UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE DECISÃO EM AMBIENTE DE PRODUÇÃO COM GESTÃO DE MÚLTIPLOS PROJETOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Édio Patric Guarienti

Santa Maria, RS, Brasil.
2013

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE DECISÃO EM AMBIENTE DE PRODUÇÃO COM GESTÃO DE MÚLTIPLOS PROJETOS

Édio Patric Guarienti

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Gerência de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Profª. Dra. Leoni Pentiado Godoy

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

Guarienti, Édio Patric
ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE DECISÃO EM AMBIENTE DE PRODUÇÃO COM GESTÃO DE MÚLTIPLOS PROJETOS / Édio Patric Guarienti.-2013.
92 p.; 30cm

Orientadora: Leoni Pentiado Godoy
Coorientador: Andrey Ricardo da Silva
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2013

1. Projetos industriais 2. Portfólio de projetos 3. Múltiplos projetos 4. Tomada de decisão 5. Ferramentas de auxílio à decisão I. Godoy, Leoni Pentiado II. Silva, Andrey Ricardo da III. Título.

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

© 2013
Todos os direitos autorais reservados a Édio Patric Guarienti. A reprodução de partes ou de todo este trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.
Endereço: Rua Érica, 47, Apto 201, Érica, Panambi – RS. CEP. 98280-000.
Fone (0xx) 55 9994 0715; Endereço Eletrônico: edioguarienti@yahoo.com.br

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE DECISÃO EM AMBIENTE DE PRODUÇÃO COM GESTÃO DE MÚLTIPLOS PROJETOS

elaborada por
Édio Patric Guarienti

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção

COMISSÃO EXAMINADORA:

_____
Leoni Pentiado Godoy, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

_____
Andrey Ricardo da Silva, Dr. (UFSM)
(Co-orientador)

_____
Clandia Maffini Gomes, Dra. (UFSM)

_____
Mário Luiz Santos Evangelista, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 22 de Fevereiro de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho...
A Deus.
Aos meus pais pelo apoio, incentivo e auxilio.
A minha namorada, pelo companheirismo, incentivo e ajuda nos momentos que necessitei.
Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSM, pela oportunidade de construir conhecimento e crescimento intelectual e humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da sabedoria, pela determinação em buscar atingir os objetivos traçados de crescimento e desenvolvimento pessoal, e hoje estar conquistando mais uma etapa.

Agradeço a professora orientadora Leoni Pentiado Godoy, pela oportunidade de crescimento intelectual e humano, pelo auxílio e pelos desafios propostos durante este curto período de convivência.

Ao amigo professor Adalberto Lovato, pelo incentivo, pelas conversas e conselhos em dedicar-se sempre e seguir em frente na conquista de conhecimento e ideais.

A minha família pela credibilidade e incentivo durante todo o percurso de minha caminhada na construção do meu conhecimento.

Ao Grupo Fockink, pela oportunidade cedida de coleta de dados e embasamento técnico para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pela oportunidade de crescimento e construção de conhecimento. A CAPES pelo auxílio financeiro.

EPÍGRAFE

“A ciência nunca resolve um problema sem criar outros dez”.

(GORGE BERNARD SHAW).

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE DECISÃO EM AMBIENTE DE PRODUÇÃO COM GESTÃO DE MÚLTIPLOS PROJETOS

AUTOR: ÉDIO PATRIC GUARIENTI
ORIENTADORA: LEONI PENTIADO GODOY
CO-ORIENTADOR: ANDREY RICARDO DA SILVA
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 22 de Fevereiro de 2013.

A presente dissertação tem por objetivo desenvolver um modelo de decisão de sequenciamento de atividades de produção para otimizar o tempo de entrega de projetos. A pesquisa classifica-se como aplicada e descritiva com abordagem qualitativa e quantitativa, tendo como procedimento o estudo de caso único. Para o desenvolvimento do modelo de decisão foi utilizado o mapeamento de fluxo do processo para a identificação dos pontos críticos de controle e determinação dos critérios de avaliação e priorização das atividades de projetos para cada subprocesso. Depois, foram mensurados todos os critérios de avaliação identificados através de fórmulas matemáticas e posteriormente foi elaborada uma ferramenta de simulação de priorização e decisão em múltiplos projetos a fim de sequenciar as atividades de produção. A base de construção da ferramenta de simulação foi o software aplicativo Excel®. A ferramenta foi utilizada num nível hierárquico inferior para identificar os projetos a serem executados com melhor êxito, visando maximizar o faturamento. O modelo foi testado numa indústria eletromecânica do Noroeste do Rio Grande do Sul, onde foi selecionado aleatoriamente seis projetos com engenharia e produção sob encomenda (ETO e MTO) de uma média de vinte projetos que são executados por mês. Como resultado, obteve-se dos projetos analisados, de acordo com critérios adotados, qual deveria ser priorizado na produção sem comprometer o prazo de entrega ao cliente e o faturamento da empresa. Portanto, pode-se concluir que a ferramenta pode auxiliar na priorização de execução de projetos do tipo (ETO e MTO).

Palavras-chave: Projetos industriais. Portfólio de projetos. Múltiplos projetos. Priorização. Tomada de decisão. Ferramentas de auxílio à decisão.

ABSTRACT

Master Course Dissertation
Pos Graduation Program in Production Engineering
Universidade Federal de Santa Maria

ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF A DECISION MODEL IN PRODUCTION ENVIRONMENT WITH MULTI-PROJECT MANAGEMENT

AUTHOR: ÉDIO PATRIC GUARIENTI
ADVISER: LEONI PENTIADO GODOY
CO-ADVISER: ANDREY RICARDO DA SILVA
Defense Place and Date: Santa Maria, February 22nd, 2013.

This dissertation aims to develop a decision model for sequencing production activities to optimize the delivery time of projects. The survey classify him as applied and descriptive with qualitative and quantitative approach, having how the procedure the single case study. To develop the decision model was used the process flow map to identify the critical control points and determining the evaluation and priorization criteria of project activities for each subprocess. After, it were measured all evaluation criteria identified by mathematical formulas and it was subsequently drafted a simulation tool for priorization and decision on multiple projects to sequence the production activities. The base-building of simulation tool was the Microsoft Excel® software application. The tool was used in a lower hierarchical level to identify the projects to be executed with better success, aiming to maximize revenue. The model was tested in a electromechanical industry located in northwest of Rio Grande do Sul, where it was randomly selected six projects with engineering and custom manufacturing(ETO and MTO) among twenty projects that are executed in average per month. As a result, it was obtained the projects analyzed according to criteria adopted, which should be prioritized in production without compromising delivery time to the customer and the earnings of the company. Therefore, one can conclude that the tool can assist in prioritization of project execution type (ETO and MTO).

***Keywords*:** Projects industries. Project portfolio. Multiple projects. Prioritization. Decision making. Tools to aid the decision.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de problemáticas de decisão de referência. 30
Quadro 2 - Propostas de critérios de priorização adotadas por algumas organizações. 32
Quadro 3 - Fatores, técnicas e abordagens do PCP. 35
Quadro 4 - Relação entre P & D e Ambiente de Manufatura. 36
Quadro 5 - Estruturas de produção definidas com a chegada do pedido 37
Quadro 6 - Tipos de produção 38
Quadro 7 - Caracterização de arranjos físicos de produção sob encomenda. 39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estruturas conceituais do OPM3. 28
Figura 2 - Integração dos grupos de processos OPM3 conforme estruturação das gestões. 28
Figura 3 - Ciclo de vida do projeto 29
Figura 4 - Gestão de portfólio: priorização de projetos. 32
Figura 5 – Ambientes de manufatura de produção. 33
Figura 6 - Interação do PCP com os quatro ambientes de manufatura 35
Figura 7 - Visão *supply chain* na determinação do ambiente de manufatura. 36
Figura 8 - Estrutura da estratégia de produção. 41
Figura 9 - Atividades de responsabilidade de execução do Planejamento e da Programação . 42
Figura 10 - Forma Hierárquica do Planejamento, Programação e Controle da Produção 43
Figura 11 - Sequencia e técnicas utilizadas no desenvolvimento da pesquisa. 46
Figura 12 - Representação esquemática do conjunto de planilhas do simulador de decisão. .. 48
Figura 13 - Pontos de cálculo de carga de projetos para a análise de decisão 51
Figura 14 - Subcritérios da Fase 1 – Engenharia de orçamentos e comercialização. 53
Figura 15 - Estrato do fluxograma da Fase 1 - coeficientes de risco do cliente. 55
Figura 16 – Subcritérios da Fase 2 – Engenharia de projetos 56
Figura 17 – Exemplo de cálculo do Fator de priorização – *Fprior01*. 57
Figura 18 – Subcritérios da Fase 3 – Engenharia de suprimentos 60
Figura 19 – Subcritérios da Fase 4 – Engenharia de manufatura 61
Figura 20 – Subcritérios da Fase 5 – Engenharia de Execução/Instalações. 63
Figura 21 – Estrutura hierárquica de cálculo do Nível 2 – Critérios 65
Figura 22 – Estrutura hierárquica de cálculo do Nível 3– Subcritérios de Priorização 65
Figura 23 – Estrutura hierárquica de cálculo do Nível 3 – Subcritérios de Análise de Risco.. 66
Figura 24 – Estrutura hierárquica de cálculo do Nível 3 – Subcritérios de Análise Econômica 66
Figura 25 – Tela inicial do simulador. 68
Figura 26 – Tela de cadastro de projetos e atividades do simulador. 68
Figura 27 – Tela de manutenção de projetos e atividades do simulador. 69
Figura 28 – Tela de análise do Critério de Análise econômica do simulador. 70
Figura 29 – Tela de análise do Critério de Risco do simulador. 70
Figura 30 – Tela de análise do Critério de Priorização do simulador. 71
Figura 31 – Interações da linha de produção estudada com as demais áreas. 73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Disponibilidade de recursos (pessoas) alocados para simulação na fase 2 – engenharia de projetos.....78
Gráfico 2 – Disponibilidade de recursos (pessoas) alocados para simulação na fase 4 – engenharia de manufatura. 79
Gráfico 3 – Variação do valor residual em relação aos valores originais dos projetos.....80
Gráfico 4 – Valor residual dos projetos comparados. 82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das atividades do Projeto A 74
Tabela 2 – Descrição das atividades do Projeto B..... 74
Tabela 3 – Descrição das atividades do Projeto C..... 75
Tabela 4 – Descrição das atividades do Projeto D 76
Tabela 5 – Descrição das atividades do Projeto E..... 76
Tabela 6 – Descrição das atividades do Projeto E..... 77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – *Analytic Hierachy Process*

ATO – *Assemble to Order*

CA – Custo Associado

CMO – Custo de Mão de Obra de Orçamentação

ETO – *Engineering to order*

FCA – Fator de Carregamento Associado

MPS – *Master Production Schedule*

MRP – *Material Requirement Planning*

MRP II – *Manufacturing Resource Planning*

MTO – *Make to Order*

MTS – *Make to Stock* - fabricação para estoque

OPM3 – *Organization Project Management Maturity Model*

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PERT – *Program Evaluation and Review Technique*

CPM – *Critical Path Method*

PMBOK – *Project management body of knowledge*

PMI – *Project Management Institute*

PPOP – Penalidade por Perda de Oportunidade de Produção

S&OP – *Sales & Operations Planning*

VBA – *Visual Basic for Applications*

VFA – Valor financeiro da atividade do projeto

VME – Valor Monetário Esperado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
1.1 Problema de Pesquisa 18
1.2 Justificativa 18
1.3 Objetivos 19
1.3.1 Objetivo Geral 19
1.3.2 Objetivos Específicos 19
1.4 Estrutura do trabalho 20

2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA 21
2.1 Projetos industriais 21
2.1.1 Qualidade em projetos 23
2.1.2 Multiprojetos industriais 26
2.2. Portfólios de projetos industriais 27
2.3 Tomada de decisão em projetos 30
2.3.1 Priorização de projetos 31
2.4 Produção industrial 33
2.4.1 Tipos e ambientes de manufatura de produção 33
2.4.2 Estratégias de produção 40
2.4.3 Planejamento e programação da Produção 42
2.4.4 Programação da produção sob encomenda 44

3 METODOLOGIA DE PESQUISA 45
3.1 Enquadramento metodológico 45
3.2 Etapa 1: Conhecimento do processo 47
3.3 Etapa 2: Desenvolvimento da solução 47
3.4 Etapa 3: Implementação da solução 48

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE DECISÃO 49
4.1 O modelo de decisão 49
4.2Etapas de cálculo do Fator de Carregamento Associado - FCA 49
4.3 Detalhamento da estrutura de cálculo do FCA por Fase 52
4.3.1 Fase 1 – Engenharia de Orçamentos e Comercialização 52
4.3.2 Fase 2– Engenharia de Projetos 55
4.3.3 Fase 3 - Engenharia de Suprimentos 59
4.3.4 Fase 4 – Engenharia de Manufatura 61
4.3.5 Fase 5 - Engenharia de Execução/Instalações. 61
4.4 Elaboração da ferramenta de análise 63
4.4.1 Estrutura Hierárquica de Análise 63
4.4.2 Ferramenta de Análise de Decisão em Projetos 67

5 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO EM AMBIENTE DE PRODUÇÃO MULTI-PROJETOS 72
5.1 Ambiente de aplicação 72
5.1.1 Ambiente 1: Processo de produção de painéis elétricos 72
5.2 Resultados comparativos 79

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇOES 83
6.1 Considerações finais 83

6.2 Sugestões para trabalhos futuros 85

1 INTRODUÇÃO

A competitividade aliada com a evolução tecnológica e a valorização do gerenciamento da qualidade têm exigido cada vez mais que as organizações busquem aprimorar suas táticas e estratégias para dinamizar seus produtos, processos e serviços, de modo à assegurar-lhes vantagem competitiva no mercado e garantia de entrega e satisfação do cliente.

Neste contexto as indústrias, têm buscado munir-se de métodos e ferramentas que lhes auxiliem na tomada de decisão estratégica nos mais diversos segmentos, a citar empresas que operam com portfólio de projetos. Para Archer e Ghasemzadeh (1999), a gestão de portfólio de projetos ou gestão de múltiplos projetos é de suma importância para o alinhamento das estratégias de negócios das organizações. Padovani (2007) cita que a implementação de uma gestão de multiprojetos é tarefa complexa, principalmente quando englobam fatores como, recursos, tecnologia, prazo, risco, incerteza, tomada de decisão, entre outros.

A gestão de multiprojetos apresenta características desafiadoras para a tomada de decisão. É focada no futuro, de caráter dinâmico, e geralmente apresenta-se em diferentes estágios de implementação, dispondo, muitas vezes, de recursos escassos. (COOPER *et.al.*, 2001; RABECHINI JUNIOR e CARVALHO, 2006).

A literatura apresenta muitos métodos que podem auxiliar na seleção e priorização de projetos, entre eles destacam-se, os métodos financeiros, métodos de estratégia de negócios, diagramas de bolhas, modelos de escore (*Scoring models*), *checklists*, métodos de otimização (Programação Linear Inteira), *Q-Sort* e os métodos de Apoio Multicritério à Decisão, como: Teoria da Utilidade, Métodos TODIM, *Electre* e *Prométhée* e o Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process – AHP*), além dos métodos híbridos: financeiros e de estratégia de negócios; e Programação Linear Inteira e AHP (CHU et. al., 1996; ARCHER e GHASEMZADEH, 1999 e 2000; GHASEMZADEH et. al., 1999; PADOVANI, 2007; TKACH e SIMONOVIC, 1997; MOURÃO e GOMES, 2006; GARCIA e BELLEGARD, 2006; MORAES e LAURINDO, 2003; CAMANHO e GARUTI, 2007).

De acordo com Ribeiro *et. al.*, (2007), os Métodos de Multicritério de Apoio à Decisão procuram apresentar processos decisórios que auxiliam os tomadores de decisão na melhor forma de estruturação e avaliação para ter subsídios suficientes na melhor escolha dentre as varias alternativas que o problema apresenta. Muitas vezes as decisões devem ser

tomadas mediante problemas complexos compostos por uma variedade de critérios. Sendo este um grande desafio a organização.

Kimura e Suen (2003), relatam que o desafio de implementação de projetos é complexo porque há uma grande interação entre as variáveis que influenciam o desempenho de uma empresa, em projetos individualizados esta complexidade é ainda maior e seu controle sem o auxilio de ferramentas é quase "impossível". Portanto, para a tomada de decisão na priorização de desenvolvimento dos projetos torna-se necessário que as empresas elaborem suas ferramentas gerenciais para viabilizar a tomada de decisão.

1.1 Problema de Pesquisa

Tendo em vista o que foi abordado até o momento, pode-se definir como problema da pesquisa o seguinte questionamento: o desenvolvimento de um modelo de análise de decisão com múltiplos critérios pode prover maior performance na tomada de decisões e otimizar o tempo de entrega de produtos e serviços em empresa industrial baseada em gestão de projetos?

1.2 Justificativa

As indústrias localizadas na região noroeste do RS em sua grande maioria são indústrias familiares de pequeno a médio porte que desenvolvem produtos para mecanização agrícola que estão inseridas no ramo agroindustrial e dependem do bom andamento dos negócios no setor. Portanto havendo frustrações de safras, estas indústrias também oscilam em relação a seus faturamentos.

A indústria em estudo é uma das poucas que apresenta um *mix* variado de produtos e serviços sendo eles no ramo agroindustrial, industrial, agrícola e energético com fabricação de componentes e soluções para o ramo de energias renováveis. Os ramos que a mesma atua são: Armazenagem de Grão; Automação Industrial; Energia Alternativa; Identificadores de Animais; Instalações Eletromecânicas; Ordenhadeiras e Resfriadores; Painéis Elétricos; Painéis Vazios; Sistemas de Irrigação e Transformadores elétricos.

Contudo, ao ingressar em mercados suscetíveis a variações constantes de planejamentos e prioridades de desenvolvimento, se sujeita a flexibilizar sua produção e gerir

riscos de replanejamento de estratégias de execução de seus projetos. Ao ofertar múltiplas soluções de produtos e serviços ao mercado, a companhia se sujeita ao controle de inúmeras variáveis internas e externas que devem ser controladas.

Portanto, indústrias que gerenciam portfólios de vários projetos simultâneos têm a necessidade de adaptação de sua produção para compor o faturamento projetado do mês quando do declínio de algum projeto por conta de forças externas tais como: impedimento financeiro do cliente em honrar o compromisso ou por estar no aguardo de liberação de financiamento bancário, atraso no tempo de resuprimento de materiais pra montagem dos equipamentos, mudança de projeto solicitado pelo cliente, e ainda, por atraso em obras civis e mecânicas que impossibilitem a montagem do canteiro de obras e a instalação dos equipamentos no cliente.

Por apresentar alto nível de complexidade na gestão das atividades de projetos, estas empresas demandam de ferramentas e metodologias de processos que lhes auxiliem na tomada de decisão. Uma forma de atender esses requisitos é a construção de modelos matemáticos e ferramentas de decisão que conduzam à devida priorização e sequenciamento de produção, seja de produtos ou serviços.

1.3 Objetivos

Neste item descrevem-se o objetivo geral e os específicos que nortearão este estudo de caso em uma indústria que atua nos ramos energético, agroindustrial, industrial e na agricultura.

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo geral desenvolver um modelo de decisão de sequenciamento de atividades de produção para otimizar o tempo de entrega de projetos e garantir uniformidade de receitas.

1.3.2 Objetivos Específicos

a. Elaborar o mapeamento dos processos e a interação entre eles;

b. Determinar os pontos críticos de controle dos processos e subprocessos;
c. Determinar os critérios de avaliação e priorização das atividades de projetos para cada subprocesso;
d. Elaborar uma ferramenta de simulação de priorização e decisão em múltiplos projetos para sequenciar as atividades de produção.

1.4 Estrutura do trabalho

A organização deste trabalho é composta por seis capítulos. No capítulo 1 apresenta-se a contextualização do estudo, dando subsídios para a evolução da pesquisa como os objetivos, hipóteses, métodos utilizados e a justificativa do porque da realização desta pesquisa.

No Capítulo 2 aborda-se a revisão bibliográfica, onde são trabalhados com projetos indústrias, qualidade em projetos com ênfase em planejamento e garantia na entrega do projeto, posteriormente sobre portfólio de projetos em controlá-los, após apresenta-se sobre a tomada de decisão e priorização de projetos industriais. Dando seguimento, abordam-se sobre a produção industrial, os tipos de manufatura, as estratégias de produção, o Planejamento e Controle da Produção (PCP), principalmente da produção sob encomenda, e por fim, formas de desenvolvimento de ferramentas e modelos que auxiliem na decisão de priorização em múltiplos projetos.

O Capítulo 3 reporta a metodologia que conduziu o desenvolvimento deste estudo, onde foram descritos de uma forma detalhada às etapas abordadas para alcançar os objetivos propostos.

No Capítulo 4 aborda-se uma descrição detalhada e minuciosa da elaboração do modelo de análise de decisão em múltiplos projetos que permite compreender como o mesmo pode contribuir a empresas que operam com portfólio de projetos.

O Capítulo 5 apresenta uma descrição dos resultados que permitem compreender os efeitos dos mesmos para com os objetivos propostos neste estudo.

No Capítulo 6 divulgam-se as análises conclusivas da pesquisa por meio da verificação dos objetivos, se os mesmos foram ou não atingidos e em seguida são apresentadas algumas considerações à continuação do estudo.

E por fim, são descritas as referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento desta dissertação.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda a contextualização teórica utilizada no desenvolvimento deste estudo. Primeiramente apresenta-se uma abordagem de projeto e da qualidade, como o termo cada vez mais vem sendo trabalho dentro do segmento de projetos a fim de ser considerado importante no planejamento estratégico. Em seguida, visão geral e importância na tomada de decisão e priorização em empresas que trabalham com múltiplos projetos, Após, um contexto sobre ramos de aplicações, bem como o que é produção industrial e tipos de ambientes de manufatura. Na sequencia, são apresentadas estratégias de produção bem como o papel do PCP no auxilio as empresas na tomada de decisão no controle e interligação de seus projetos no chão de fabrica sem atrasar a entrega ao cliente. E por último, enfatiza-se a importância de trabalhar e desenvolver ferramentas que deem subsídios a este setor a fim de auxiliar na análise de decisão em empresas que trabalham com ambiente de produção de múltiplos projetos.

