 170, n. Part B, p. 687–700, 1 dez. 2015.
- MARTÍNEZ, K. Y. P. et al. Planejamento da produção na indústria de embalagens de polpa moldada. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 3, p. 649–660, set. 2016.
- MARTINEZ-OLVERA, C. Reference model of the manufacturing execution activity in make-to-order environments. **International Journal of Production Research**, v. 47, n. 6, p. 1635–1659, 2009.
- MARTINS, G. DE A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas (3a. ed.)**. São Paulo: Grupo Gen - Atlas, 2016.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- MENDES, M. R.; FILHO, L. C. DE B. A Experiência da Elaboração de um PCP: um Caso de uma Indústria de Alimentos. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 2, n. 2, 27 jul. 2017.
- METAXIOTIS, K. S.; PSARRAS, J. E.; ERGAZAKIS, K. A. Production scheduling in ERP systems: An AI-based approach to face the gap. **Business Process Management Journal**, v. 9, n. 2, p. 221–247, abr. 2003.
- MEYER, W.; ISENBERG, R.; HUBNER, M. Knowledge-based factory supervision the cim shell. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 1, n. 1, p. 31–43, 1988.
- MILNE, R. J.; MAHAPATRA, S.; WANG, C.-T. Optimizing planned lead times for enhancing performance of MRP systems. **International Journal of Production Economics**, v. 167, p. 220–231, 1 set. 2015.

MOODY, D. The “Physics” of Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 35, n. 6, p. 756–779, nov. 2009.

MOODY, D. L. Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions. **Data & Knowledge Engineering**, Quality in conceptual modeling. v. 55, n. 3, p. 243–276, 1 dez. 2005.

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.

MUNHOZ, J. R.; MORABITO, R. A robust optimization approach for the aggregate production planning in the citrus industry. **Production**, v. 23, n. 2, p. 422–435, jun. 2013.

MUTHIAH, A.; RAJKUMAR, R. Scheduling problem solving using genetic and greedy algorithms. **International Journal of Computer Aided Engineering and Technology**, v. 9, n. 2, p. 207, 2017.

NAKANO, M. Collaborative forecasting and planning in supply chains: The impact on performance in Japanese manufacturers. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 39, n. 2, p. 84–105, 13 mar. 2009.

NAVOR-GALEANA, N. P. et al. Analysis of processes centered to the patient in the radiology area: An approach oriented to modeling business processes. **Revista Mexicana de Ingeniería Biomedica**, v. 34, n. 3, p. 205–216, 2013.

NEELY, A. D.; BYRNE, M. D. A simulation study of bottleneck scheduling. **International Journal of Production Economics**, v. 26, n. 1, p. 187–192, 1 fev. 1992.

NEUBAUER, T. An empirical study about the status of business process management. **Business Process Management Journal**, v. 15, n. 2, p. 166–183, 17 abr. 2009.

NIST. **FIPS Publication 183 released of IDEFØ**. National Institute of Standards and Technology, Computer Systems Laboratory, , 1993.

NOROOZI, S.; WIKNER, J. Sales and operations planning in the process industry: A literature review. **International Journal of Production Economics**, v. 188, p. 139–155, 1 jun. 2017.

NOVAS, J. M.; HENNING, G. P. Reactive scheduling framework based on domain knowledge and constraint programming. **Computers & Chemical Engineering**, 10th International Symposium on Process Systems Engineering, Salvador, Bahia, Brasil, 16-20 August 2009. v. 34, n. 12, p. 2129–2148, 9 dez. 2010.

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.

OLHAGER, J.; RUDBERG, M. Linking manufacturing strategy decisions on process choice with manufacturing planning and control systems. **International Journal of Production Research**, v. 40, n. 10, p. 2335–2351, 1 jan. 2002.

OLHAGER, J.; RUDBERG, M.; WIKNER, J. Long-term capacity management: Linking the perspectives from manufacturing strategy and sales and operations planning. **International Journal of Production Economics**, Strategic Planning for Production Systems. v. 69, n. 2, p. 215–225, 25 jan. 2001.

OLHAGER, J.; SELLDIN, E. Manufacturing planning and control approaches: market alignment and performance. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 6, p. 1469–1484, 15 mar. 2007.

- OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN)**. Object Management Group, , 2011. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>>. Acesso em: 28 set. 2017
- ORNEK, A. M.; CENGIZ, O. Capacitated lot sizing with alternative routings and overtime decisions. **International Journal of Production Research**, v. 44, n. 24, p. 5363–5389, 15 dez. 2006.
- OYEMOMI, O. et al. How knowledge sharing and business process contribute to organizational performance: Using the fsQCA approach. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 11, p. 5222–5227, nov. 2016.
- PÁDUA, S. I. D. DE; 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, ago. 2004.
- PALMBERG, K. Exploring process management: are there any widespread models and definitions? **The TQM Journal**, v. 21, n. 2, p. 203–215, 27 fev. 2009.
- PANDEY, P. C.; YENRADEE, P.; ARCHARIYAPRUEK, S. A finite capacity material requirements planning system. **Production Planning & Control**, v. 11, n. 2, p. 113–121, 1 jan. 2000.
- PARTHASARATHY, S.; SHARMA, S. Impact of customization over software quality in ERP projects: an empirical study. **Software Quality Journal**, v. 25, n. 2, p. 581–598, 1 jun. 2017.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PERIN, E. **TI para Negócios - Como Fazer a Tecnologia Trabalhar Pelo seu Sucesso e da Sua Empresa**. Netpress Books, , 2010.
- PERSONA, A.; REGATTIERI, A.; ROMANO, P. An integrated reference model for production planning and control in SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 15, n. 7, p. 626–640, 2004.
- PINGGERA, J. et al. Styles in business process modeling: an exploration and a model. **Software & Systems Modeling**, v. 14, n. 3, p. 1055–1080, 1 jul. 2015.
- PLITSOS, S. et al. Energy-aware decision support for production scheduling. **Decision Support Systems**, v. 93, n. Supplement C, p. 88–97, 1 jan. 2017.
- PORTER, K. et al. Manufacturing classifications: Relationships with production control systems. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 10, n. 4, p. 189–199, 1999.
- PROKOPETS, L. S&OP: what you can learn from the top performers. **Supply Chain Management Review**, v. 16, n. 5, maio 2012.
- PYON, C. U.; WOO, J. Y.; PARK, S. C. Service improvement by business process management using customer complaints in financial service industry. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 4, p. 3267–3279, 1 abr. 2011.
- RACHDI, A.; EN-NOUAARY, A.; DAHCHOUR, M. Liveness and Reachability Analysis of BPMN Process Models. **Journal of Computing and Information Technology**, v. 24, n. 2, p. 195–207, 30 jun. 2016.
- RAMPAZZO, L. **Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. São Paulo: Loyola, 2011.
- RAYMUNDO, E. A.; GONÇALVES, L. W. N.; RIBEIRO, N. S. Pesquisa Operacional na Tomada de Decisão: Modelo de Otimização de Produção e Maximização do Lucro. **Journal of Management & Technology**, v. 3, n. 1, 20 abr. 2015.

- REA, L. M. et al. **Metodologia de pesquisa do planejamento à execução**. São Paulo: Pioneira, 2002.
- RECKER, J. C. Opportunities and constraints: the current struggle with BPMN. **Business Process Management Journal**, v. 16, n. 1, p. 181–201, 2010.
- REGO, J. R. DO; MESQUITA, M. A. DE. Controle de estoque de peças de reposição em local único: uma revisão da literatura. **Production**, v. 21, n. 4, p. 645–666, 2011.
- REPA, V.; BRUCKNER, T. Methodology for Modeling and Analysis of Business Processes (MMABP). **Journal of Systems Integration**, v. 6, n. 4, p. 17–28, 30 out. 2015.
- ROLÓN, E. et al. Towards a Framework for Evaluating Usability of Business Process Models with BPMN in Health Sector. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 5603–5610, 2015.
- ROMERO-SILVA, R.; SANTOS, J.; HURTADO, M. A framework for studying practical production scheduling. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 6, p. 438–450, 26 abr. 2015.
- ROSA, H.; MAYERLE, S. F.; GONÇALVES, M. B. Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação. **Production**, v. 20, n. 4, p. 626–638, dez. 2010.
- ROSÁRIO, A. O. S. **Gerenciamento de Processos no âmbito da Gestão dos Programas de Pós-Graduação: A Técnica de Modelagem para Documentação de Processos**. Dissertação de Mestrado em Gestão e Tecnologias aplicadas à Educação. Programa de Pós-graduação Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação—Salvador: Universidade do Estado da Bahia, 2013.
- ROZMAN, T.; HORVAT, R. V.; ROZMAN, I. Modeling the standard compliant software processes in the university environment. **Business Process Management Journal**, v. 14, n. 1, p. 53–64, 2008.
- RUB, F. A. A.; ISSA, A. A. A business process modeling-based approach to investigate complex processes: Software development case study. **Business Process Management Journal**, v. 18, n. 1, p. 122–137, 3 fev. 2012.
- RUIZ, F. et al. Business process modeling in healthcare. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 179, p. 75–87, 2012.
- RUMMLER, G. A.; BRACHE, A. P. **Improving performance: how to manage the white space on the organization chart**. 2. ed. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1995.
- SAGBANSUA, L. Information Technologies and Material Requirement Planning (MRP) in Supply Chain Management (SCM) as a Basis for a New Model. **Bulgarian Journal of Science and Education Policy**, v. 4, n. 2, p. 236–247, 1 nov. 2010.
- 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.
- SANTOS, J. G. Planejamento e Controle da Produção de Havaianas: Um estudo de caso na Alpargatas de Campina Grande/PB. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 3, 7 nov. 2013.
- SANTOS, J. J. **Contabilidade e Análise de Custos**. Administraco edition ed. [s.l.] Atlas, 2011.
- SANTOS, R. T.; SARAIVA, A. M. A Reference Process for Management Zones Delineation in Precision Agriculture. **IEEE Latin America Transactions**, v. 13, n. 3, p. 727–738, 2015.
- SCHEER, A.-W. **ARIS - Business Process Frameworks**. 3. ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2000.