2.1 Projetos industriais

Para PMI® em seu PMBOK®, (2008) projeto consiste em um esforço num período de tempo empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Ou seja, projeto é considerado temporário com início, meio e fim bem determinados e único porque o resultado sempre será diferente em alguns aspectos. Já para a NBR ISO 1006:2000, (2000) projeto é um processo único, constituído de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, focados a atingir um objetivo conforme requisitos específicos, como por exemplo, limitações de tempo, custo e recursos.

Cunha *et. al*. (2011) ressalta que o projeto é diferente de operação e ambos não podem ser confundidos. Operação esta relacionada com atividades as quais os projetos foram desenvolvidos, ou seja, atividades que mantém o projeto em funcionamento.

Na indústria o projeto surge através de uma necessidade idealizada pelas organizações a fim de maximizarem seus potencias no ramo onde atuam, portanto é necessário que suas ações sejam de forma planejada para alcançar os objetivos. Sabe-se também que o desenvolvimento constante de novos projetos é fundamental para a manutenção da indústria, em que ela constitui seu diferencial perante as demais, onde as estratégias são importantes

para suprir a necessidade do cliente, com preços e qualidade cada vez melhores (CUNHA et. al., 2011).

Cunha et. al. (2011) apresenta de forma simplificada como as empresas começam a pensar em investir em num novo projeto. Quando a empresa investe num novo projeto, analisa-se a viabilidade do mesmo considerando o retorno do investimento, mais especificadamente a viabilidade financeira, técnica e mercadológica. Após pensar num novo projeto e ter o retorno deste investimento, o mesmo é aprovado e passa para a fase de anteprojeto, na engenharia básica e de detalhamento de suprimentos, a fim de planejar as atividades e informações e recursos necessários para desenvolvê-lo. Finalizado esta etapa, o projeto passa para o detalhamento final em que são feitas as especificações das atividades, materiais, equipamentos necessários e sua interligação a fim de obter detalhamento na aquisição de matéria prima e o desenvolvimento do mesmo.

O desenvolvimento de projetos industriais podem ter diferentes razões e estarem relacionados com diferentes âmbitos. Cada projeto é exclusivo, cada um tem sua complexidade e especificidade, o que requer formas específicas de gestão e de execução. No decorrer do desenvolvimento os detalhes do projeto vão se tornando mais compreensíveis, uma vez que ocorre de forma sequencial e lógica, mas quanto maior for à complexidade do projeto maior o seu grau de incerteza em sua fase de início. Torna-se mais complicado seu controle, quando há vários projetos complexos sendo executados simultaneamente.

Quando a empresa opta por desenvolver um projeto sabe que vai trabalhar para atender a exigência e proporcionar a total satisfação do cliente que quer seu produto entregue no prazo estipulado, pois tem o propósito de fidelizar o cliente. Neste sentido as ferramentas e técnicas aplicadas desde que corretamente trazem benefícios a todos os envolvidos seja empresa, cliente ou fornecedor. É importante para a sobrevivência financeira de a empresa conseguir estipular e cumprir com seus compromissos, assim consegue manter um faturamento estável.

Para Blanck, Fleuriet e Kedhy (2003), a geração de caixa deve ter como meta a criação de valor. Seria interessante que a geração mínima de caixa se ajustasse às previsões de crescimento da receita e fosse compatibilizada com a estratégia de financiamento externo e com o patamar desejado de liquidez.

Conforme já abordado em projetos há uma grande complexidade de controle desde o planejamento até a entrega do cliente, cada fase requer um sistema de acompanhamento para mensurar e verificar se sua execução esta de acordo com as especificidades do cliente, dentre elas, esta a qualidade conforme apresentada na seção 2.1.1.

2.1.1 Qualidade em projetos

O conceito de qualidade quanto a suas metodologias, ferramentas e procedimentos há décadas são conhecidos, e utilizados nos mais diversos setores indústrias. Mas recentemente ela tem sido abordada e aplicada na área da gerencia. Logo após seu surgimento a qualidade era voltada a inspeção, e hoje é considerada fundamental para o sucesso estratégico de projetos.

Conforme o guia PMBOK (2004) qualidade é o grau até o qual um conjunto de características inerentes satisfaz as necessidades. Aborda ainda que um projeto com qualidade é aquele concluído de acordo com os requisitos e expectativas do cliente assim como as especificações do produto. Já para Kerzner (2002) a qualidade estabelece um processo continuo de melhorias.

A aplicação da qualidade é entendida como obrigação contratual e é possível ser mensurada. Ao longo da execução de um projeto, métricas podem ser definidas para apresentar informações valiosas sobre a qualidade do processo, do produto, de atividades e dos recursos. Tais métricas podem ser objetivas, qualitativas, tal como metro, ou subjetivas, qualitativas como bom, razoável, agradável (PRUBEL, 2012).

A aplicação da qualidade em projetos pode ser global em todo o projeto, ou em fases especificas. Conforme abordado por Soares e Rosner (2012) o gerenciamento da qualidade do projeto pode ser aplicado em todos os projetos, mas suas medidas e técnicas são especificas para cada segmento. Prubel (2012) aborda que uma das principais preocupações, a falta de qualidade em projetos, acaba acarretando atrasos no avanço tecnológico e organizacional das indústrias de projetos. A qualidade aplicada no projeto auxilia na prevenção de algumas situações em que é possível identificar se vai ou não atender o cliente conforme prazo estipulado de entrega. O início da aplicação da qualidade está no seu planejamento, em que são identificados padrões de qualidade onde são relevantes para o projeto e como satisfazê-lo (PRUBEL, 2012).

De acordo com Martins e Laugeni (2005), a qualidade é determinada e percebida pelo cliente, onde deve contemplar oito elementos sendo: características operacionais principais, características operacionais adicionais, confiabilidade, conformidade, durabilidade, assistência técnica, estética e qualidade percebida. Conforme abordado por Prubel (2012) a qualidade aplicada em produtos e serviços deve ser pensada no projeto. Quando pensada no projeto ela é planejada, se planejada, por mais que possa haver alguns percalços durante sua

execução não sairá do controle da equipe que já delineou tais possibilidades e conseguirá concluir com êxito. Na seção 2.1.2 será abordado o planejamento em projetos, como as fases dos projetos são estruturadas e interligadas a fim de garantir a execução e desenvolvimento do produto final.

2.1.2. Planejamento e garantia de entrega de projetos

Daft (2005) considera que do planejar, organizar, liderar e controlar, o planejar é o mais importante, aborda ainda que mesmo planejando uma organização trabalha-se com o incerto, o imprevisível e que minimizar os riscos empresariais é questão de sobrevivência nas organizações e o planejamento é considerado uma excelente ferramenta para esta tarefa.

Em consonância com Daft (2005), Kerzner (2002), também considera importante o planejamento, mas, o controle também é importantíssimo nas ações da equipe, pois faz com que a mesma analise como está ocorrendo o gerenciamento da qualidade do projeto.

Planejamento é definido como "ato de determinar as metas da organização e os meios de alcançá-las", meta como "um estado futuro desejado que a organização tentasse imaginar", plano como "um esboço especificando as alocações de recursos, programações e outras necessárias para alcançar as metas" (DAFT, 2005, p. 152).

Conforme Tamietti (2009), o planejamento de projetos industriais, chamado também de engenharia básica, considera o escopo como sendo a base para o planejamento de qualquer projeto, onde especifica o que vai ser entregue ao cliente.

Conforme abordado no guia PMBOK (2004), antes de planejar um projeto é importante elaborar um plano de projeto onde é definido como o projeto vai ser executado, monitorado, controlado e encerrado.

O plano de projeto permite responder as seguintes questões:

- O que deve ser feito no futuro para atingir os objetivos do projeto?
- Como o projeto vai ser executado?
- Quem o vai executá-lo?
- Quando estará concluído?

O plano de projetos auxilia na definição de como executar, monitorar, controlar e encerrar um projeto, além de identificar a saídas dos processos de planejamento que compreende:

- Quais foram os processos de gestão de projetos definidos pela equipe;

- Quais são os níveis de implementação de cada processo escolhido;
- Quais técnicas e ferramentas que a equipe utilizará para executar os processos;
- Como os processos escolhidos serão utilizados para gerenciar os projetos específicos, suas exclusividades e interações entre estes processos com as entradas e saídas essenciais de cada fase;
- De que forma será executado para alcançar os objetivos traçados no projeto;
- De que forma as mudanças serão monitoradas e controladas;
- Como será mantida a integridade das medições de desempenho utilizadas;
- Quais serão as técnicas de comunicação entre as partes interessadas, tanto internas com externamente;
- Como será elaborada a análise de risco do projeto;
- Como analisar o ciclo de vida de projetos, para projetos com várias fases ou com fases associadas, as revisões de gerenciamento em relação ao conhecimento, interação, extensão, tempo para conseguir obter abordagens dos percalços ou problemas ocorridos e posterior tomada de decisão, além de solucionar as pendências ou atrasos (BAXTER, 2000; KAMINSKI, 2000; PMBOK, 2004).

De acordo com Prado (2001), as vantagens obtidas num projeto bem gerenciado, é que sua execução não diferirá significativamente do que foi planejado. Sendo assim, aliado ao planejamento e baseando-se em metodologias eficazes é possível obter excelência em seus processos, e atender as demandas do planejamento.

Para Cunha *et. al.* (2011) além de desenvolver e trabalhar com técnicas e metodologias, os profissionais de projetos contribuem para o êxito de sua conclusão, são responsáveis pela redução do risco e de problemas no planejamento e execução dos projetos, reduzindo custos e prazos de entrega dos empreendimentos.

Os processos de planejamento, monitoramento e controle de projetos sejam eles industriais ou não se utilizam de técnicas e ferramentas para obter êxito em sua execução devido à complexidade dos projetos e a exigência dos clientes em relação a custos e prazos. Tais técnicas e ferramentas são fundamentais para auxiliar no acompanhamento e controle da execução do projeto. Por meio de sua correta aplicação se observa uma redução significativa de riscos, de atrasos e custos do projeto, obtendo-se assim uma maior probabilidade de sucesso. Mas para a maximização de ganhos é importante que haja uma boa interação entre a área operacional, técnica e administrativa de forma clara e objetiva (CUNHA *et. al.*, 2011).

Outro fator importante abordado por Cunha *et. al.* (2011) refere-se a certos pontos que devem ser considerado sendo eles: revisar com atenção e consolidar o escopo antes de estimar prazos do projeto; não se enganar com planejamentos e prazos inviáveis; ter cautela contar com o apoio de informações históricas de projetos anteriores e similares; tomar conhecimento sobre a disponibilidade real de recursos; elaboração de cronograma com toda a equipe envolvida, principalmente com quem poderá efetuar mudanças no projeto (suprimento, operações e manutenção); comprometimento da equipe em desenvolver as tarefas em tempo estipulado no cronograma; envolver ao máximo os clientes no planejamento e principalmente na execução de projetos; possuir o máximo de informações sobre as condições para a execução do projeto (cultura de trabalho do cliente, de normas de segurança, de projeto, de obra, acordos sindicais vigentes, calendário religioso e festivo e outros costumes, enfim que podem afetar o andamento do projeto).

2.1.2 Multiprojetos industriais

Para a sobrevivência de uma indústria quanto maior o número de projetos, melhor, mas administrá-los quando os mesmos ocorrem simultaneamente torna-se desafiador, mais desafiador ainda quando são projetos sob encomenda onde um difere do outro.

Conforme abordado por Freitas e Moura (2004), a maioria das indústrias não têm condições de manter uma equipe responsável pelo andamento de cada projeto, os funcionários vão sendo alocados entre os projetos conforme a necessidade da cada um. Neste tipo de organização o orçamento mensal de cada projeto fica comprometido e suscetível a imprevistos, em que, para solucioná-lo, faz-se a realocação de recursos, esta realocação de recursos denomina-se ambiente de multiprojeto. (DANILOVIC e BÖRJESSON, 2001; RAUTIAINEN, et.al. 2000).

Danilovic e Börjesson (2001), afirmam que 90% dos projetos são conduzidos nas indústrias por este tipo de ambiente. No ambiente de multiprojetos conforme Freitas e Moura (2005) há uma combinação de tarefas não sincronizadas, denominada de multitarefas, que demandam práticas organizacionais de visualização e controle para possíveis mecanismos de priorização de recursos de acordo com a capacidade do sistema.

Desta forma, o sistema que apresenta certa complexidade de variáveis quando trata de um único projeto, torna-se mais dificultoso e complexo quando aborda vários projetos simultaneamente. Geralmente, os projetos são lançados com falta de recursos sem uma

programação bem definida, o que leva de acordo com os vencimentos dos prazos a repriorização entre os projetos, subprojetos e tarefas, o que pode comprometer o orçamento, a qualidade, e o não cumprimento do cronograma para com o cliente. (FREITAS e MOURA, 2005).

Conforme visto nesta seção, o gerenciamento de múltiplos projetos não é tarefa fácil na organização, em certo momento pode ocorrer que a equipe ou responsável vai ter de analisar e repriorizar o andamento dos projetos para evitar atrasos e não comprometer o faturamento e metas da empresa, para tal, faz-se necessário analisar o portfólio de projetos e entender a relação e a interligação entre eles na produção, a fim de não comprometer o andamento dos mesmos, na seção 2.3 irá abordar sobre portfólio de projetos.

2.2. Portfólios de projetos industriais

Portfólio começou a ser estudado por Markowitz em 1952, são vários projetos em andamento dentro de uma empresa, os mesmos podem estar relacionados ou não entre si. Quando acontecem simultaneamente dentro da empresa torna-se desafiador o gerenciamento e a execução dos projetos.

De acordo com Sotille (2012), em meados de 2000 o gerenciamento de portfólio trouxe uma melhor perspectiva de auxílio ao gerenciamento de negócios de projetos. A gestão de portfólio de projetos surgiu do gerenciamento de projetos (SOTILLE, 2012). Portanto, ao longo dos anos diversos estudos têm discutido formas de promover, definir critérios e métodos de seleção de priorização de projetos, como forma de agregar valor, melhorar a qualidade e aumentar a competitividade das organizações. (FRAME, 2002; MEREDITH e MANTEL, 2003; SOTILLE, 2012).

O PMI, (2003) desenvolveu a metodologia denominada Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos Organizacionais (*Organization Project Management Maturity Model* - OPM3), onde aborda as estruturas conceituais que contemplam projetos, programas e portfólios, conforme pode ser observado na figura 1.

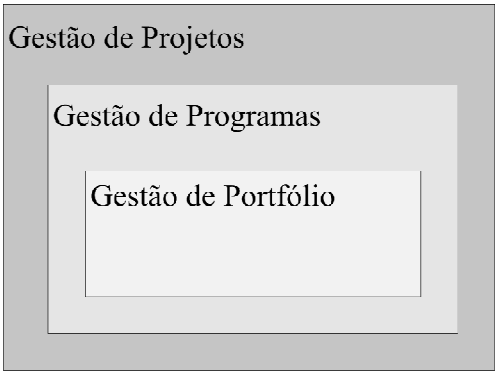

Figura 1- Estruturas conceituais do OPM3.

Fonte: Adaptado de PMI (2003).

A metodologia descrita por PMI (2003), sobre projeto, programa e portfólio, apresenta projeto como um conjunto de atividades baseado em um cronograma e orçamento visando entregar um produto ou serviço, programa como um gerenciamento de múltiplos projetos interligados a fim de atender o programa e portfólio como um gerenciamento de tipos diferentes de projetos a fim de atender uma combinação estratégica composta de tecnologias, prazos, riscos, mercados e segmento de negócios.

O modelo OPM3, estende o conceito de gestão de projetos conforme descrição de processos abordados no *Project Management Body of Knowledge* - PMBOK que são: iniciação, planejamento, execução, monitoramento, controle e encerramento, bem como o alinhamento das estratégias para a área de programa de portfólio conforme esquema apresentado por Carvalho e Rabequini Jr. (2008), figura 2.

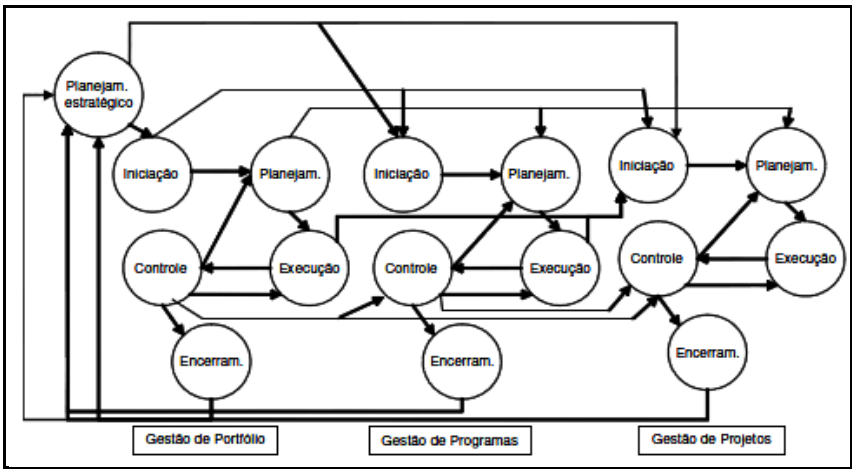

Figura 2 - Integração dos grupos de processos OPM3 conforme estruturação das gestões.

Fonte: Carvalho e Rabequini Jr, 2008.

Conforme o esquema apresentado por Pereira, (2008) a gestão do portfólio de projetos compreende a seleção, priorização, pré-aprovação e revisão na figura 3.

Ainda este mesmo autor denomina que o gerenciamento de portfólio e o gerenciamento de projeto tem o mesmo objetivo "fazer certo o projeto certo". Já para Kendall e Rollins (2003), o papel do gerenciamento do portfólio é garantir que o conjunto de projetos escolhidos atenda os objetivos da organização.

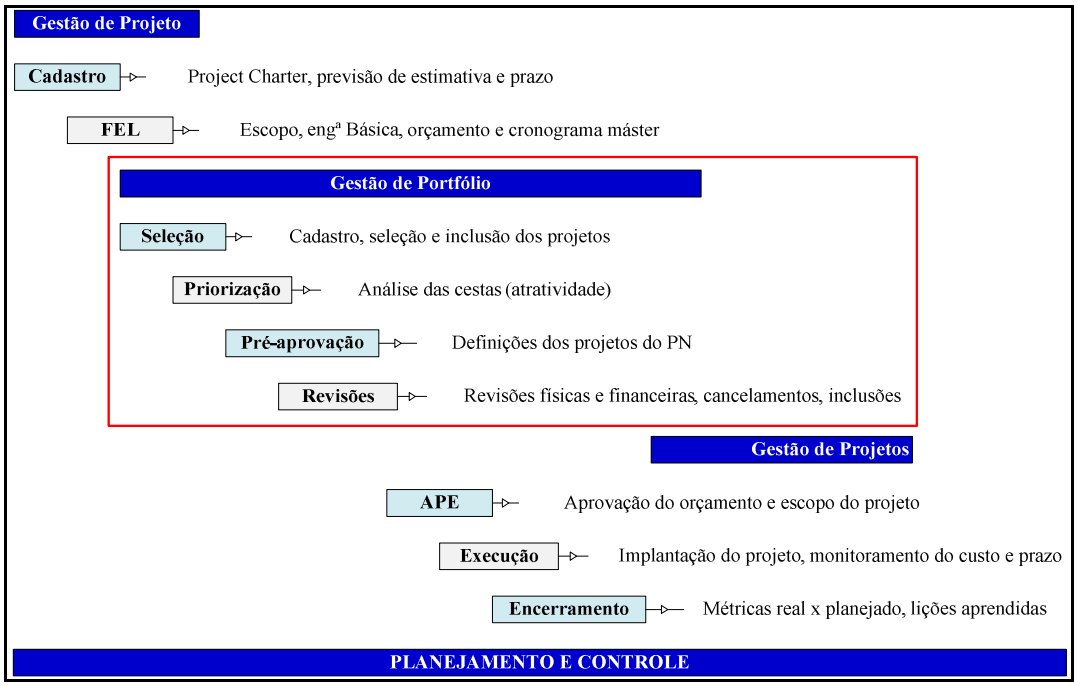

Figura 3 - Ciclo de vida do projeto

Fonte: Adaptado de Pereira, 2008.

O gerenciamento de portfólio garante à organização a eliminação de projetos que não agregam valor a organização, além de ter claro os critérios efetivos e consistentes para a seleção e posterior priorização do mesmo (COUTINHO, 2007). É importante frisar que o gerenciamento de portfólio varia de organização para organização embora possuam em comum seus objetivos. Conforme abordado sobre o gerenciamento de portfólio é importante priorizar os projetos mais significativos à organização para não comprometer suas metas de faturamento, portanto, há algumas formas e critérios de priorização que devem ser levadas em consideração na tomada de decisão em projetos conforme apresentado na seção 2.3.

2.3 Tomada de decisão em projetos

Num certo momento do processo produtivo vão ocorrer conflitos e situações das mais diversas que requer do responsável ou equipe a tomada de decisão sobre o andamento dos projetos estejam eles em execução ou por serem executados. Esta tomada de decisão deve ser de forma cautelosa para que não comprometa a organização perante seus prazos e satisfação de clientes. De acordo com Coutinho (2007) uma decisão precisa ser tomada quando se esta frente a um problema com mais de uma opção para solucioná-lo. Portanto, é importante que cada organização de acordo com sua produção defina quais variáveis ou critérios vão ser levados em consideração para realizar da tomada de decisão. Para Gomes (2006) a tomada de decisão é um processo que escolhe ao menos uma alternativa entre várias apresentadas a fim de resolver certo problema. Keeney e Raiffa (1993) abordam que a tomada de decisão deve focar nos valores que a organização quer alcançar a fim de atingir seus objetivos.

Geralmente o tomador de decisões envolve-se com várias situações do dia-a-dia com critérios de decisão mensurados qualitativamente e quantitativamente, o que pode gerar certa incerteza (COUTINHO, 2007). Este autor argumenta ainda que em virtude da competitividade nos negócios, as organizações buscam tomar decisões cada vez mais rápidas focando na minimização de perdas e maximização de lucros. Para Clemen e Reily (2001) o processo de análise de decisão é uma forma de auxiliar o agente de decisão em sua escolha. Hammond, Keeney e Raiffa (2004) dizem que ela se baseia num entendimento comum, mas compreensível para a grande maioria e é realizada de forma lógica. Para o autor Malczewski (1999), a decisão deve acontecer quando há uma oportunidade de melhora ou a existência de um problema, e as mesmas são classificadas em simples, complexas e estratégicas. Keeney e Raiffa (1993) abordam como sendo três os tipos de problemas de decisão sendo eles os problemas estruturados, semiestruturados e não estruturados. Roy (2005) apresenta quatro tipos, conforme o quadro 1.

Tipo de problemática	Objetivo
Problemática de SELEÇÃO	Selecionar a melhor alternativa ou o subconjunto das alternativas mais satisfatórias que permanecem não comparáveis entre si.
Problemática de CLASSIFICAÇÃO	Classificar cada alternativa na categoria mais apropriada de um conjunto predefinido.
Problemática de ORDENAÇÃO	Gerar uma ordenação (*ranking*) entre as alternativas disponíveis.
Problemática de DESCRIÇÃO	Descrever as alternativas determinando suas performances em critérios selecionados sem gerar prescrições ou recomendações.

Quadro 1 - Tipos de problemáticas de decisão de referência.

Fonte: Adaptado Roy, 2005.

De forma crescente as organizações vêm adotando metodologias com a finalidade de auxiliá-las na tomadas de decisão amparadas em analises consistentes e racionais. Este fato talvez se deva ao surgimento de técnicas computacionais que permitam que os processos sejam mais simplificados (COUTINHO, 2007).

Para Coutinho (2007), os métodos de apoio à decisão proporcionam os seguintes benefícios: oferecer condições de análise e avaliação de problemas complexos com entendimento claro; apresentar formas que facilite as organizações a identificarem alternativas de tomada da ação e obtenção de resultados esperados; promover a comunicação, entendimento e consenso entre a equipe envolvida no processo decisório a fim de facilitar a justificativa do ponto de vista obtido que deve ser de forma racional e lógica. É recomendado o uso da teoria de decisão para problemas complexos como é o caso de múltiplos critérios onde geralmente os impactos não podem ser identificados corretamente.

2.3.1 Priorização de projetos

A priorização de projetos propõe executar primeiramente projetos que sejam relevantes a organização, obedecendo às restrições de prazo, custo e qualidade (COUTINHO, 2007). Já para Pinto (2010) priorizar projetos é definir qual ordem que os projetos selecionados serão executados, respondendo a pergunta: em que ordem executar um projeto por vez?

Algumas organizações apresentam dificuldades em definir critérios de priorização na escolha de projetos a serem desenvolvidos e na definição de quais projetos darão o retorno esperado. Desta forma, gera-se certo grau de incerteza e risco que deve ser mensurado e levado em consideração pela organização. Portanto, é importante conhecer e mapear o processo a fim de identificar, definir e mensurar os critérios tidos como prioritários assim como as variáveis e demais fatores que influenciam na aplicação desses métodos (PINTO, 2010). Após a organização definir seus critérios de acordo com sua produção e satisfação de cliente ela tem condições de priorizá-los.

De acordo com Sotille (2012), primeiramente os projetos devem ser avaliados, selecionados e por fim priorizá-los conforme figura 4.

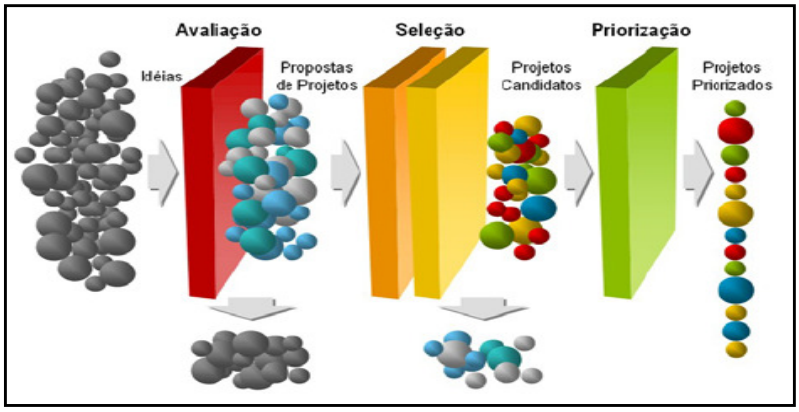

Figura 4 - Gestão de portfólio: priorização de projetos.

Fonte: Sotille, 2012.

Brache e Bodley-Scott (2006) comentam que, como não há a existência de recursos ilimitados, existe a necessidade de se definir onde devem ser alocados os recursos existentes. Para que possa ser tomada essa decisão, os autores sugerem um processo chamado carteira ótima de projetos cujo primeiro passo na implementação é a definição de critérios para priorização. Esses critérios sempre estão relacionados às seguintes categorias: promoção de estratégia; crescimento de vendas; estabelecimento de uma vantagem competitiva ou eliminação de uma desvantagem competitiva; aumento da satisfação dos clientes; redução de custos; aumento da retenção dos empregados e melhoria de sua satisfação; e, para assegurar o atendimento às exigências regulamentares; Cánez e Garfias (2006) apresentam propostas de critérios adotados por diversas empresas, conforme quadro 2.

Critérios de priorização propostos por algumas empresas	
Celanese	Adequação à estratégia do negócio; alavancagem da estratégia; probabilidade de sucesso técnico; probabilidade de sucesso comercial e recompensa para a companhia;
DuPont	Alinhamento com a estratégia; valor; vantagem competitiva; atratividade de marketing; adequação à cadeia de suprimento existente; tempo até o *breakeven;* Valor Presente Líquido;
Exfo Engineering	Adequação à estratégia; potencial de mercado; análise financeira; capacidade interna de pesquisa e desenvolvimento;
CENPES Petrobrás	Análise financeira; aplicabilidade; grau de interesse; probabilidade de sucesso; impacto no meio ambiente; segurança operacional; inovação; sustentabilidade;
Lucent/Bell Laboratories	Razão benefício/custo; risco (cenário otimista, mais provável e pessimista); contribuição para iniciativas estratégicas; impacto nas categorias de marketing; impacto em propriedade intelectual; impacto na Unidade de Negócio;
Cooper	Alinhamento estratégico e importância; produto e vantagem competitiva; atratividade de marketing; alavancagem das competências *core;* viabilidade técnica; retorno financeiro versus risco.

Quadro 2 - Propostas de critérios de priorização adotadas por algumas organizações.

Fonte: Adaptado de Cánez e Garfias (2006).

Após estar munido de boas ferramentas de gerenciamento e priorização de múltiplos projetos é importante entender qual tipo de ambiente é adequado a cada tipo de projeto.

O ambiente certo de manufatura auxilia no rendimento e no sucesso da produção, o ambiente auxilia no controle do chão de fabrica. A seção 2.4 abordará sobre os tipos de ambientes de manufatura. Para se pensar e desenvolver ferramentas, métodos, modelos para um determinado projeto é importante conhecê-lo.

2.4 Produção industrial

2.4.1 Tipos e ambientes de manufatura de produção

De acordo com Corrêa et.al. (2000) consideram-se basicamente quatro tipos de ambientes de produção: fabricação para estoque (*make to stock - MTS*), montagem sob encomenda (*assemble to order - ATO*), fabricação sob encomenda (*make to order - MTO*) e engenharia sob encomenda (*engineering to order - ETO*). Dentre os quatro ambientes abordados a indústria pode trabalhar com um ou mais ambientes de manufaturas, ou ainda pode haver interligações entre estes ambientes.

Para Pires (1995), a forma de diferenciar os quatro ambientes de manufatura é de acordo com o percentual de participação do cliente na definição do produto, de acordo com os ambientes, em que cinza refere-se à produção sob encomenda e vermelho a produção sob pedidos. Figura 5.

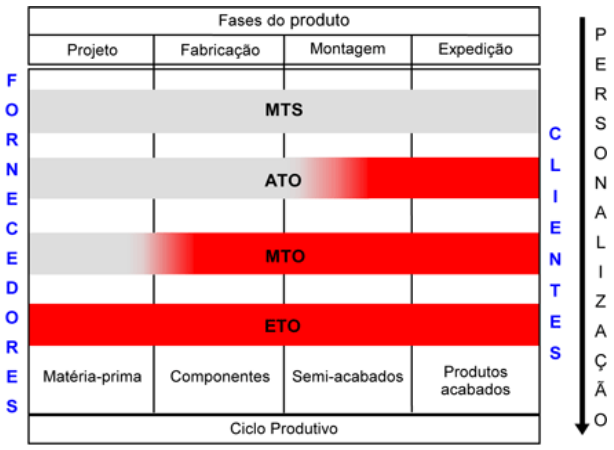

Figura 5 – Ambientes de manufatura de produção.

Fonte: Bremer e Lenza (2000).

De forma mais detalhada os quatro ambientes estão apresentados a seguir:

a) Fabricação para estoque (*make to stock - MTS*)

O *Make to stock refere-se* à fabricação para estoques, em que são produzidos de acordo com previsões de demanda, não são produtos customizados e o cliente tem pouca ou nenhuma interação com o projeto dos produtos. A vantagem deste sistema é a rapidez na entrega dos produtos. Considera-se como desvantagem o custo com estoques que tende a ser grande, pois os clientes não conseguem expressar diretamente suas necessidades. Na fabricação por estoques os ciclos de vida dos produtos tendem a ser longos e previsíveis (PIRES, 1995; BREMER E LENZA, 2000).

b) Montagem sob encomenda (*Assembly to Order - ATO*)

A montagem sob encomenda, trabalha com o sistema de subconjuntos onde os grandes componentes e materiais diversos são armazenados até o recebimento dos pedidos dos clientes. Os clientes tem interação limitada no projeto. A entrega é realizada em médio prazo, as incertezas de produtos são mensuradas pelo excesso de componentes no estoque e capacidade das áreas de montagem (BREMER E LENZA, 2000).

c) Produção sob Encomenda (*Make to Order - MTO*)

Neste ambiente o projeto básico pode ser projetado a partir dos contatos iniciais com o cliente, mas a produção só começa após o recebimento formal do pedido. Na produção sob encomenda a interação com o cliente é extensiva e o produto fica sujeito a modificações, mesmo durante a produção. Os produtos são projetados a partir de especificações básicas, e o tempo de entrega costuma ser de médio em longo prazo. As listas de materiais são únicas para cada produto (WIGHT, 1984; PIRES 1995; CORRÊA, 2000).

d) Engenharia sob Encomenda (*Engineering to Order - ETO*)

A Engenharia sob Encomenda é considerada uma extensão da Produção sob encomenda. Mas o projeto do produto é praticamente 100% baseado nas especificações do cliente. São produtos customizados e o cliente tem um nível de interação muito grande. (BREMER E LENZA, 2000).

Após compreender os ambientes de manufatura, é mais fácil o entendimento de como estruturar e controlar cada um em relação a seu tipo de produção, e o PCP tem um grande envolvimento na forma de organização da produção. De acordo com a figura 6, o PCP e o Ambiente de Manufatura apresentam um ponto de desacoplamento, pois quando a função do sistema a ser selecionado para o PCP deve ser verificada se é possível trabalhar com previsões e que tipo de manufatura poderá tratar além da verificação da posição do estoque nestes ambientes (MARTINS E LAUGENI, 2005).

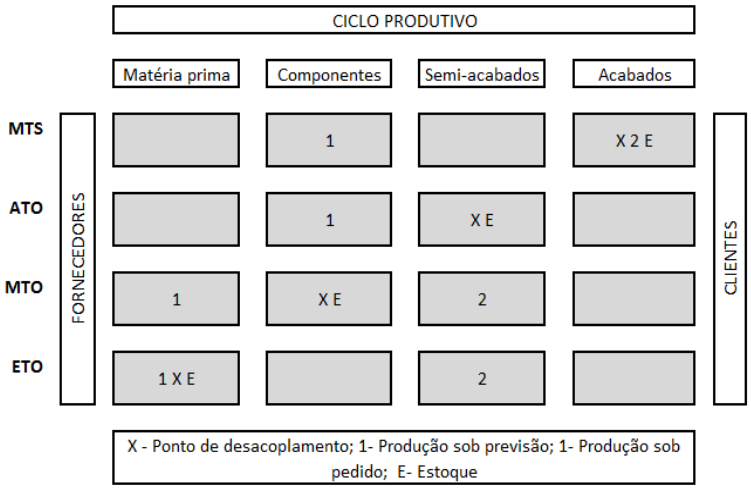

Figura 6 - Interação do PCP com os quatro ambientes de manufatura.

Fonte: Adaptado de PIRES, 1995.

No quadro 3 encontram-se fatores, técnicas e abordagens que têm grande influência no PCP (MARTINS E LAUGENI, 2005).

Fatores que afetam as decisões no PCP	∗ Critérios competitivos de manufatura; ∗ Tipos de demanda; ∗ Tipo de produto; ∗ As características do processo produtivo; ∗ Características do fornecimento de recursos ao processo produtivo.
Principais técnicas utilizadas no PCP	∗ Previsão de demanda; ∗ Planejamento da produção; ∗ Programação da produção; ∗ Gestão de estoques.
Abordagens do PCP	∗ MRP I / MRP II; ∗ JIT e OPT; ∗ Sistemas de capacidade finita; ∗ Abordagem de projetos.

Quadro 3 - Fatores, técnicas e abordagens do PCP.

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni, 2005.

De acordo com Shingo (1981), a determinação do ambiente de manufatura de cada indústria não é uma decisão isolada de quem produz. Nesta decisão é importante analisar os tempos de abastecimento de materiais, de sua transformação de produtos, tempos de entrega ao cliente, comparado com o tempo que o cliente aceita esperar pelos produtos e serviços. Este autor argumenta que este tipo de análise é conhecido como *supply chain* e os tempos P & D.

A seleção de manufatura depende dos tempos de P & D dentro da *supply chain*, onde o P refere-se ao tempo desde a obtenção de material até a entrega do produto/serviço ao cliente e D corresponde ao tempo em que o cliente está disposto a esperar. Figura 7.

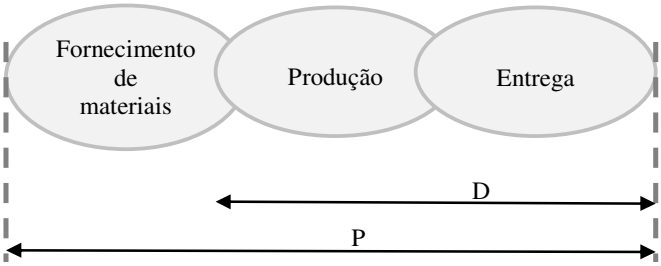

Figura 7 - Visão *supply chain* na determinação do ambiente de manufatura.

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni, 2005.

Para melhor entendimento observa-se no quadro 4, a relação entre P & D com (*make to stock - MTS*), (*assemble to order - ATO*), (*make to order - MTO*) e (*engineering to order - ETO*).

P & D	AMBIENTE DE MANUFATURA	EXEMPLOS
P muito maior que D	MTS	Montadora de veículos em série
P maior que D	MTS e/ou ATO	Montadora de computadores
P pouco maior que D	MTO e/ou ETO	-
P igual ou menor que D	MTO ou ETO preferencialmente	Construção civil (prédios)

Quadro 4 - Relação entre P & D e Ambiente de Manufatura.

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni, 2005.

Após conhecer o tipo de ambiente de manufatura faz-se necessário definir o tipo de programação que a mesma deve adotar. Se a empresa for do tipo MTS a empresa inicia na previsão de demanda e se programa para os produtos acabados. Se for do tipo ATO, começa a

realizar a previsão de componentes e subconjuntos e programa a fabricação e compra dos mesmos. Se definida como MTO faz-se previsões de matéria-prima e dos componentes mais críticos que devem ser adquiridos e estocados. No caso do ETO a programação utiliza-se de técnicas específicas de rede PERT/CPM (MARTINS E LAUGENI, 2005).

Conforme abordado sobre os quatro tipos de ambientes de manufatura, o foco na seção 2.4.1.1 é especifico a ambientes de produção sob encomenda, pois sabe-se que de acordo com cada tipo de sistema de produção a empresa se molda da melhor forma possível para organizar e efetuar a produção. Portanto, cada tipo de ambiente de manufatura procura identificar tipos de metodologias ou ferramentas para auxiliá-la na execução dos projetos.

2.4.1.1 Ambiente de produção sob encomenda

Conforme abordado por Tubino (1997), a produção sob encomenda é projetada para atender as necessidades de um cliente específico. Cada pedido é individual e distinto dos demais, mas apesar das individualidades é produzido concomitantemente, o que torna um complicador para as empresas administrarem e sequenciarem a produção, visto que é difícil prever "o que", "o quando" ou "como" será feita a produção no período seguinte. Com a chegada do pedido, o roteiro da produção começa a ser delineado, onde matérias e demais itens utilizados são encomendados, a partir disto dar-se início a produção (NUNES et. al. 1996). Costa (1996), apresenta uma estrutura dentre várias existentes da produção sob encomenda para uma melhor compreensão do planejamento da produção. Quadro 5.

⇨FLUXO GENÉRICO DE PLANEJAMENTO E PRODUÇÃO AO LONGO DO TEMPO ⇨						
PROJETO DO PRODUTO	**DEFINIÇÃO DO ROTEIRO DE FABRICAÇÃO**	**COMPRA DE MATERIAIS**	**FABRICAÇÃO DE ITENS BÁSICOS**	**MONTAGEM FINAL DE SEMI-ACABADOS**	**ESTOQUE**	**CLIENTE**
A ⇨	**A**	**A**	**A**	**A**	**A**	**X**
	B ⇨	**B**	**B**	**B**	**B**	**X**
	b ⇨	**-**	**B**	**b**	**b**	**X**
		C ⇨	**C**	**C**	**C**	**X**
			D ⇨	**D**	**D**	**X**
				E ⇨	**E**	**X**
					F ⇨	**X**

Quadro 5 - Estruturas de produção definidas com a chegada do pedido.

Fonte: Costa (1996).

No Quadro 6 encontra-se explicações dos tipos de produção denominados de pontos (A, B, b, C, D, E e F) levantados por Costa (1996).

PONTOS	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE EMPRESAS
A -	Refere-se a empresas que se propõem a produzir uma linha de produtos considerados aberto. Geralmente não sabem o que produzir; o que foi produzido hoje pode não ser produzido amanha; ritmo de produção é pouco ou não repetitivo; tempos totais de produção são relativamente longos; grande número de instruções de trabalho; quantidade pequena de produtos produzidos; recursos são subutilizados; difícil padronização;	Fabricantes de moldes, matrizes e ferramentas, fabricantes de máquinas, equipamentos especiais, entre outros.
B -	Caracteriza-se por empresas que trabalham com projetos fornecidos pelo cliente, em que os roteiros de produção, a compra de materiais e a fabricação são definidos somente a partir do recebimento do pedido. As tarefas de planejamento e controle são simplificadas e o tempo total de fabricação é reduzido.	Fábricas de usinagens (produzem pequenas peças de reposição, pequenos equipamentos).
b -	Refere-se a empresas que além de receberem o projeto, recebem, também, os materiais para processamento. Constitui um caso ainda mais simplificado que o B.	Prestadoras de serviços ou oficinas de reparos cuja gestão tende a concentrar-se na especificação do serviço e na produção, propriamente dita.
C -	Refere-se a empresas que se propõem a produzir uma linha "fechada" de produtos ou serviços. Geralmente são linhas extensas e heterogêneas; seus processos são conhecidos; apresentam estocagem previa de matéria prima; percentual pequeno a ser fabricado;	Empresas de inversores elétricos, placas solares, eletrodomésticos, entre outros.
D e E -	Caracterizam-se por empresas onde sua linha de produtos não é tão extensa e heterogênea, *mix* de produção estável. Processo de compras é facilitado realizado com antecedência através de previsão de demanda ou consumo, respostas rápidas aos pedidos dos clientes, maior flexibilidade.	Empresas de serigrafia, de brindes.
F -	Refere-se a empresas que se propõem a atender aos pedidos de seus clientes com base na estocagem antecipada de produtos finais. Eficiente em mercados estáveis em que produção e compras são realizadas com antecedência e baseadas em previsões de consumo. Mix de produção homogêneo, tempo de reposição curto, produção repetitiva.	Indústria de geleias, laticínios.

Quadro 6 - Tipos de produção

Fonte: Costa, 1996.

Costa (1996), apresenta também prováveis arranjos físicos dos recursos produtivos e situações de produção sob encomenda, quadro 7.

Tipo de empresa	Linha de produto	Mix de produto	Tempo total de produção	Volume ou ritmo de produção	Arranjo Físico	Produção sob encomenda
A: Vendedor de projeto e capacidade	Aberta	Aberto	Meses	Muito baixo		******** ******** ******* ****** ****** ****** ***** ***** ***** **** **** *** *** *** *** ** ** * * * * * *
B: Vendedor de capacidade			Mês		Funcional	
C: Vendedor de grande variedade de tipos de projetos e produtos	Fechadas com muitas famílias	Muito instável	Semanas	Baixo		
D: Vendedor de uma ou poucas famílias de produtos	Fechada com poucas famílias	Pouco estável	Semana	Alto		
E: Vendedor de produtos customizados			Dias		Celular	
F: Vendedor de produtos de prateleira	Fechada	Estável	Horas	Muito alto		

Quadro 7 - Caracterização de arranjos físicos de produção sob encomenda.

Fonte: Adaptado de Costa, 1996.