- SCHERUHN, H.-J.; VON ROSING, M.; FALLON, R. L. Information Modeling and Process Modeling. In: **The Complete Business Process Handbook**. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 515–554.
- SCHMAL, R. F.; OLAVE, T. Y. Optimization of the customer service process in a restaurant during high season demand. **Informacion Tecnologica**, v. 25, n. 4, p. 27–34, 2014.
- SEETHAMRAJU, R. Business process management: a missing link in business education. **Business Process Management Journal**, v. 18, n. 3, p. 532–547, 1 jun. 2012.
- SEGATTO, M.; PÁDUA, S. I. D.; MARTINELLI, D. P. Business process management: a systemic approach? **Business Process Management Journal**, v. 19, n. 4, p. 698–714, 19 jul. 2013.
- SETHY, N. K.; BEHERA, D. K. Intelligent production scheduling a case study. **International Journal of Mechanical Engineering and Technology**, v. 8, n. 2, p. 283–298, 2017.
- SHRESTHA, A. et al. Benefits and relevance of International Standards in a design science research project for process assessments. **Computer Standards & Interfaces**, v. 60, p. 48–56, nov. 2018.
- 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.
- SILVA, D. **Business process models: comparative analysis of notations**. Dissertação de Mestrado—Braga, Portugal: Universidade do Minho, 2015.
- SILVA, B. J. V. DA; MORABITO, R.; YAMASHITA, D. S. Otimização na programação de montagens na indústria aeronáutica. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 1, p. 33–44, mar. 2014.
- SILVA, T. F. G.; LEITE, M. S. A. A influência da gestão da capacidade na determinação do custo unitário de produção: um estudo de caso em uma empresa de embalagens plásticas flexíveis. **Revista Produção Online**, v. 13, n. 3, p. 915, 16 ago. 2013.
- SILVEIRA, D. S.; CRUZ, P. O. S.; SCHMITZ, E. A. Heurísticas para Extração dos Casos de Uso de Negócio a Partir da Modelagem de Processos. **Atas da Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação**, v. 3, n. 3, 18 jul. 2016.
- SINGH, M. G.; HINDI, K. A multilevel multilayer framework for manufacturing control. **Journal of Intelligent & Robotic Systems**, v. 4, n. 1, p. 75–93, 1991.
- SINNL, T.; VOM BROCKE, J. Culture in business process management: a literature review. **Business Process Management Journal**, v. 17, n. 2, p. 357–378, 19 abr. 2011.
- SIRIRAM, R. A Soft and Hard Systems Approach to Business Process Management. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 29, n. 1, p. 87–100, 1 jan. 2012.
- SKRINJAR, R.; TRKMAN, P. Increasing process orientation with business process management: Critical practices'. **International Journal of Information Management**, v. 33, n. 1, p. 48–60, fev. 2013.
- SMIRNOV, S. et al. Action patterns in business process model repositories. **Computers in Industry**, Managing Large Collections of Business Process Models. v. 63, n. 2, p. 98–111, 1 fev. 2012.
- SOFFER, P.; WAND, Y. Goal-Driven Multi-Process Analysis. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 8, n. 3, 1 mar. 2007.
- STADTLER, H.; KILGER, C. (EDS.). **Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software and case studies**. 3rd ed ed. Berlin ; New York: Springer, 2005.

- STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- SURYN, W.; LAVERDIÈRE, F. The applicability analysis of ISO/IEC 9126 series of standards in telecom sector: the example of softswitch category of software. **Software Quality Journal**, v. 15, n. 4, p. 417–448, 1 dez. 2007.
- SYNTETOS, A. A.; BOYLAN, J. E.; CROSTON, J. D. On the categorization of demand patterns. **Journal of the Operational Research Society**, v. 56, n. 5, p. 495–503, maio 2005.
- TAAI, M.; WORTMANN, J. C. Integrating MRP and finite capacity planning. **Production Planning & Control**, v. 8, n. 3, p. 245–254, 1 jan. 1997.
- TATSIPOULOS, I. P. An orders release reference model as a link between production management and shop floor control software. **Computers in Industry**, v. 33, n. 2–3, p. 335–344, 1997.
- TATSIPOULOS, I. P.; MEKRAS, N. D. An expert system for the selection of production planning and control software packages. **Production Planning and Control**, v. 10, n. 5, p. 414–425, 1999.
- TEHRANI, J.; LIU, K.; MICHEL, V. Ontology modeling for generation of clinical pathways. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 5, n. 2, p. 442–456, 2012.
- 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.
- THOMÉ, A. M. T. et al. Sales and operations planning and the firm performance. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 61, n. 4, p. 359–381, 20 abr. 2012a.
- THOMÉ, A. M. T. et al. Sales and operations planning: A research synthesis. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 1, p. 1–13, 1 jul. 2012b.
- THOMÉ, A. M. T.; SOUSA, R. S.; CARMO, L. F. R. R. S. DO. The impact of sales and operations planning practices on manufacturing operational performance. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 7, p. 2108–2121, 3 abr. 2014.
- 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.
- THURER, M.; GODINHO FILHO, M. Lead time reduction and improved tardiness performance in small and medium sized Make-to-Order Companies: the Workload Control (WLC) approach, a solution for Production Planning and Control (PPC). **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 43–58, 2012.
- TRKMAN, P. The critical success factors of business process management. **International Journal of Information Management**, v. 30, n. 2, p. 125–134, abr. 2010.
- TSAI, T.; SATO, R. A UML model of agile production planning and control system. **Computers in Industry**, v. 53, n. 2, p. 133–152, 1 fev. 2004.
- TU, Y.-M.; LU, C.-W. Best Capacity Scale of Wafer Fabrication Based on Production Performance and Cost. **IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing**, v. 29, n. 4, p. 419–428, nov. 2016.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

- TUOMIKANGAS, N.; KAIPIA, R. A coordination framework for sales and operations planning (S&OP): Synthesis from the literature. **International Journal of Production Economics**, v. 154, p. 243–262, 1 ago. 2014.
- VAN DER AALST, W. M. P.; TER HOFSTEDE, A. H. M. Verification Of Workflow Task Structures: A Petri-net-baset Approach. **Information Systems**, v. 25, n. 1, p. 43–69, 1 mar. 2000.
- VASKO, M.; DUSTDAR, S. **A view based analysis of workflow modeling languages**. 14th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing (PDP'06). **Anais...** In: 14TH EUROMICRO INTERNATIONAL CONFERENCE ON PARALLEL, DISTRIBUTED, AND NETWORK-BASED PROCESSING (PDP'06). fev. 2006
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- 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.
- VOSNIAKOS, G. C. Teaching manufacturing systems integration through data modelling and network exchange simulation. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 31, n. 2, p. 113–131, 2003.
- WAGNER, S. M.; ULLRICH, K. K. R.; TRANSCHEL, S. The game plan for aligning the organization. **Business Horizons**, v. 57, n. 2, p. 189–201, 1 mar. 2014.
- WALLACE, T. Forecasting and Sales & Operations Planning: Synergy in Action. **The Journal of Business Forecasting**, v. 25, n. 1, p. 16, 1 abr. 2006.
- WANKE, P. A conceptual framework for inventory management: focusing on low consumption items. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 4, p. 677–687, dez. 2012.
- WATTANAPORNPROM, 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
- WFMC. **What is BPM? - Workflow Management Coalition**. Disponível em: <<http://www.wfmc.org/what-is-bpm>>. Acesso em: 25 maio. 2017.

WHITE, S. A. **Introduction to BPMN**. IBM Software Group, , 16 out. 2006. Disponível em: <http://www.omg.org/news/meetings/workshops/soa-bpm-mda-2006/00-T4_White.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2017

WILLIAMS, S. Business Process Modeling Improves Administrative Control. **Automation**, p. 44–50, 1967.

YENISEY, M. M. A flow-network approach for equilibrium of material requirements planning. **International Journal of Production Economics**, v. 102, n. 2, p. 317–332, 1 ago. 2006.