2.4.1.1.1 Sequenciamento da produção sob encomenda

O sequenciamento da produção "*Scheduling*" é um processo de decisão que tem por objetivo otimizar uma ou mais operações, auxilia na a alocação de operações e recursos. É considerado de suma importância para as indústrias, pois, permite que as mesmas consigam coordenar a produção a fim de atender de forma efetiva seus objetivos (FERNANDES, 2006).

Para Slack et.al. (2002), o sequenciamento refere-se à tomada de decisão sobre a ordem que as operações devem ser executadas. Gigante (2010) explica a alta complexidade da execução e controle das operações. Por exemplo, ocorrem cinco atividades independentes uma da outra em uma máquina, deste modo são cinco diferentes sequencias para a execução das atividades, resultando em 120 possíveis soluções para este problema. Já num ambiente com 10 atividades o número de possíveis soluções é de 3.268.800.

Conforme abordado por Tubino (1997), o principal problema enfrentado pelo planejamento, programação, controle da produção e especialmente no sequenciamento das atividades, na produção sob encomenda ou nos processos por projetos, é a alocação dos recursos múltiplos restritos disponíveis, no sentido de assegurar o prazo de término do projeto.

A produção sob encomenda pode ser de bens e serviços e é desenvolvida para atender a necessidade de um cliente em específico, primeiramente há a manifestação dos clientes, em

seguida projeta-se e definem-se os produtos a serem fabricados. Portanto, empresas que trabalham com produção sob encomenda tem grande dificuldade em sequenciar a produção. Torna-se difícil conciliar a utilização e produtividade de recursos produtivos com prazos de entregas acordados com clientes. O não cumprimento de prazos se torna um grande problema na insatisfação do cliente, em que a empresa fica sujeita a pagar multas além de comprometer seu faturamento com um projeto não finalizado (TUBINO, 1997).

Na produção sob encomenda, especialmente em projetos onde a complexidade é maior, é de suma importância que a empresa busque por recursos, ou busque desenvolver ferramentas que lhes auxiliem no sequenciamento. Que a indústria consiga visualização cada etapa do processo e quando necessário tenha condições de tomar decisões evitando assim, atrasos.

2.4.2 Estratégias de produção

A Estratégia de Produção começou a ser difundida entre a década de 60 e 70 por empresas japonesas que começaram a ganhar mercado traçando suas vantagens competitivas na produção e conferindo outros critérios valorizando além do custo tais como qualidade, prazo e, flexibilidade, assim, estudos começaram a ser feitos a fim de contribuir para a competitividade das empresas. (ANTUNES JUNIOR e KLIPPEL, 2003).

Segundo Alves Filho, Vanalle e Pereira (1997) a estratégia de produção atualmente vem sendo consolidando na área da Engenharia de Produção e do Planejamento Estratégico conforme as pesquisas de autores como (SKINNER, 1969; SWAMIDASS e NEWELL, 1987; WHEELWRIGHT, 1984 e HAYES, WHEELWRIGHT, 1984).

A Estratégia de Produção consiste num conjunto de planos e programas desenvolvidos para serem aplicados na Produção contribuindo assim, para o aumento da competitividade das indústrias. Seu principal objetivo é relacionado com as dimensões competitivas, ou ainda com as prioridades competitivas da produção, programas e se necessário com as mudanças para aplica-lo (ALVES FILHO, VANALLE E PEREIRA, 1997).

De acordo com os seguintes autores Hayes e Wheelwright (1984); Skinner (1978) e Fine e Hax (1985) o conceito da estratégia de produção aborda três eixos principais sendo eles, critérios competitivos, prioridade da produção e áreas da decisão, conforme figura 8.

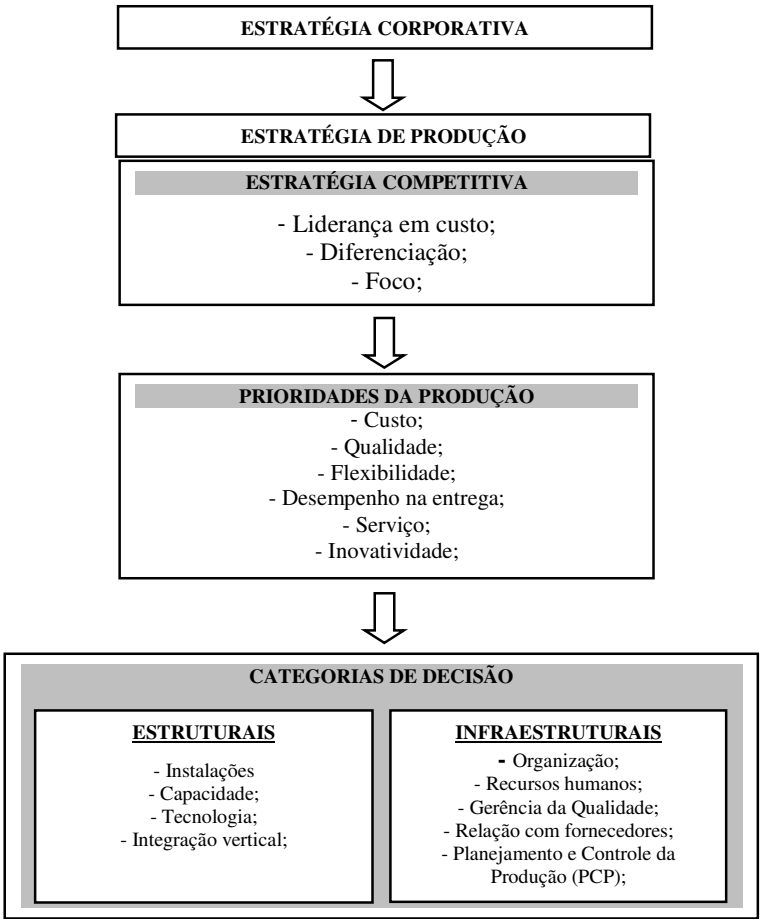

Figura 8 - Estrutura da estratégia de produção.

Fonte: Adaptado de HORTE et. al., 1987 e Pires, 1995.

Conforme abordado por Horte et.al. (1987) a principal função da estratégia de produção é fazer com que a demanda de produção/pedido seja conduzida junto com a capacidade da produção/execução, fortalecendo a implementação da estratégia competitiva aliada a uma rigorosa análise entre cliente, fornecedor, concorrente e mercado, além do diferencial da própria empresa.

As Prioridades Competitivas ou Dimensões Competitivas ou ainda Missões da Produção, fazem parte da produção juntamente com um conjunto de diretrizes que abordam e devem compor (no âmbito da produção) um conjunto consistente de diretrizes que orientarão os programas das áreas de decisão tanto estruturais e infraestruturais que são implementadas pela função Produção da empresa. De acordo com Garvin (1993) há cinco prioridades: Custo, Qualidade, Flexibilidade, Entrega e Serviço. Além dos abordados por Leon *et. al.*(1990) que considera Inovatividade como uma prioridade. Stalk Junior (1988) acrescenta ainda o tempo como uma dimensão da Entrega, Flexibilidade.

Das prioridades abordadas pelos autores, Alves Filho et.al. (1995) relata que não há um consenso sobre quais prioridades competitivas devem ser implementadas pela Estratégia de Produção. Cabe à organização identificar quais podem melhor se adequar à empresa.

De acordo com as categorias de decisão apresentadas na figura 8, Vanalle (1995) salienta que a empresa deve tomar decisões elas ao longo do tempo levando sempre em consideração a organização como um todo, ou seja, em todos os seus níveis para que a mesma obtenha resultados tanto na estrutura com na infraestrutura da produção desejada pela empresa. Dentre as categorias de decisão encontra-se o Planejamento e Controle da Produção (PCP), considerado o coração da empresa, pois faz o meio de campo entre demanda de produção, compra de matéria-prima, estipula prazo de entrega, organiza a produção, e entrega ao cliente.

2.4.3 Planejamento e programação da Produção

Conforme abordado na seção 2.1.2 o planejamento é fundamental em qualquer processo, inclusive essencial no planejamento de produção. Cabe ressaltar da importância do planejamento e da programação, planejamento tem por objetivo responder a questão do que deve ser feito no processo e programação diz como e quais ferramentas e métodos utilizar para auxiliar no controle análise e execução do processo. Figura 9.

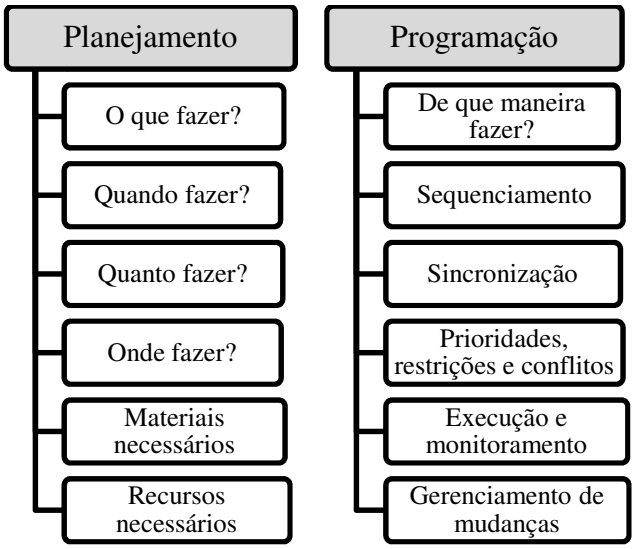

Figura 9 - Atividades de responsabilidade de execução do Planejamento e da Programação

Fonte: Moreira, 1999.

O planejamento e programação da produção ou planejamento e controle da produção controlam as atividades de decidir sobre o melhor emprego dos recursos de produção, garantem a execução do que foi previsto no tempo e quantidade certa e recursos certos, ou seja, o PCP tem a responsabilidade de saber responder as questões referente o que produzir?; quanto produzir?; onde produzir?; como produzir?; quando produzir?; com o que produzir?; e quem vai produzir?. Alem de estabelecer ações que devem ser seguidas para cumprir com as metas estabelecidas (MOREIRA, 1999).

Conforme abordado por Campos (1998) o PCP ocorre de uma forma hierárquica englobando decisões de longo até curto prazo, com interesses e necessidades diferentes em relação à natureza de decisão sejam elas estratégicas, táticas e operacionais. A estrutura hierárquica apresentada por Campos (1998) corresponde a cinco níveis sendo: - Plano Agregado; - Plano Mestre; - Planejamento de Recursos (MRP e MRPII); - Programação e - Liberação da Produção. Segundo Corrêa et. al. (2000) a estrutura da função hierárquica do PCP compreende: - S&OP (*Sales & Operations Planning*); - MPS (Planejamento-mestre da produção); - MRP e - Programação da Produção. A figura 10 apresenta a estrutura hierarquizada conforme a abordagem dos autores Campos (1998) e Corrêa et. al (2000).

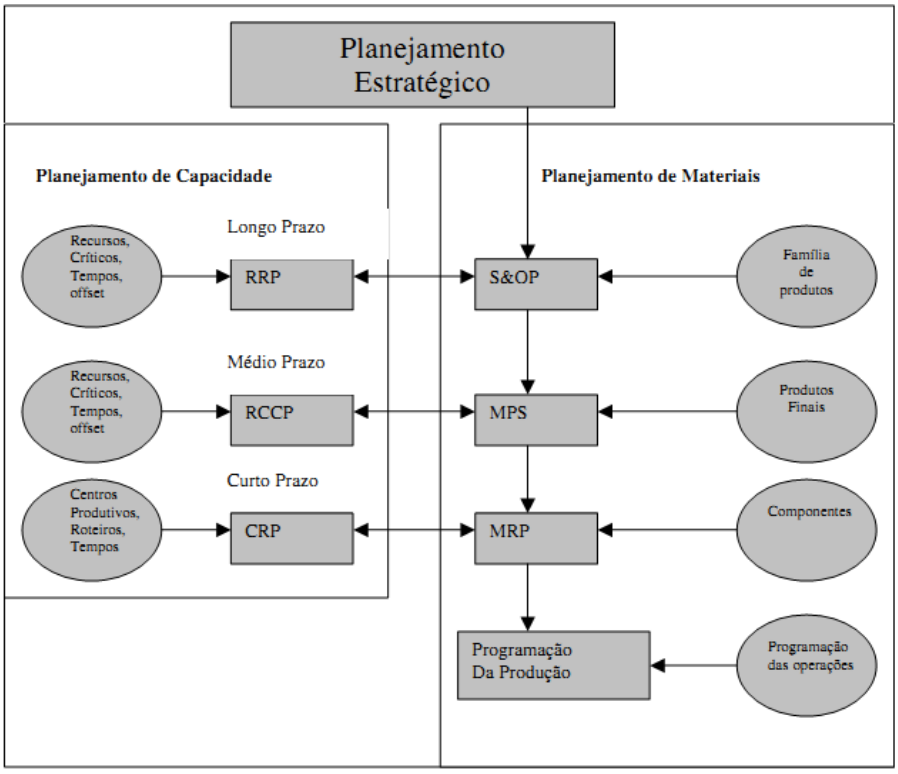

Figura 10 - Forma Hierárquica do Planejamento, Programação e Controle da Produção.

Fonte: Corrêa et.al. 2000.

2.4.4 Programação da produção sob encomenda

Para Goulart (2000), a Programação da Produção baseia-se em determinar os prazos de entrega dos projetos a serem executados e seus principais aspectos são o sequenciamento das operações a serem realizadas, compra de materiais, restrições de capacidade produtiva. Já Slack et.al. (1999), diz que a Programação da Produção foca mais no controle do que no planejamento, porque nesta etapa de execução é mais importante do que formalização do que se pretende fazer e os níveis destas atividades envolvem: o carregamento (volume com o qual uma operação pode lidar), o sequenciamento (priorização das tarefas a serem executadas), e a programação (tempo de inicio e término de cada tarefa).

Visando uma melhor utilização dos operadores, equipamentos e materiais são importantes para que o controle garanta que as tarefas sejam executadas de forma correta e no prazo estipulado (GOULART, 2000).

Segundo Rodammer; White Jr. (1988) o objetivo da programação da produção é encontrar a maneira mais adequada de alocar e organizar o uso de recursos compartilhados da melhor forma possíveis para que as restrições sejam harmoniosamente satisfeitas com custos minimizados. Conforme Olivares (2003), os objetivos da Programação são propostos para que os produtos tenham qualidade, que máquinas e pessoas operem em níveis desejados, que os estoques e custos operacionais sejam reduzidos e se tenha um bom nível de atendimento ao cliente.

Para Campos (1998) existem três tipos de restrições da Programação que seriam a caracterização das operações, a definição dos recursos e definições de critérios.

O PCP, principalmente quando da gestão de múltiplos projetos e produção sob encomenda é responsável pela tomada decisão na execução de projetos. O PCP é que controla desde o projeto até a entrega da obra, acompanha cada etapa e exceção da mesma, se mune de ferramentas que lhe dê subsídio a fim de garantir o sucesso da empresa como a satisfação do cliente. Desta forma, a fim de contribuir com este setor que é considerado o coração de qualquer empresa, busca-se no Capitulo 3 abordar como foi pensada e elaborada uma ferramenta de análise de decisão em um ambiente de produção de múltiplos projetos.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo, descreve-se como se realizou a pesquisa proposta, mostrando todas as etapas e como foram investigados, obtidos, analisados e tratados os dados, quais instrumentos de apoio foram utilizados e todos os passos de desenvolvimento da ferramenta de análise de multicritério. Além das metodologias, técnicas, abordagens e procedimentos utilizados. Conforme abordado por Marconi e Lakatos (2000), "método é a forma de proceder ao longo de um caminho". Os métodos caracterizam-se como instrumentos básicos que traçam de modo ordenado o proceder do pesquisador na realização de uma pesquisa em direção dos objetivos propostos (MARCONI E LAKATOS, 2000).

3.1 Enquadramento metodológico

A referida pesquisa quanto à sua natureza é de cunho aplicativo, ou seja, é uma pesquisa aplicada que tem por finalidade gerar e obter o conhecimento para otimizar produtos e processos, conforme abordado por (JUNG, 2010). Quanto às suas técnicas classifica-se como bibliográfica e descritiva. Bibliográfica, pois procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicada em periódicos. Este tipo de pesquisa dá suporte na definição do problema, na determinação dos objetivos, na construção de hipóteses, na fundamentação da justificativa e na escolha do tema proposto nesta dissertação (GIL 1996; CERVO e BERVIAN, 1996).

Considerada descritiva, porque busca auxiliar na resolução de problemas melhorando as práticas por meio da observação, análise e descrições objetivas, através de entrevistas com peritos para a padronização de técnicas e validação de conteúdo abordado (THOMAS, NELSON E SILVERMAN, 2007).

Tem abordagem qualitativa e quantitativa. É considerada qualitativa, pois há participação do pesquisador no processo com questões norteadas de acordo com o assunto abordado e busca conhecer as particularidades do processo. Quantitativa, porque apresenta objetividade, requer análise, trabalha-se com números e preocupa-se com quantidade, é possível medir o que esta sendo abordado (JUNG, 2010; MIGUEL et. al., 2010).

Como procedimentos é um estudo de caso, conforme definido por Jung (2010), é uma pesquisa que investiga um fenômeno dentro do contexto local, real, além de buscar, descrever

um sistema de produção com objetivo de entender “como” e “por que” funcionam as “coisas”. Ou ainda, um estudo de caso é um estudo de caráter empírico que considera o fenômeno e o contexto onde se insere, nem sempre é conhecido e qualquer fato relevante é considerado coerente (SCHRAMM, 1971; YIN, 2001). Neste estudo serão investigadas novas formas de priorização na execução de projetos.

Utilizou-se o software aplicativo Excel®, para simular as prioridades dos projetos na tomada de decisão pela produção de um ou outro. Os métodos para a coleta de dados da pesquisa são a observação participante, a pesquisa documental e a entrevista não estruturada com a equipe participante e responsável pelo andamento dos projetos. A dissertação é proposta em três etapas de elaboração, conforme figura 11.

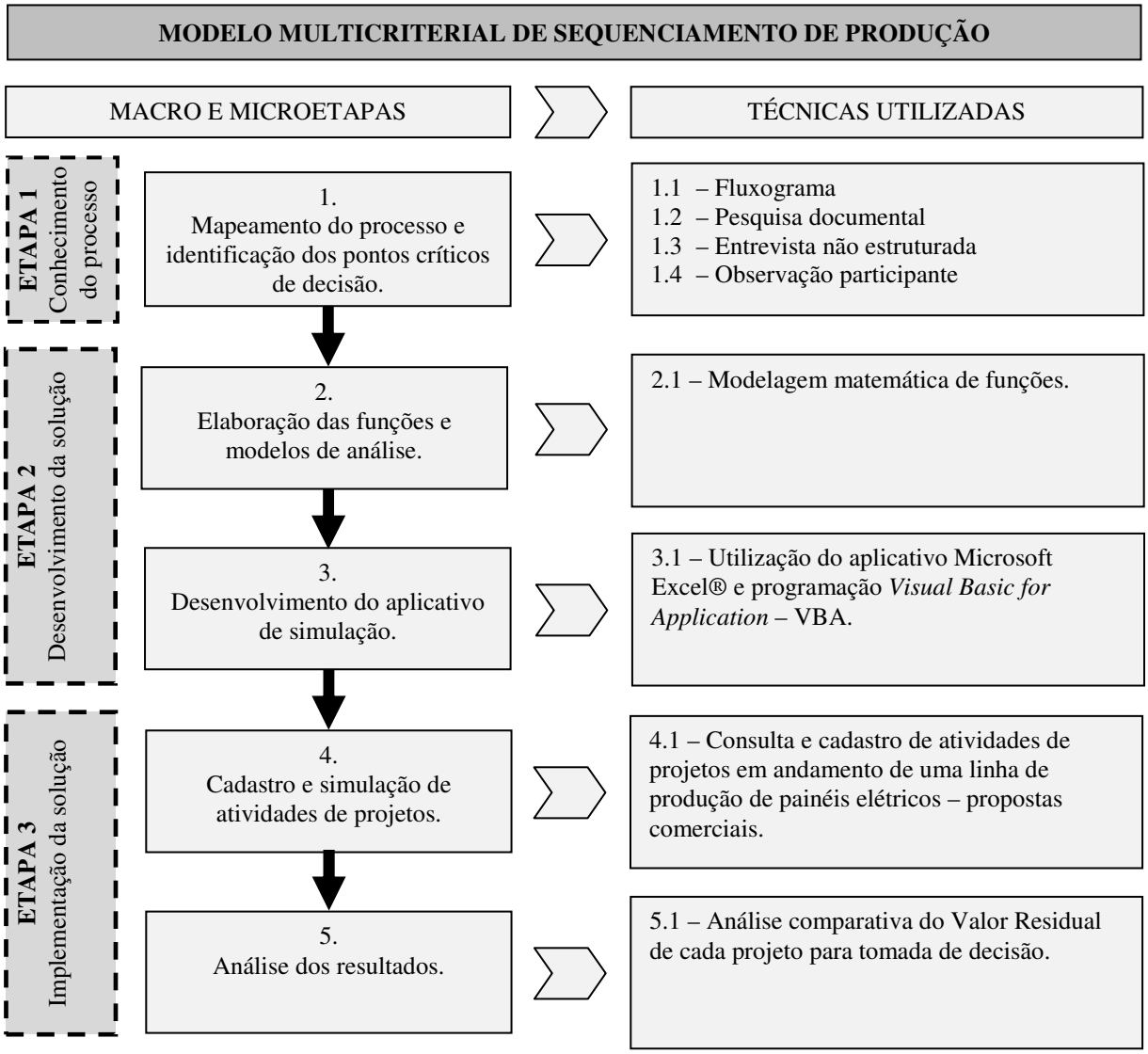

Figura 11 - Sequencia e técnicas utilizadas no desenvolvimento da pesquisa.

Fonte: Fonte: Pesquisa, 2012.

3.2 Etapa 1: Conhecimento do processo

Nesta etapa foi realizado o mapeamento do processo e a identificação dos pontos críticos de decisão. A técnica utilizada no mapa do processo foi o fluxograma, auxiliado pela pesquisa e análise documental em procedimentos da empresa abordada. O refinamento do fluxo foi auxiliado por entrevistas não estruturadas com gestores e operadores das linhas de produção de produtos e serviços avaliados, sendo:

- Análise e desenvolvimento do subprocesso de engenharia comercial e orçamentária;
- Análise e desenvolvimento do subprocesso de engenharia de projetos;
- Análise e desenvolvimento do subprocesso de engenharia de suprimentos;
- Análise e desenvolvimento do subprocesso de engenharia de manufatura;
- Análise e desenvolvimento do subprocesso de engenharia de execução/instalações.

3.3 Etapa 2: Desenvolvimento da solução

Nesta etapa foram elaboradas as funções e modelos de análise, bem como o desenvolvimento da ferramenta de simulação. Para tal fez-se uso de modelagem matemática de funções utilizando operadores lógicos básicos como: somatório (∑), adição (+), subtração (-), multiplicação (×) e divisão (÷).

A ferramenta de simulação foi desenvolvida no aplicativo Microsoft Excel® com algumas operacionalidades como botões de seleção, comando e acesso a planilhas aprimoradas em ambiente de programação *Visual Basic for Applications – VBA*. Ela foi subdividida em 4 grupos de planilhas sendo:

- Uma interface inicial para receber os parâmetros básicos de consulta como, por exemplo, a quantidade de projetos que se deseja comparar, valores de meta da unidade de negócios. Permite ainda a navegação através das demais planilhas por meio dos botões de comando, além de apresentar o sequenciamento dos projetos conforme o valor residual do conjunto de atividades;
- Um grupo de planilhas para receber e armazenar os dados dos projetos, bem como permitir a manutenção e cadastro do previsto e realizado de cada atividade;

- Um conjunto de planilhas para buscar os dados, efetuar os cálculos segundo cada subcritério e devolver de forma ordenada os valores residuais de cada atividade de projeto;
- E por fim, planilhas com tabelas dinâmicas para selecionar os valores e apresentar na consulta do usuário. A representação esquemática do conjunto de planilhas do simulador de decisão pode ser visualizada na figura 12.

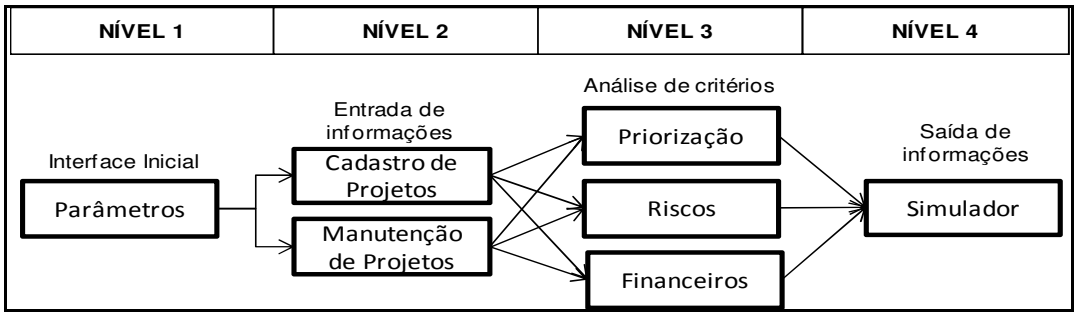

Figura 12 - Representação esquemática do conjunto de planilhas do simulador de decisão.

Fonte: Pesquisa, 2012.

No desenvolvimento da ferramenta de simulação os principais operadores utilizados foram:

- Funções lógicas: Se (SE (teste_lógico;valor_se_verdadeiro;valor_se_falso);
- Funções de texto: Concatenar (CONCATENAR (texto1; texto2;...);
- Funções de pesquisa e referência: Procv (PROCV(valor_procurado, matriz_tabela, núm_índice_coluna, [procurar_intervalo]);
- Funções de Auto soma: mínimo, máximo, média, soma;

3.4 Etapa 3: Implementação da solução

Foram realizados os cadastros e simulação das atividades de projetos e análise de sensibilidade do modelo. Na simulação das atividades fez-se a consulta e cadastro de atividades de projetos que estavam em andamento de uma linha de produção de painéis elétricos – propostas comerciais. Os resultados das simulações foram analisados e comparados entre si, hierarquizando os com maior valor residual.

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE DECISÃO

Nesta seção dá-se ênfase ao desenvolvimento do modelo e/ou ferramenta de simulação de decisão em múltiplos projetos. Primeiramente definem-se os termos iniciais utilizados na elaboração das fórmulas. Depois se elenca os pontos de cálculo e o detalhamento dos modelos de cálculo com as restrições de processo. Os modelos levam em consideração critérios como análise de risco, análise econômica e análise de priorização.

4.1 O modelo de decisão

O modelo de decisão baseia-se em um *Fator de Carregamento Associado - FCA* composto por Fatores de risco, penalidades, regras de priorização e fatores econômicos, denominados posteriormente de "Critérios" e está estruturado para gerar indicadores e decisões em cada etapa crítica do processo.

Fatores de risco associado são dados por índices de sucesso e fracasso atribuídos as etapas do processo que estão sendo analisadas. Por padrão, nos momentos que não possuir dados suficientes para e*scores* diferenciados, adota-se 50% de chances de sucesso e 50% de fracasso.

Fatores econômicos levam em consideração o valor financeiro em que se refere ao valor da atividade em R$ firmado na proposta comercial, e ao fator de restrição cadastral do cliente que impossibilite o faturamento dos equipamentos/serviços.

Fatores de Priorização são as regras utilizadas para sequenciamento de atividades de projetos de produção, tais como o uso de recursos (pessoas) necessários para o desenvolvimento do produto ou serviço negociado com o cliente e % de similaridade do projeto a ser desenvolvido, fatores decisivos na duração da atividade do projeto (d_{ij}).

4.2Etapas de cálculo do Fator de Carregamento Associado - FCA

Entende-se por *fatores de carregamento associado* adotado neste texto como sendo o índice/valor associado ao somatório de cargas de cada subprocesso, dado por (1):

$$FCA = \sum f(fase1) + f(fase2) + f(fase3) \ldots + f(fasen) \qquad (1)$$

Sendo, “fase” cada etapa crítica de decisão do processo conforme figura 13.

A fase 1 envolve o contato inicial do gestor comercial com o cliente até a efetivação ou não da negociação. Nesta fase envolvem-se diretamente as áreas comercial, orçamentária e PCP. As áreas comercial e orçamentária na elaboração da proposta técnica/comercial com valores e descrição dos produtos e serviços e PCP na simulação e elaboração de cronogramas de entrega.

A fase 2 inicia-se na consolidação da negociação e compreende o desenvolvimento dos projetos. Eventualmente pode se estender até o início da instalação de equipamentos e execução de serviços a campo.

A fase 3 compreende a aquisição de materiais para a fabricação e montagem dos equipamentos e inicia-se com a liberação da 1ª lista de materiais pela engenharia. Tanto na fase 2 como na fase 3 há um grande envolvimento das áreas de PCP, engenharia de projetos, estoque e suprimentos que podem ser acionados a qualquer momento até a entrega das atividades programadas.

A fase 4 é a de montagem em fábrica dos equipamentos e necessita que o projeto (fase 2) esteja concluído e suprimentos (fase 3) dê condições de início de montagem. A fase 5 envolve a execução dos serviços de montagem de equipamentos a campo. Para esta fase é imprescindível que a fase 2 esteja concluída, que a fase 3 dê condições de início de instalação e esteja concluída até o carregamento,quando existir, dos equipamentos montados em fábrica da fase 4.

A fase 5 requer também que os contratos estejam devidamente assinados para dar início a montagem do canteiro de obras e execução das atividades. Nas fases 4 e 5 envolvem-se diretamente as áreas de PCP, projetos (eventualmente), manufatura, estoque e expedição/logística para a separação e envio dos materiais e a equipe executora do projeto a campo.

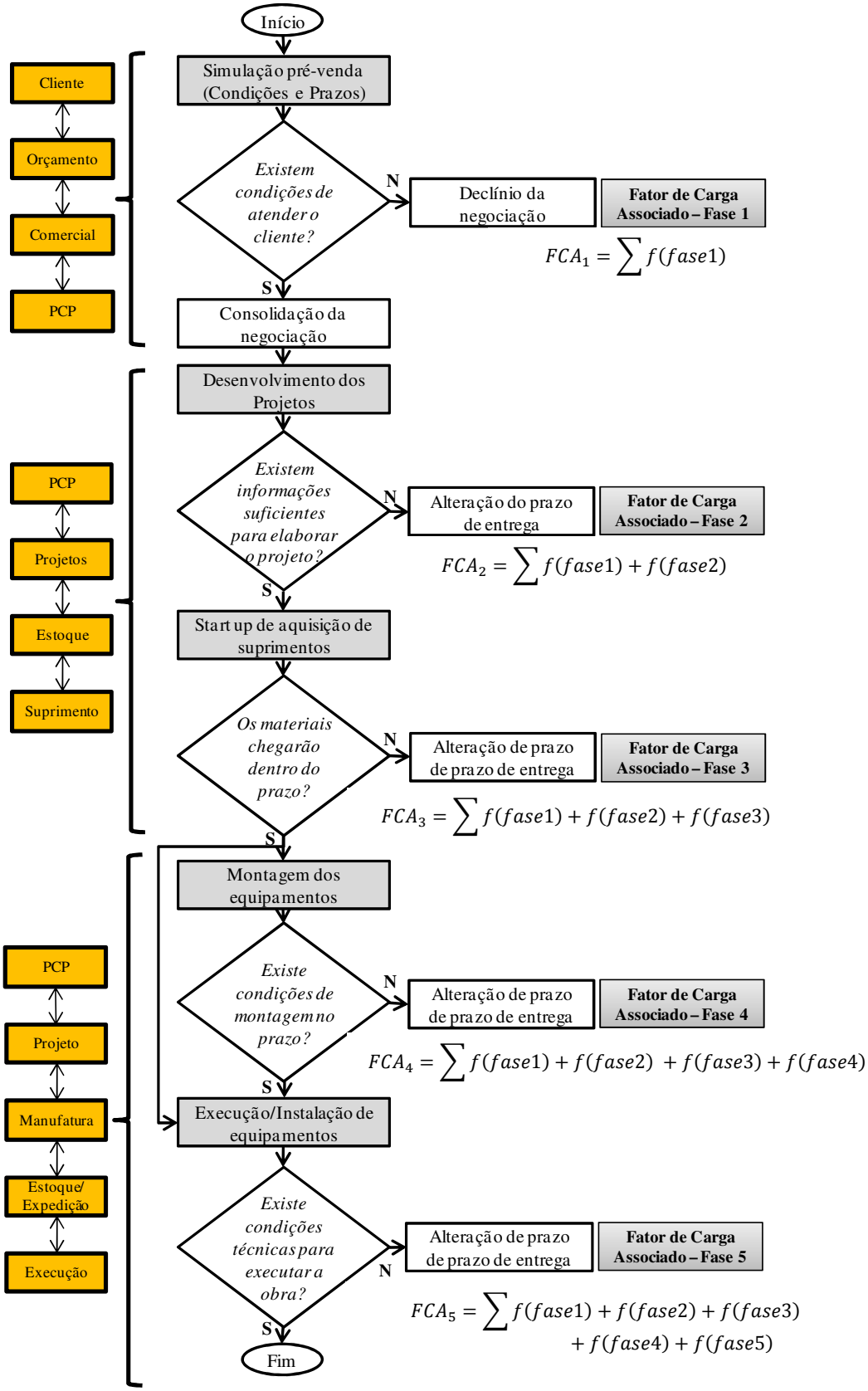

Figura 13 - Pontos de cálculo de carga de projetos para a análise de decisão

Fonte: Pesquisa, 2012.

4.3 Detalhamento da estrutura de cálculo do FCA por Fase

4.3.1Fase 1 – Engenharia de Orçamentos e Comercialização

Em uma comercialização normal de produtos, a porta de entrada é a equipe comercial com seus gestores internos e externos que prospectam clientes oferecendo soluções para os mais diversos modelos de negócios. Nesta etapa o modelo deve prever eventuais fracassos da negociação em virtude de discordâncias quanto a prazos, preços e condições técnicas. Se a negociação declinar nesta etapa tem-se um Custo Associado-CA composto por Custos de Mão de obra de Orçamentação – CMO e Penalidade por Perda de Oportunidade de Produção-PPOP. Figura 14.

4.3.1.1 Custos mão de obra orçamentação - CMO

O custo de mão de obra e orçamentação é obtido pela quantidade de recurso, valor de hora e tempo utilizado referente a (pessoa), é expresso pela equação (2).

$$CMO = \sum QRP_{util} * V_R * t_u \quad (2)$$

Onde,QRP_{util}= quantidade de recursos (pessoas) utilizados; V_R = Valor/hora do recurso (pessoa); t_u = tempo (n) utilizado do recurso (pessoa).

4.3.1.2 Penalidade por perda de oportunidade de produção - PPOP

A penalidade por perda de oportunidade de produção é gerado quando do declínio da negociação na fase orçamentária é obtida através do valor da meta da unidade estratégica, pelo tempo gasto na realização do orçamento, pela meta do referido projeto em dias, conforme expresso na equação (3).

$$PPOP = \sum \frac{VM_{UEN}}{30_{dias}} * TG_O \quad (3)$$

Onde, VM_{UEN} = Valor meta da unidade estratégica de negócio; 30_{dias} = correspondente a um mês de exercício contábil e TG_o = número de dias que levou para realizar o orçamento.

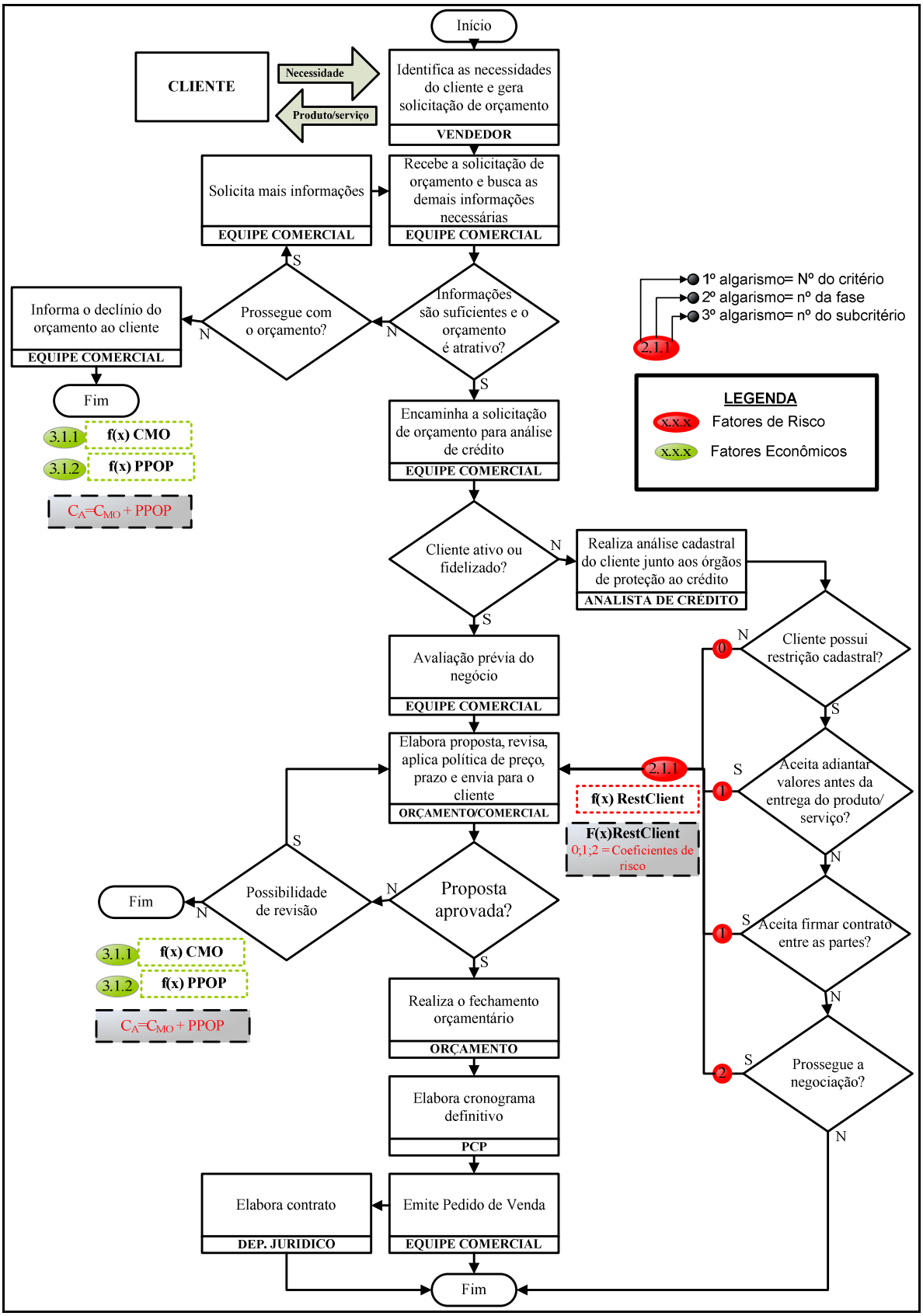

Figura 14 - Subcritérios da Fase 1 – Engenharia de orçamentos e comercialização.

Fonte: Pesquisa, 2012.

4.3.1.3 Restrição cadastral do cliente

Este subcritério representa o grau de incerteza proporcionado por uma negociação com o cliente na ausência de uma análise cadastral junto aos órgãos de proteção ao crédito. Como forma de garantia de faturamento e ou recebimento, analisam-se as restrições que podem ocorrer como forma preventiva, portanto preocupa-se em ter tais informações do cliente. Foram denominados três coeficientes que serão levados em consideração ao se analisar esta fase, sendo eles: 0 (zero) quando o cliente não tem nenhuma restrição, portanto considera-se um bom cliente o que indica 100% de faturamento; 1 (um) se o cliente apresentar restrição parcial, ou seja, possui restrição mas aceita outras formas de negociação como adiantamento de valores e formalização de contrato, formas estas, que deem garantias a empresa de receber pelos produtos/serviços prestados, portanto considera-se uma indicação de confiabilidade de receita em 50%. E 2 (dois) se o cliente apresentar restrição financeira sem aceite de garantias de pagamento. Neste caso, considera-se a negociação como duvidosa, restringindo a confiabilidade de receita em 0%. O cálculo do fator de risco nesta etapa é dado conforme o coeficiente de restrição ou risco, sendo:

Para coeficiente de risco = 0 é dado por (5).

$$F_{RestClient} = (VFA \times 100\%) \tag{5}$$

Quando o coeficiente de risco for = 1 ele será representado por (6).

$$F_{RestClient} = (VFA \times 50\%) \tag{6}$$

Já se o coeficiente de risco for = 2 ele será representado pela equação (7).

$$F_{RestClient} = (VFA \times 0\%) \tag{7}$$

Onde VFA corresponde ao valor financeiro da atividade. Os pontos analisados encontram-se em destaque na figura 15.

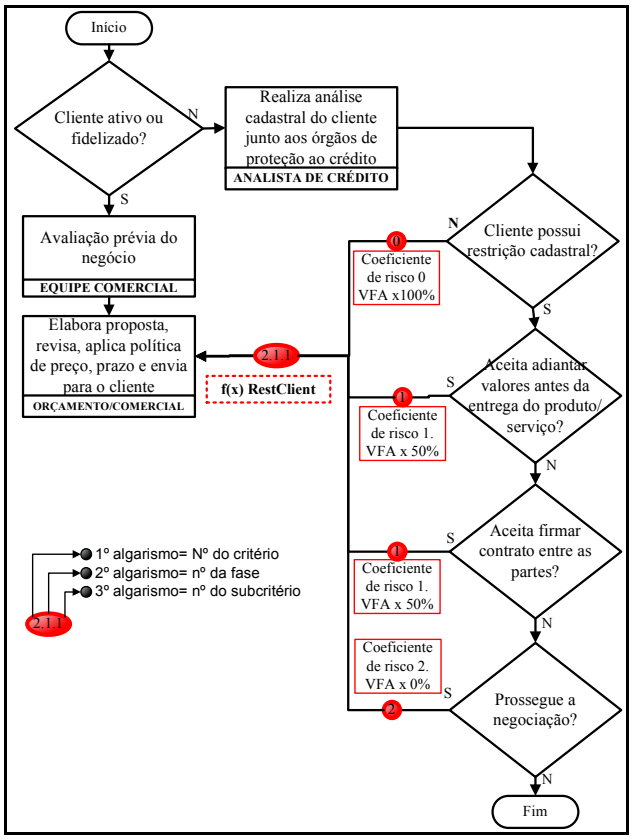

Figura 15 - Estrato do fluxograma da Fase 1 - coeficientes de risco do cliente.

Fonte: Pesquisa, 2012.

A representatividade do Valor Residual do Projeto – VRP ao final da Fase 1 pode ser dada por (8):

$$VRP_{f1}=FCA_1=\sum VFA-(\sum CMO-\sum PPOP-\sum fRestClient) \quad (8)$$

Onde *VFA* representa o valor financeiro da atividade, *CMO* representa o custo de mão de obra de orçamentação expresso na equação (2), *PPOP* representa a perda de oportunidade de produção representada na equação (3) e *fRestClien*t representa a função de restrição do cliente apresentada nas equações (5), (6) e (7).

4.3.2 Fase 2– Engenharia de Projetos

A engenharia de projetos é a área responsável por desenvolver soluções técnicas que cumpram satisfatoriamente os anseios e as necessidades do cliente. Ela prima pela utilização de técnicas e recursos tecnológicos sofisticados capazes de traduzir informações primárias de orçamento em modelos e desenhos altamente detalhados de equipamentos e suas respectivas

utilidades e funcionalidades. Em um modelo genérico de engenharia de desenvolvimento de soluções para determinados ramos de negócios como instalações e equipamentos eletromecânicos, soluções em automação, entre outros, que operam sob gestão de portfólios de projetos, a estrutura de processo tende a seguir o esquema da figura 16.