ZHANG, Y. et al. The Design and Implementation of a Process-Driven Higher Educational Administrative System. **IERI Procedia**, International Conference on Future Computer Supported Education, August 22- 23, 2012, Fraser Place Central - Seoul. v. 2, p. 176–182, 1 jan. 2012.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO DO SOFTWARE DE PCP



Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Esta é uma pesquisa acadêmica que tem por objetivo avaliar o protótipo do software de Planejamento e Controle da Produção (PCP) desenvolvido a partir do modelo de referência que contempla os módulos do Planejamento de Vendas e Operações e Planejamento Agregado, Planejamento Mestre da Produção, Planejamento de Requisitos de Materiais e Programação da Produção. Não há necessidade de identificar-se. Por favor, leia atentamente as instruções e responda TODAS as questões assinalando a resposta que melhor reflete a sua opinião. Obrigado por seu tempo e atenção!

Tulio Cremonini Entringer – mestrando
e-mail: tulio_entringer@hotmail.com

Prof. Ailton da Silva Ferreira
e-mail: ailtonsilvaferreira@yahoo.com.br

SOBRE O PERFIL DO RESPONDENTE

1. Gênero: () masculino () feminino
2. Idade: () menos de 20 anos () de 21 a 30 anos () de 31 a 40 anos () de 41 a 50 anos () mais de 50 anos
3. Escolaridade: () pós-graduação () graduação () curso técnico () ensino médio () ensino fundamental
4. Há quanto tempo você trabalha nesta empresa? () há menos de 1 ano () de 1 a 5 anos () de 6 a 10 anos () de 11 a 20 anos () acima de 20 anos
5. Posição na Empresa: () nível de chefia () nível operacional () estagiário
6. Em relação a esta empresa você é: () funcionário () terceiro () estagiário

Caracterize brevemente sua empresa marcando com um (X) as respostas mais apropriadas às questões a seguir:

SOBRE O PERFIL DA EMPRESA

7. Setor da empresa: () cerâmica () calçado () madeireira () manufatureira () metalomecânica () química () têxtil () alimentícia () outro
8. Na sua opinião, seu mercado é: () muito competitivo () pouco competitivo
9. Sua empresa produz principalmente: () sob encomenda () para estoque
10. Seus produtos têm estrutura: () complexa () simples
11. A empresa já realizou a modelagem de processos de negócios? () Sim () Não

Modelagem de processos de negócio a atividade de representação de processos de uma empresa, de modo que o processo atual pode ser analisado e melhorado.

12. Qual o grau de importância percebida na atividade de modelagem de processos de negócios a fim de desenvolver ferramentas e sistemas de gestão empresarial?
() muito alta () alta () média () baixa () muito baixa
13. Qual o grau de prioridade de um software PCP (Planejamento e Controle da Produção) na sua empresa, atualmente, segundo a visão do responsável?
() muito alta () alta () média () baixa () muito baixa
14. A empresa possui algum tipo de sistema ou ferramenta de gestão para auxiliar no Planejamento e Controle da Produção (PCP)? () Sim () Não

15. Caso a resposta seja positiva, comente se são *softwares* de mercado, desenvolvidos sob medida por empresa externa, desenvolvidos internamente ou uma mistura. Ainda nesse caso, faça uma avaliação dos resultados obtidos com a utilização desses *softwares* e perspectivas de novos investimentos em informatização da função:

16. Caso a resposta seja negativo, cite o(s) motivo(s) pelo qual/quais a empresa não adotou um sistema ou ferramenta de gestão do Planejamento e Controle da Produção (PCP):

Por favor, leia as questões atentamente e marque a alternativa, utilizando a escala disponível, que melhor refletir sua resposta

SOBRE A QUALIDADE DO PROTÓTIPO DO SOFTWARE

Funcionalidade

17. Como você avalia o atendimento das necessidades á que se propõe o *software*?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

18. Como você avalia a facilidade de navegação entre as atividades?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

19. Como você avalia a clareza e organização das informações?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

20. Como você avalia a exatidão e coerência dos resultados gerados pelo sistema?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

21. Como você avalia o quão completo e suficiente é o conteúdo da informação fornecida pelo sistema?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

Confiabilidade

22. Como você avalia a capacidade do sistema em disponibilizar a informação no momento necessário para seu uso?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

23. Como você avalia a capacidade do sistema em manter seu funcionamento em circunstâncias de rotina?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

24. Como você avalia a ocorrência de erros, travamentos e falhas quando o sistema está em funcionamento?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

Usabilidade

25. Como você avalia a facilidade de utilização do sistema?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

26. Como você avalia a facilidade de visualizar a inter-relação das várias etapas do sistema?

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
----------------	-------------	----------------	------------	------------------