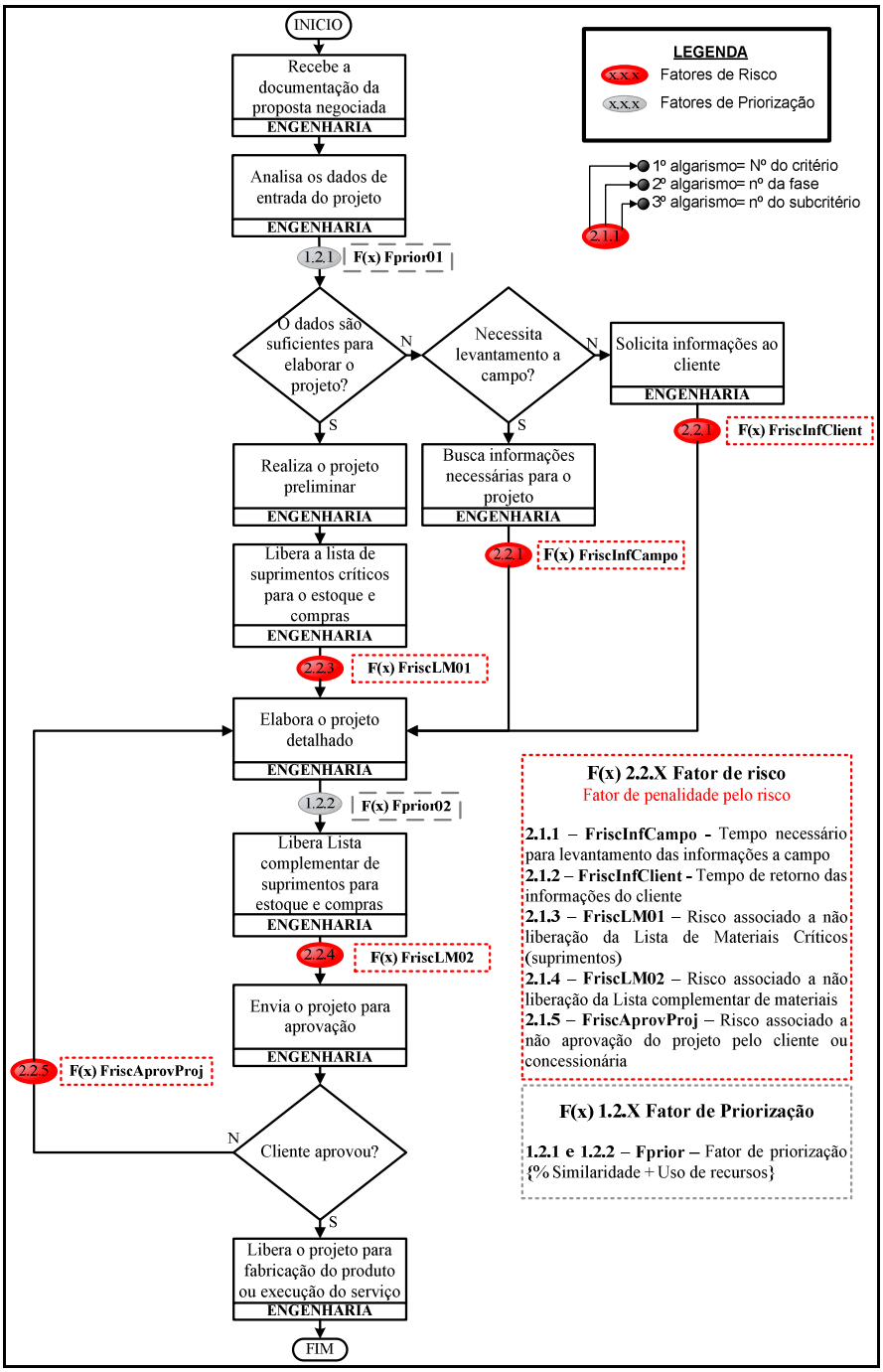

Figura 16 – Subcritérios da Fase 2 – Engenharia de projetos

Fonte: Pesquisa, 2012.

De posse da documentação de orçamentação e venda de equipamentos e serviços, a equipe de engenharia, através de seus coordenadores, analisa a disponibilidade de mão de obra técnica para desenvolver o projeto. Nesta etapa o gestor precisa avaliar critérios de priorização de projetos levando-se em conta fatores como similaridade de produtos e serviços, prazo de entrega disponível e o uso de recursos (mão de obra) propriamente dito. Para a tomada de decisão, o modelo assume um fator de priorização - *Fprior* dado pela multiplicação dos critérios citados anteriormente, em dias, e expresso pela equação (8).

$$f(Fprior01) = \sum f(Uso\ de\ Recursos) - f(Similaridade) \tag{8}$$

Obtido por (9) e (10).

$$f(Uso\ de\ Recursos) = \sum \left(\frac{Recurso\ necessários}{Recursos\ disponíveis}\right) \times d_{ij} \tag{9}$$

$$f(Similaridade) = \sum_{i=1}^{n} (d_{ij} \times \%\ Similaridade) \tag{10}$$

Onde, Similaridade representa o grau de semelhança entre os projetos a executar com os já elaborados; d_{ij} a duração da atividade do intervalo i até j, ou seja, do término da atividade predecessora até o início da atividade sucessora; e Recursos necessários e disponíveis representam a quantidade de pessoas necessárias e aptas a executar a atividade. A figura 17 mostra a exemplificação do cálculo no Microsoft Excel®.

2.2.1 - F(x)fprior01= (d_{ij} - (%similaridade * d_{ij}))*(Recursos necessários/Recursos disponíveis)*"dias"			
Variáveis	**Explicação**	**Valor**	
% Similaridade=	% de semelhança do projeto	80%	
d_{ij} =	Duração total da atividade	8 dias	
Uso de recursos=	Rec. Necessários /Rec. Disponíveis	2	3
	Fator de priorização=	1,1 dias	

Fprior01={[8dias-(8dias*80%)]*(2/3)}

Figura 17 – Exemplo de cálculo do Fator de priorização – *Fprior01*.

Fonte: Pesquisa, 2012.

A partir da análise de disponibilidade de mão de obra para a realização do projeto, avaliam-se os requisitos de entrada do projeto como plantas, fluxos, leiautes e descritivos técnicos de equipamentos existentes. Havendo necessidade informações adicionais para o desenvolvimento do trabalho, busca-se através de dois modos: por via direta ou indireta.

Pelo modo direto a própria equipe de engenharia faz o levantamento a campo em data e hora pré-agendadas. Já no modo indireto, as informações são solicitadas via vendedores externos que entram em contato com o cliente ou diretamente por canais de comunicação eletrônica e digital. Em ambos os casos existem riscos de entrega das etapas que podem comprometer o prazo do projeto. A formação do índice de risco é dada por (11) e (12):

$$FriscInfCampo = 1 - \left(\frac{UDI\ infCampo\ realizada - UDT\ projeto\ programado}{UDT\ projeto\ programado - UDI\ projeto\ programado}\right) \times 100 \quad (11)$$

$$FriscInfClient = 1 - \left(\frac{UDI\ infClinte\ realizada - UDT\ projeto\ programada}{UDT\ projeto\ programado - UDI\ projeto\ programada}\right) \times 100 \quad (12)$$

Onde para ambas as fórmulas, UDI corresponde a última data de início da atividade e UDT a última data de término da atividade.

Caso houver informações suficientes para a elaboração do projeto, prossegue-se a operação com a análise e elaboração de um projeto preliminar. O objetivo deste projeto preliminar é prover suporte a organização e revisão da *Bill of Material – BOM* ou lista de materiais. A liberação das listas de materiais para a área de suprimentos em processos não integrados diretamente com fornecedores é altamente crítica. Ações não finalizadas no tempo programado nesta etapa podem resultar em aumento significativo nos custos de matéria-prima, uma vez que os materiais necessitam ser adquiridos de revendedores a um preço superior para cumprir o prazo de entrega acordado com o cliente. O modelo assume, nesta etapa, formulação semelhante ao que foi apresentado para o risco da obtenção de informações para o projeto considerando apenas as variáveis tempo previsto e realizado para a tomada de decisão e é dado por (13).

$$FriscLM01 = (1 - \left(\frac{d_{ij\ LM\ realizada}}{d_{ij\ LM\ programada}}\right) \div\ Tempo\ restante) \times 100 \quad (13)$$

A próxima operação *(F(x)Fprior02)* demanda novamente de escolha de mão de obra para execução do projeto sempre levando-se em consideração a semelhança entre os projetos e é dada pelas equações (8); (9) e (10) apresentadas anteriormente.

Findada a etapa de elaboração de projeto, libera-se as listas de materiais remanescentes para estoque e suprimentos. A decisão é dada pela fórmula padrão de Lista de Materiais – LM adotando-se a numeração sequencial “02” para diferenciar o estágio do projeto e expressa por (14).

$$FriscLM02 = (1 - \left(\frac{d_{ij\ LM\ realizada}}{d_{ij\ LM\ realizada}}\right) \div\ Tempo\ restante) \times 100 \quad (14)$$

O modelo cumulativo de riscos de projetos encerra com a incerteza quanto a aprovação do projeto pelo cliente ou concessionária de energia. Denominada de *FriscAprovProj* esta etapa considera a quantidade de vezes que o projeto é submetido para aprovação do cliente e retorna com parecer desfavorável, necessitando que se estenda a duração da atividade (D_{ij}) por mais algum tempo até a aprovação definitiva. A obtenção do valor *FriscAprovProj* é dado por (15):

$$FriscAprovProj = P_{risco_previsto}\left(\frac{total\ reprovações\ projetos}{total\ de\ envios\ de\ projetos}\right) + P_{risco_realizado}\left[\left(\frac{d_{ij\ realizada}}{d_{ij\ realizada}}\right) \div\ Tempo\ restante)\right] \times 100 \qquad (15)$$

Onde P significa a probabilidade, total de reprovações de projetos corresponde a série histórica de pareceres desfavoráveis provenientes dos clientes, total de envios de projetos ao número de vezes que o projeto foi enviado para aprovação do cliente e D_{ij} corresponde a duração da atividade prevista ou realizada

4.3.3 Fase 3 - Engenharia de Suprimentos

A engenharia de suprimentos apresentada neste texto compreende as operações de geração de necessidade de materiais, via lista de materiais padronizada ou personalizada conforme o projeto, por reposição por ponto de pedido – RPP ou via cálculo MRP e as operações de ressuprimento e estocagem dos itens a serem consumidos.

Nesta etapa, assim que o estoque ou almoxarifado receber a informação, lista de materiais, verifica e separa os itens existentes e solicita a compra dos demais faltantes. O comprador por sua vez seleciona um fornecedor compatível e emite uma ou mais Ordens de compra com os produtos necessários. A primeira decisão significativa neste subprocesso é o parecer do fornecedor quanto ao fornecimento do produto/serviço requisitado que pode ser negativo. Por sua vez esta decisão dificilmente acarreta em uma demora considerável para o tipo de negócio em questão, onde o horizonte de programação da produção é dado em dias, geralmente 90 a 120 dias, com tempo destinado a reposição de suprimentos de 30 a 50 dias, fato que permite desconsiderar este ponto como crítico para análise.

Contudo, a decisão importante que culmina com mudanças de estratégias de negociação vem com o não cumprimento do prazo de entrega do fornecedor. Situação esta que, dependendo da urgência, restringe o tempo de espera da empresa obrigando-a a arcar com custos extras de materiais adquiridos em revendas e que dificilmente consegue repassar ao seu cliente. Este risco para fins de análise foi mensurado pela equação (16).

$$friscfornecedor = \left(\frac{UDI_{realizada} - UDT_{programada}}{UDI_{programada} - UDT_{programada}}\right) \times \%\, urgência \quad (16)$$

Onde, UDI corresponde a última data de início da atividade, UDT a última data de término da atividade e % de urgência, o índice correspondente a elevação de custo tendo que adquirir os materiais faltantes em revendas com preço maior, dado por (17):

$$\%\, urgência = \frac{Custo\ realizado}{Custo\ orçado} \quad (17)$$

A representação do subprocesso da fase 3 – engenharia de suprimentos e seu ponto de análise podem ser observados na figura 18.

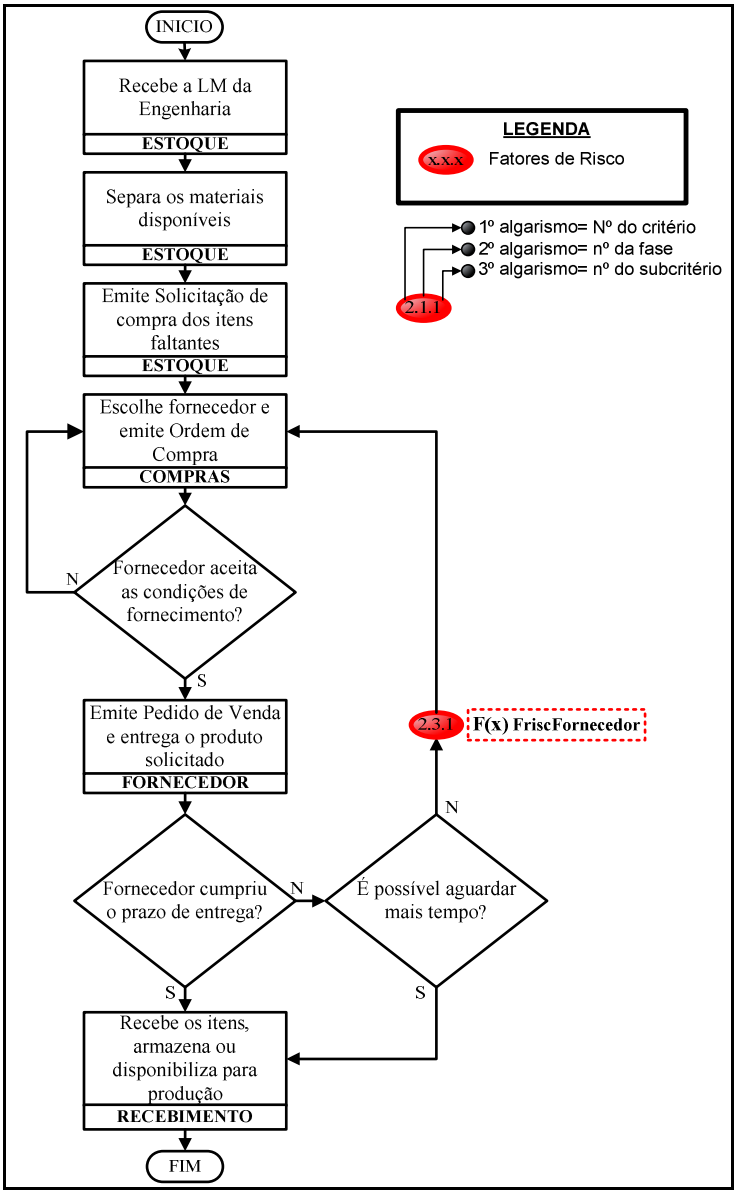

Figura 18 – Subcritérios da Fase 3 – Engenharia de suprimentos

Fonte: Pesquisa, 2012

4.3.4 Fase 4 – Engenharia de Manufatura

A engenharia de manufatura (Figura 19) inicia-se com o recebimento dos projetos e suprimentos para montagem dos equipamentos. De posse destes dois componentes, as equipes são divididas e podem dar início as atividades de manufatura exceto quando: não tiver material suficiente para início da montagem e; não tiver mão de obra disponível para alocar.

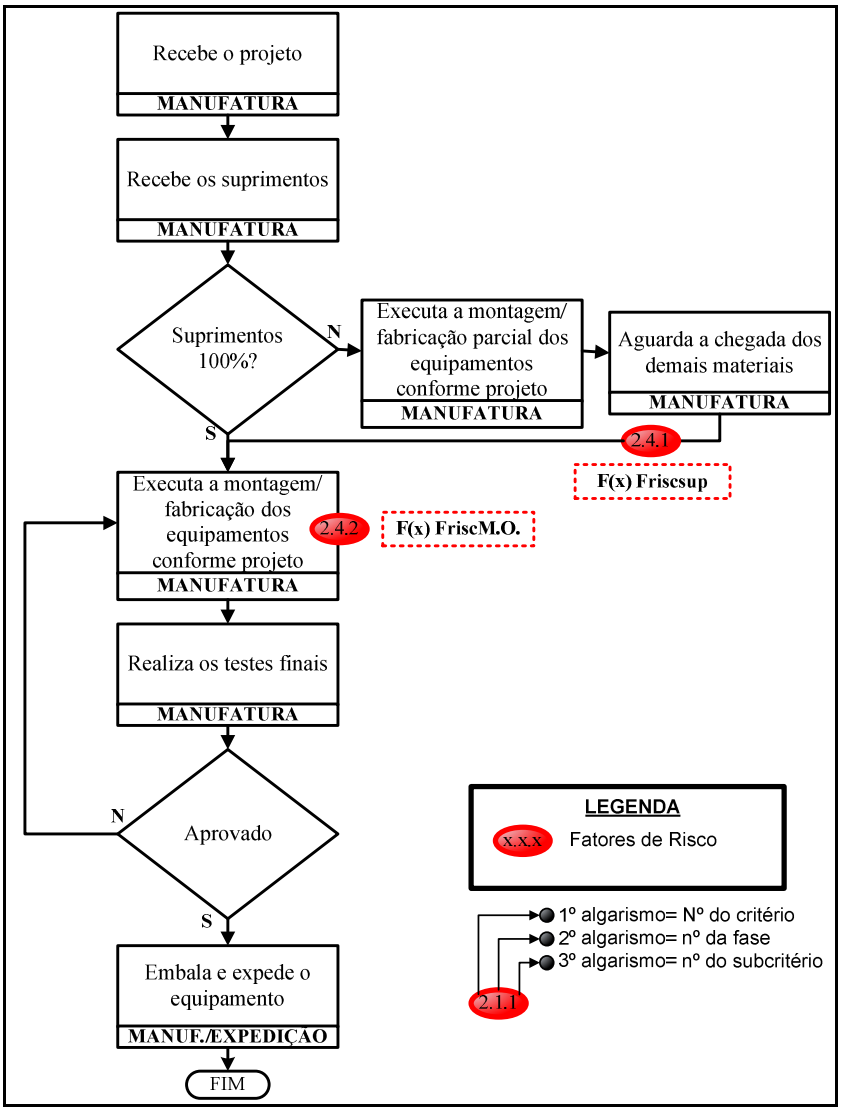

Figura 19 – Subcritérios da Fase 4 – Engenharia de manufatura

Fonte: Pesquisa, 2012

Na primeira situação pode-se iniciar a manufatura com a parcialidade dos materiais, mas esta atividade só pode ser finalizada com a disponibilidade em sua totalidade dos

mesmos. Para este caso o modelo segue a fórmula *friscsup* apresentada na equação (16) desta seção. Para a segunda situação de disponibilidade de mão de obra, o modelo atribui a equação (18).

$$friscM.O. = \left[\left(1 - \frac{M.O._{necessária}}{M.O._{disponível}}\right) * 100\right] \quad (18)$$

Onde, M.O. corresponde a mão de obra necessária ou disponível para o período da realização da atividade de montagem do equipamento.

4.3.5 Fase 5 - Engenharia de Execução/Instalações.

A Engenharia de execução ou instalações (Figura 20) compreende um conjunto de atividades realizadas a campo, ou seja, na propriedade do cliente. Por ter esta característica, ela se sujeita a fatores externos de risco que inviabilizam o envio de equipamentos montados para a obra.

Ela começa com o recebimento dos projetos executivos e planejamento da execução das atividades em campo, com a formação da equipe, preparação de documentação e envio de materiais para a obra. O envio de materiais para a obra é um ponto crítico a ser considerado em virtude de a montagem ser realizada em várias etapas com cronograma de prazos bem definidos. Na falta de materiais, estes precisam necessariamente ser adquiridos em fornecedores temporários por conta das condições da contratação do fornecimento como regime de urgência e quantidade que encarecem o produto. Para a situação do risco de suprimentos considera-se a fórmula *friscsup* apresentada anteriormente nesta seção.

Porém, para que os equipamentos, materiais e a equipe de trabalho possam ser enviados a campo, necessita-se que obra ofereça condições tanto de armazenamento, como de montagem do canteiro de obras. Tal impedimento pode eventualmente ocasionado por atraso em obras civis que antecedem as instalações eletromecânicas. Neste caso, caso não seja previsto em cláusulas contratuais, a guarda dos equipamentos passa a ser da fornecedora dos produtos que arcará com os custos de armazenagem e indisponibilidade de receita pelo período de indecisão. Fato este leva o modelo de decisão assumir um risco denominado de *friscAtrasoCliente* dado por (19).

$$friscAtrasoCliente = \left(\frac{UDI_{obras\ realizado} - UDT_{obras\ programado}}{UDI_{\ obras\ programado} - UDT_{obras\ programdo}}\right) \quad (19)$$

Onde UDI e UDT correspondem respectivamente a última data de início da atividade e a ultima data de término da atividade.

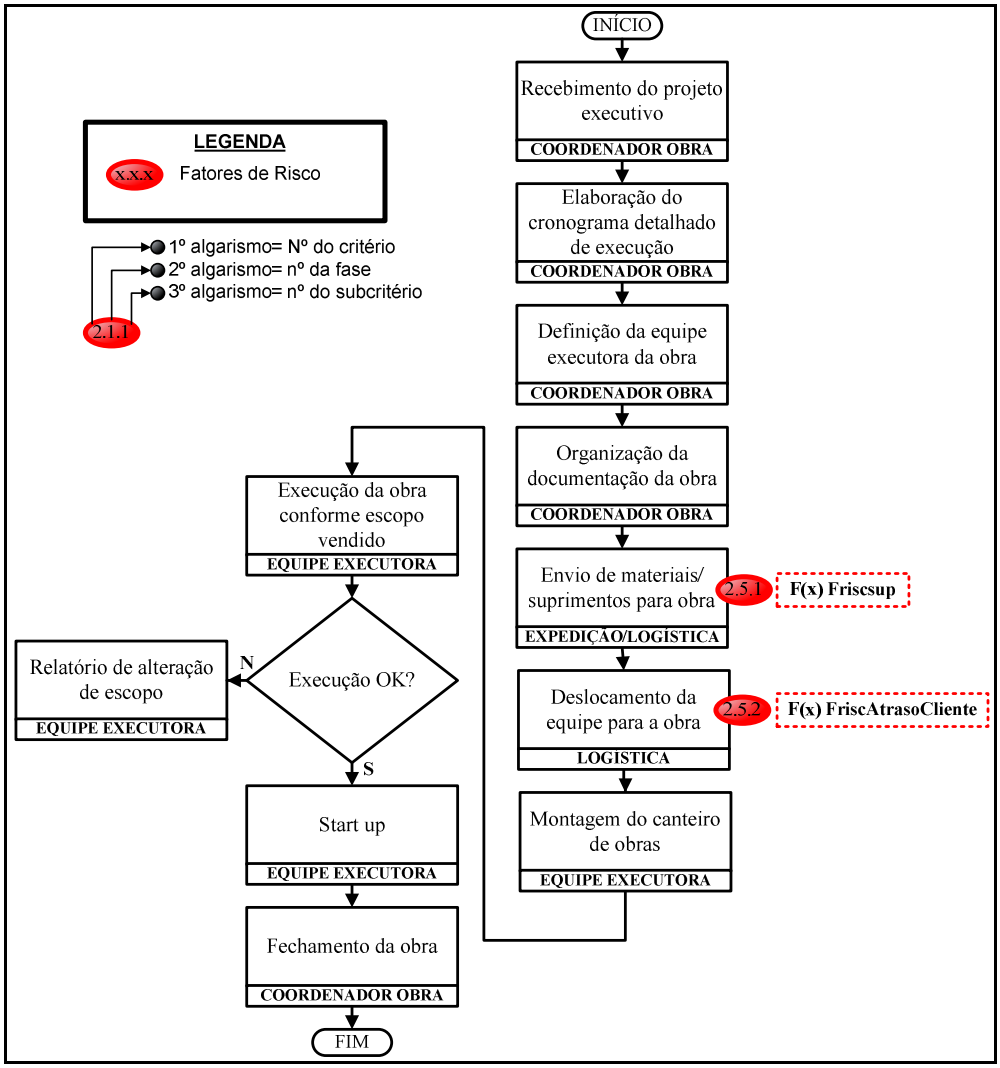

Figura 20 – Subcritérios da Fase 5 – Engenharia de Execução/Instalações.

Fonte: Pesquisa, 2012.

4.4 Elaboração da ferramenta de análise

4.4.1 Estrutura Hierárquica de Análise

Os modelos levaram em consideração critérios como análise de risco, análise econômica e análise de priorização. Esta é uma arvore da decisão, o valor a ser considerado no critério de escolha é o maior valor, ou seja, a maximização. Para fins de decisão o modelo

irá selecionar o projeto com o melhor Valor Monetário Esperado – VME seguindo as seguintes regras de decisão:

- 1º Maior valor econômico (Critério *Análise Econômica*) – Peso **5;**
- 2º Menor índice de risco (Critério *Análise de Risco* – convertido em perdas em R$) – Peso **3;**
- 3º Menor uso de recursos: tempo e pessoas (Critério de Priorização) – Peso **2;**

A estrutura hierárquica de análise é subdividida em 4 níveis de decisão: Nível 1, decisão; nível 2, critérios; nível 3, subcritérios; e nível 4, cadastro de projetos e atividades.

No nível 1 valores residuais dos critérios de priorização, análise de risco e valor econômico individuais de cada projetos são somados e multiplicados pelo peso atribuído pelo analista do processo ou decisor, gerando o valor residual global dos projetos que são ordenados em ordem decrescente de valores e apresentados na tela de análise conforme a quantidade de projetos que for informada para comparação.

No nível 2, (Figura 21) são somados os valores residuais de cada subcritério. Cada projeto acumula seu valor para posterior comparação e hierarquização no nível 1. Neste nível todos os índices dados em percentuais (análise de risco) ou em dias (priorização) são convertidos em valor monetário usando as fórmulas (19) e (20).

$$VRP = \left(\frac{\sum VFA}{TTP}\right) \times fprior \tag{19}$$

Onde, *VRP* corresponde ao valor residual do projeto; *VFA* o valor financeiro da atividade do projeto; *TTP* o tempo total do projeto e *fprior* o índice dados em dias do cálculo do fator de priorização apresentado na seção 4.3.

E por (20).

$$VRP = IMR_{projeto} \times \sum VFA_{projeto} \tag{20}$$

Onde, Onde, *VRP* corresponde ao valor residual do projeto; $IMR_{projeto}$ *ao índice médio de risco do projeto (dado em %) e* $VFA_{projeto}$ o valor financeiro do projeto;

No nível 3, cada subcritério carrega o valor financeiro das atividades dos projetos do nível 4 e calcula seguindo as fórmulas apresentadas na seção 4.3. O somatório de cada subcritério individualizado por projeto é carregado para o nível 2 para compor a análise do critério. As figuras 22, 23 e 24 apresentam respectivamente a estrutura de análise dos subcritérios de priorização, análise de risco e econômico.

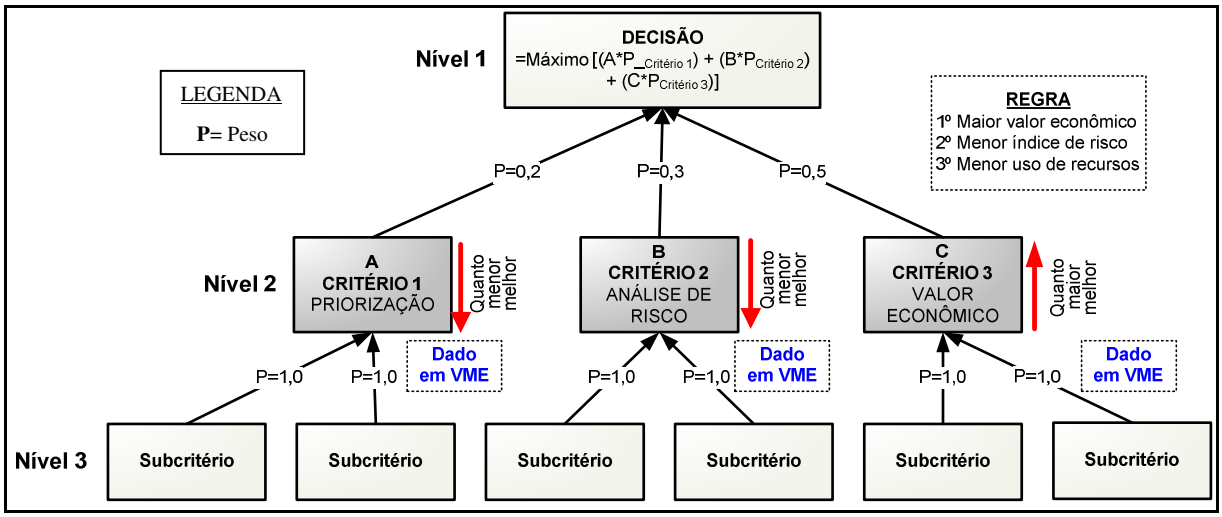

Figura 21 – Estrutura hierárquica de cálculo do Nível 2 – Critérios

Fonte: Pesquisa, 2012

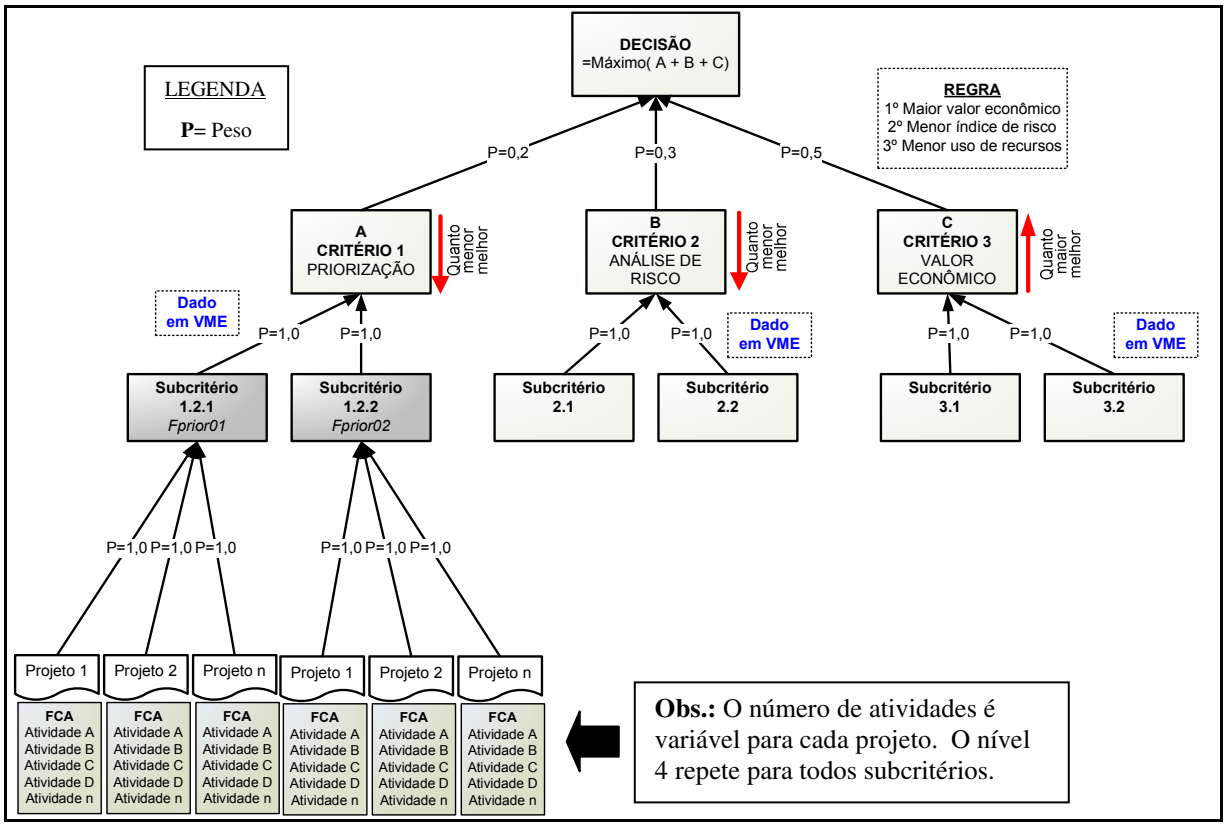

Figura 22 – Estrutura hierárquica de cálculo do Nível 3– Subcritérios de Priorização

Fonte: Pesquisa, 2012

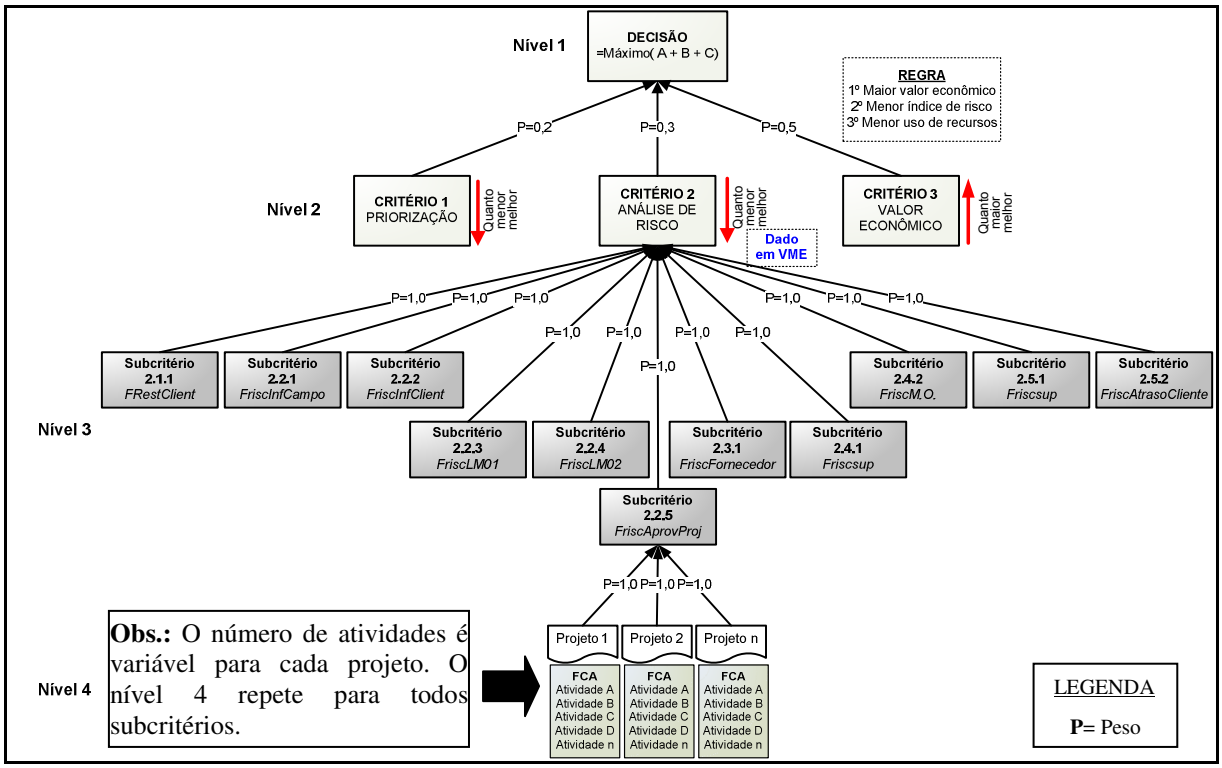

Figura 23 – Estrutura hierárquica de cálculo do Nível 3 – Subcritérios de Análise de Risco

Fonte: Pesquisa, 2012.

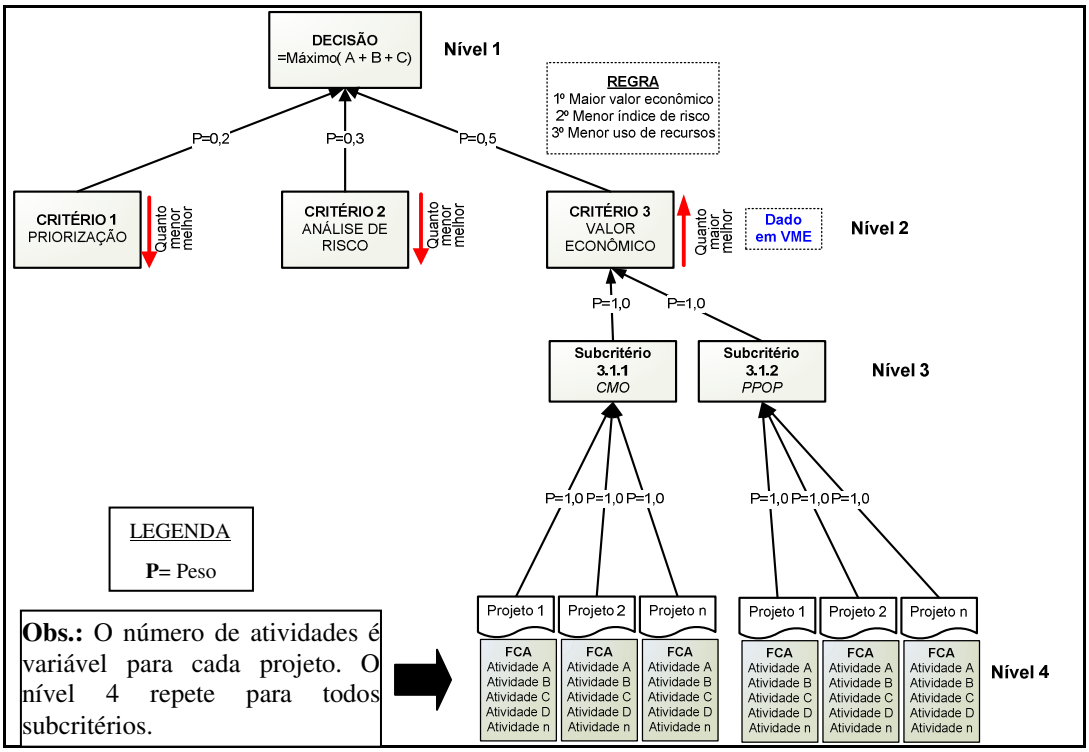

Figura 24 – Estrutura hierárquica de cálculo do Nível 3 – Subcritérios de Análise Econômica

Fonte: Pesquisa, 2012.

4.4.2 Ferramenta de Análise de Decisão em Projetos

A ferramenta de análise desenvolvida no Microsoft Excel® possui uma interface simples e permite inicialmente simular e comparar até 22 projetos simultâneos segundo os critérios elaborados para este estudo. A tela inicial do simulador é subdividida em três segmentos: parâmetros iniciais, interface de decisão e menus de navegação, sendo:

1. *Consulta projeto* – espaço reservado para informar se deseja consultar o resultado de um único projeto ou de múltiplos projetos;
2. *Tipo de projeto* – sinaliza se é um projeto novo, opção 1, ou um projeto em andamento. Se for projeto novo, o botão em destaque remete ao cadastro de projetos, caso contrário, permite, acessando o botão "projeto em andamento", realizar a manutenção do realizado dos projetos;
3. *Parâmetros estratégicos* – destinado, inicialmente, ao preenchimento de informações referente a meta estipulada na Unidade Estratégica de Negócios – UEN, custo adotado para simulação de mão de obra e quantidade de recursos (pessoas) disponíveis nas fases críticas de decisão;
4. *Ranking de projetos* – seleciona os projetos cadastrados e devolve de forma numérica o ranqueamento dos melhores projetos com seus valores residuais monetários;
5. *% de atingimento da meta* – seleciona os melhores projetos e apresenta o cálculo do % de representatividade da meta mensal da Unidade Estratégica de Negócios – UEM. Os valores são dados de forma individual e de forma conjunta conforme o número de projetos que está sendo simulado;
6. *Valor residual dos projetos* – representação gráfica dos melhores projetos selecionados com seus respectivos valores residuais monetários;
7. *Navegação* – Menu de navegação que permite o acesso rápido entre as planilhas, atualização dos dados e impressão dos resultados expressos numérica e graficamente na interface de decisão.

A ilustração da tela inicial do simulador é apresentada na figura 24, ressaltando que para melhor visualização restringiu-se em 8 a quantidade de registros de projetos apresentados graficamente na tela num total de 22 possíveis de comparação.

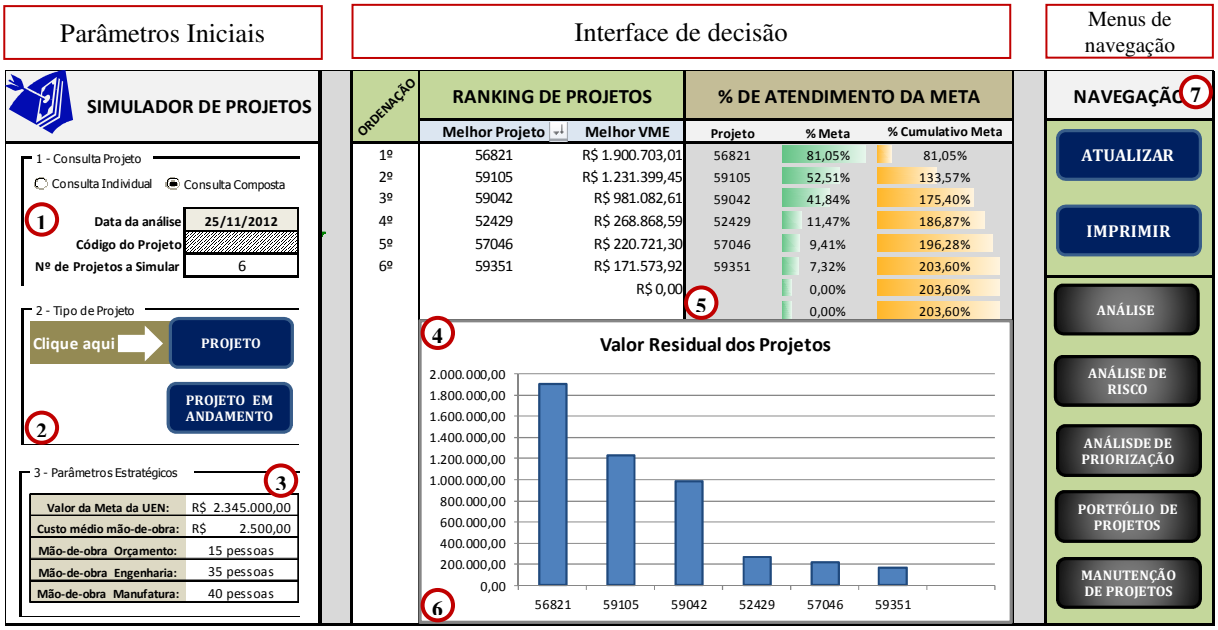

Figura 25 – Tela inicial do simulador.

Fonte: Pesquisa, 2012.

A próxima etapa de simulação apresenta o cadastro de projetos e suas atividades correspondentes (Figura 26). A planilha é composta por 17 campos de inserção de dados que podem ser cadastrados em tela específica, acessando o botão “cadastrar projeto”.

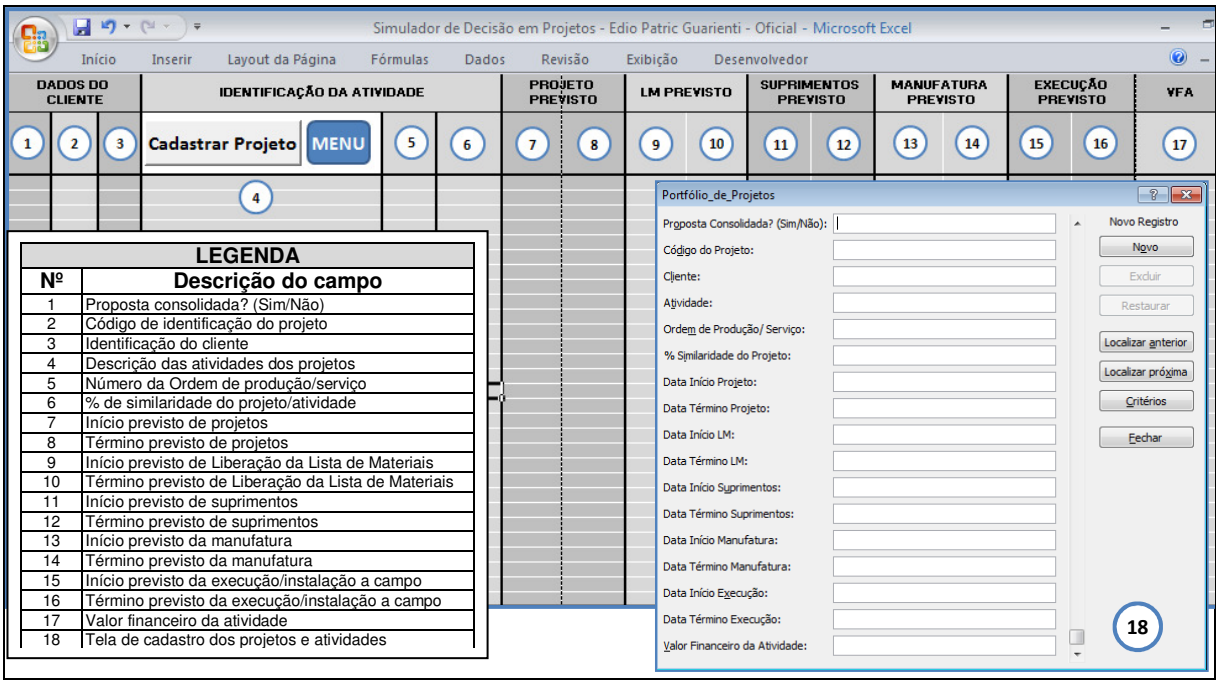

Figura 26 – Tela de cadastro de projetos e atividades do simulador.

Fonte: Pesquisa, 2012.

O simulador prevê a manutenção dos projetos cadastrados para comparação do previsto e realizado e geração de dados para análise nos critérios de priorização, de riscos e econômicos. Na figura 27 pode-se visualizar os campos de manutenção do cadastro de atividades. A manutenção dos dados é feita através do botão “manutenção de projetos” na parte superior da tela que dará acesso a tela de formulário “13” para inserção de dados.

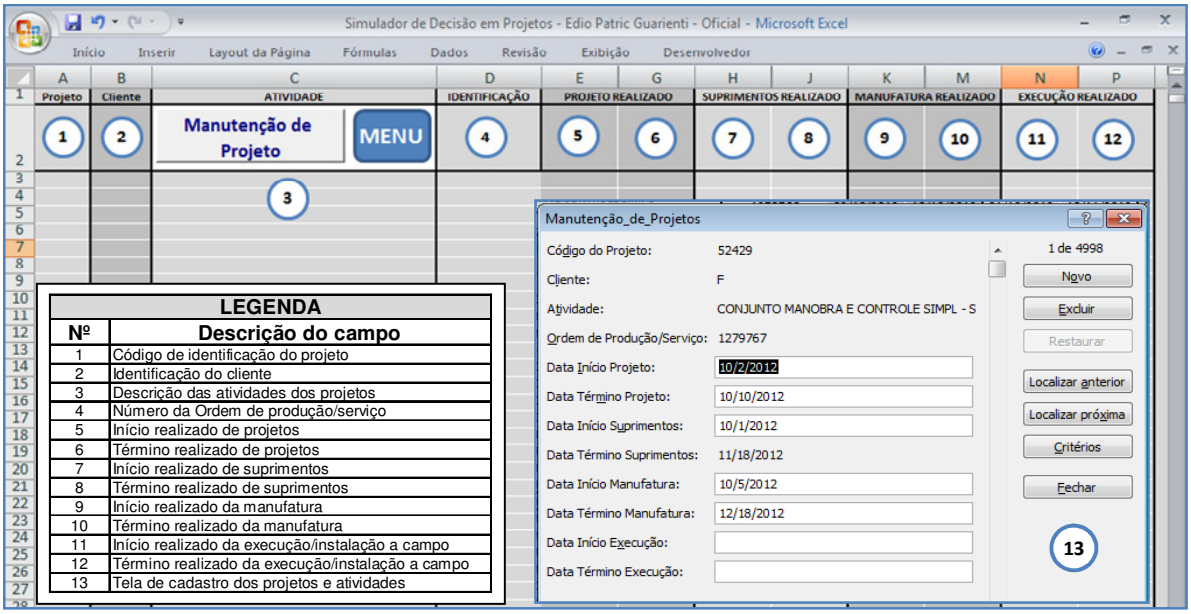

Figura 27 – Tela de manutenção de projetos e atividades do simulador.

Fonte: Pesquisa, 2012.

O critério de análise econômica é analisado na planilha da figura 28. Ela é composta por um botão de cadastro de recursos (tela 9) onde são informados os parâmetros necessários para a realização de cada atividade como mão de obra e horas consumidas durante as fases iniciais do processo de orçamentação e engenharia para estimar os valores dos subcritérios que envolvem a perda de oportunidade de negócios quando da não efetivação do mesmo. Os valores informados são transferidos para células ocultas desta mesma planilha onde, de acordo com as fórmulas elaboradas na seção 4.3 de desenvolvimento dos modelos de decisão, calculam os valores residuais dos subcritérios econômicos. A tela possui também menu de acesso rápido para outras planilhas de cálculo.

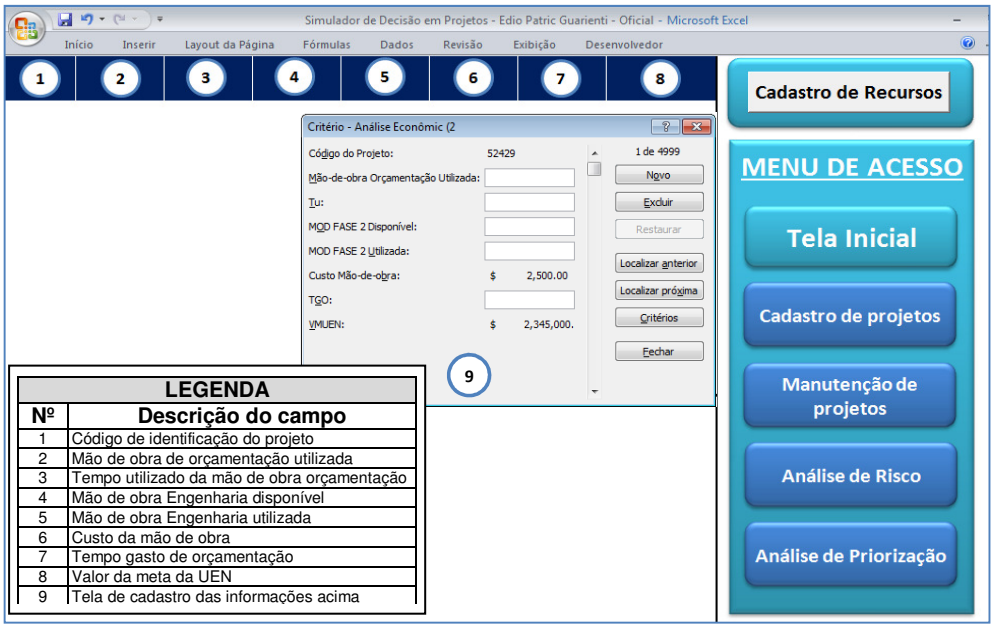

Figura 28 – Tela de análise do Critério de Análise econômica do simulador.

Fonte: Pesquisa, 2012.

Da mesma forma que na análise econômica, a tela de análise de riscos (Figura 29) é composta por um botão de cadastro de recursos para informar dados como datas realizadas de início e término de atividades de busca de informações de projetos a campo, recebimento de informações e classificação de risco do cliente e data de aprovação final do projeto pelos interessados (cliente e concessionária de energia).

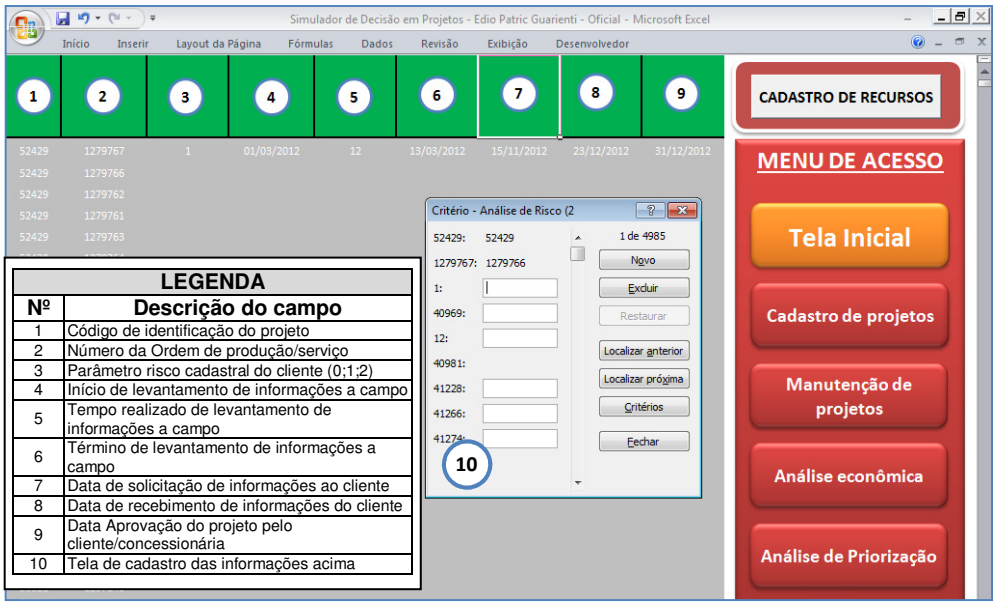

Figura 29 – Tela de análise do Critério de Risco do simulador.

Fonte: Pesquisa, 2012.

Na análise de priorização (Figura 30) são cadastrados os recursos existentes e consumidos nas fases críticas de decisão: fase 1; fase 2 e fase 4. O acesso ao cadastro (tela 11) se dá através do botão “cadastro de recursos” a qual abre um formulário específico para implantação dos valores. Com estes dados somados aos demais itens preenchidos na tela de cadastro e manutenção de projetos, a planilha calcula os índices de similaridade e uso de recursos em colunas ocultas seguindo as fórmulas citadas na seção 4.3. Esta tela de análise de priorização também permite o acesso rápido as demais pelo menu de acesso lateral, facilitando o usuário.

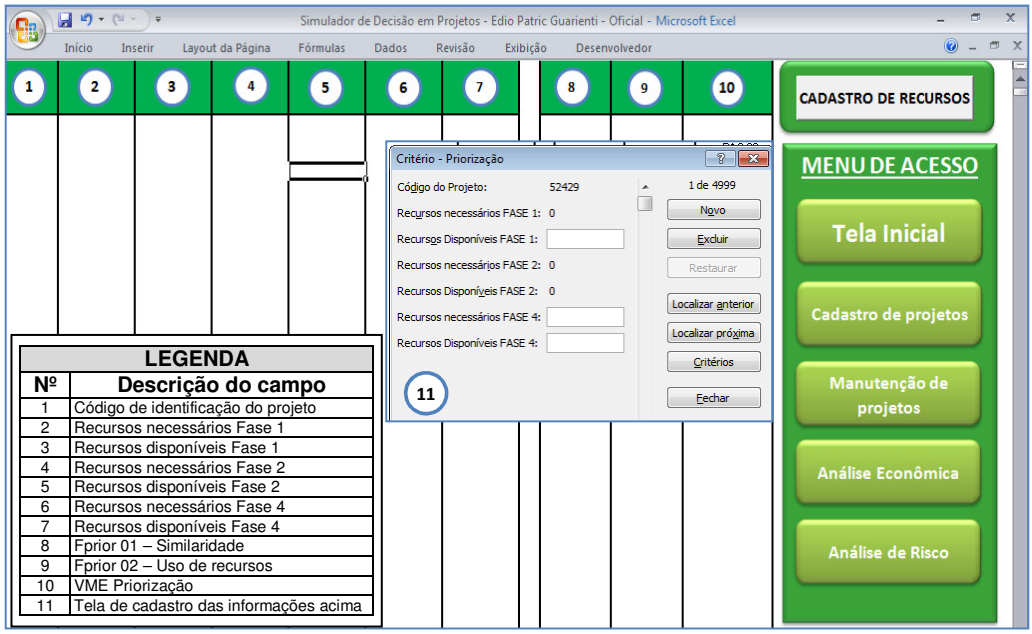

Figura 30 – Tela de análise do Critério de Priorização do simulador.

Fonte: Pesquisa, 2012.

5 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO EM AMBIENTE DE PRODUÇÃO MULTI-PROJETOS

Este capítulo aborda a aplicação do modelo de decisão através da ferramenta de simulação desenvolvida no Microsoft Excel®. A abordagem é feita em quatro momentos: inicia com uma breve descrição do ambiente empresarial escolhido para aplicação, da linha de produção e suas inter-relações com as demais áreas existentes; apresentação dos projetos concorrentes com a descrição das atividades e valores; descrição dos parâmetros de recursos adotados para a simulação; e por fim, a análise comparativa e ordenação dos projetos conforme seu valor residual monetário.

5.1 Ambiente de aplicação

Com a finalidade de testar a ferramenta de simulação buscou-se a interação da mesma com uma empresa da região noroeste do RS que trabalhasse com os mais diversos tipos de produção. Nesta escolha primou-se pela abordagem da ferramenta em ambiente de produção que opere com múltiplos projetos ou portfólios de projetos.

A empresa escolhida atua a mais de 65 anos no mercado com 11 linhas de produtos nos ramos agroindustrial e industrial, desenvolvendo soluções para: geração, cogeração, distribuição e controle de energia elétrica; armazenagem de grãos; irrigação; coleta e resfriamento de leite e identificação de animais; instalações eletromecânicas, prevenção contra incêndios e automação agroindustrial.

5.1.1 Ambiente 1: Processo de produção de painéis elétricos

A linha de produção escolhida (Figura 31) opera sob gestão de projetos envolvendo basicamente três tipos de produção: produção para estoque (*make to stock - MTS*); produção sob encomenda *(make to order – MTO*) e quase que na sua totalidade, sob a forma de engenharia sob encomenda (*engineering to Order – ETO).*

Ela atua em sincronia com 4 linhas de produção que a abastecem dos equipamentos necessários para a montagem dos painéis elétricos de baixa e média tensão. Dentre os

materiais necessários entram na composição, primeiramente, os painéis vazios produzidos em uma unidade de fabricação metalúrgica. A seguir placas, fios e cabos e outros componentes eletrônicos entram na montagem dos componentes internos do painel. Na sequencia a linha de produção de transformadores elétricos provisiona os transformadores de baixa e média tensão, e por último, são utilizados placas de identificação da linha de produção de polímeros, linha esta que produz os identificadores de animais (bovinos, suínos, bubalinos, etc.).

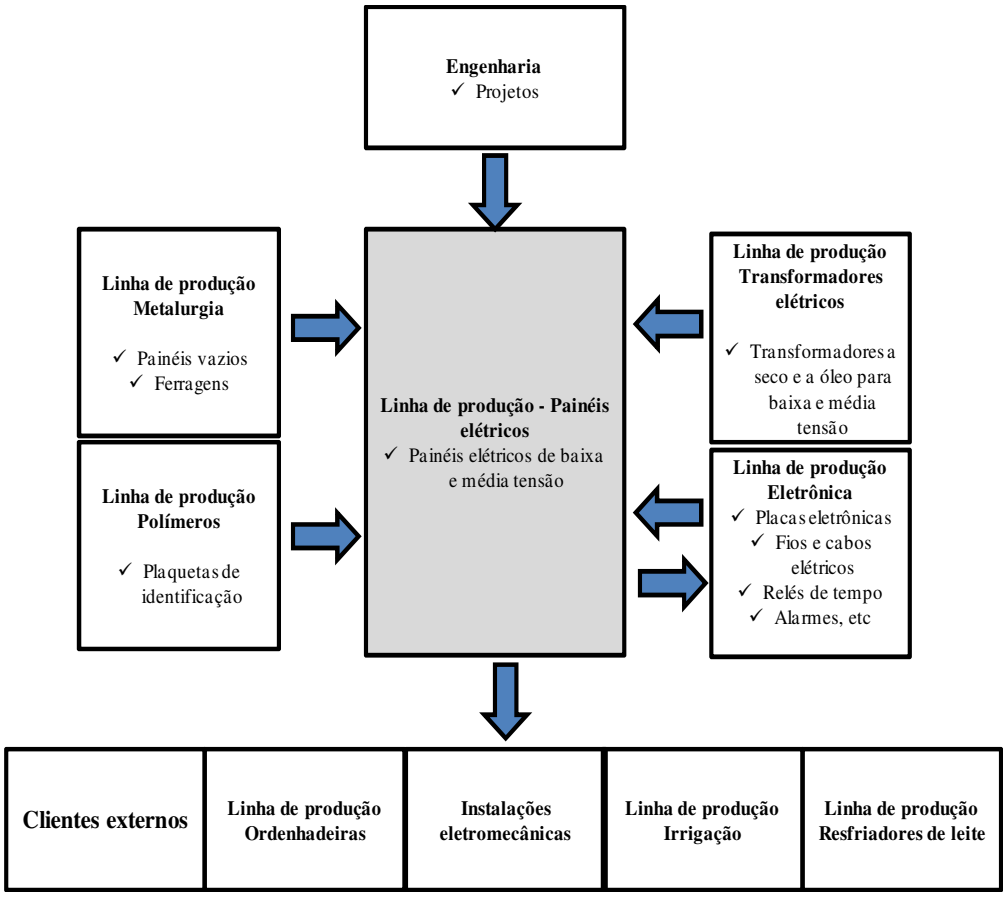

Figura 31 – Interações da linha de produção estudada com as demais áreas.

Fonte: Pesquisa, 2012.

Por sua vez a linha de produção de painéis elétricos executa a montagem dos equipamentos conforme a engenharia desenvolvida para cada situação e cliente. Os painéis montados são comercializados diretamente para os clientes ou distribuídos internamente para outras unidades de negócios, ou enviados para prestação de serviço de montagem a campo com a divisão de negócios de Instalações eletromecânicas.

5.1.1.1 Projetos avaliados

Projeto A - Compreende o fornecimento de um conjunto de 15 equipamentos perfazendo um montante de R$ 1.900.703,01 e se destina a atender investimentos no ramo logístico brasileiro na região de Rondonópolis no estado do Mato Grosso. Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das atividades do Projeto A

Código	Cliente	Atividade	Valor (R$)	Entrega
56821	A	Correção Fator de Potência de BC01-QDGL01	20.500,00	10/4/2013
56821	A	Correção Fator de Potência BC03-CCM01	735.000,00	10/4/2013
56821	A	Correção Fator de Potência BC02-QDGL02	21.000,00	10/4/2013
56821	A	Correção Fator de Potência BC04-CCM02	340.000,00	10/4/2013
56821	A	Painel do CLP Central	94.347,83	10/4/2013
56821	A	Painel do CLP I-O Remota1 Túnel I	41.739,13	10/4/2013
56821	A	Painel do CLP I-O Remota2 Túnel II	36.521,74	10/4/2013
56821	A	Painel do CLP I-O Remota3 Moegas	40.000,00	10/4/2013
56821	A	Painel do CLP I-O Remota4 Expedição	78.260,87	10/4/2013
56821	A	Centro de Distribuição de Iluminação QDL-1	1.043,48	10/4/2013
56821	A	Centro de Distribuição de Iluminação QDL-2	1.043,48	10/4/2013
56821	A	Centro de Distribuição de Iluminação QDL-3	1.043,48	10/4/2013
56821	A	Conjunto Manobra e Controle Simpl.-Sub.Blindada SE-04	75.801,00	10/4/2013
56821	A	Conjunto Manobra e Controle Simpl. – Sub.Blindada SE-01	340.600,00	10/4/2013
56821	A	Conjunto Manobra e Controle Simpl.-Subestação Blindada SE-05	73.802,00	10/4/2013
56821	**A**	**TOTAL**	**1.900.703,01**	-

Fonte: Empresa avaliada, 2012.

Projeto B - O projeto B é um empreendimento do ramo agroindustrial localizado no município de Luiz Eduardo Magalhães no estado da Bahia e compreende o fornecimento de um conjunto de 30 equipamentos perfazendo um montante de R$ 981.082,61. Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição das atividades do Projeto B

Código	Cliente	Atividade	Valor (R$)	Entrega
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Relé	9.539,09	7/1/2013
59042	B	Correção Fator de Potência - QGBT 01/BC 01	78.450,00	7/1/2013
59042	B	Correção Fator de Potência - QGBT 02/BC 02	32.880,00	7/1/2013
59042	B	Painel do CLP Central	74.869,57	7/1/2013
59042	B	Painel do CLP I/O Remota	35.026,09	7/1/2013
59042	B	Centro de Distribuição de Iluminação -Tottal Light- QDL A	1.304,36	7/1/2013
59042	B	Centro de Distribuição de Iluminação - Tottal Light- QDL B	1.773,91	7/1/2013
59042	B	Centro de Distribuição de Iluminação - Tottal Light- QDL C	1.382,61	7/1/2013
59042	B	Centro de Distribuição de Iluminação - Tottal Light- QDL D	1.104,35	7/1/2013
59042	B	Centro de Distribuição de Iluminação - Tottal Light- QDL E	1.678,26	7/1/2013
59042	B	Centro de Distribuição de Iluminação - Tottal Light- QDL F	1.295,65	7/1/2013

Continua...

...continuação Tabela 2

59042	B	Centro de Distribuição de Iluminação - Tottal Light- QDL G	1.243,48	7/1/2013
59042	B	Centro de Controle de Motores - CCM 01	238.000,00	7/1/2013
59042	B	Centro de Controle de Motores - CCM 02	85.669,57	7/1/2013
59042	B	Centro de Controle de Motores - CCM 03	101.800,00	7/1/2013
59042	B	Centro de Controle de Motores - CCM 04	174.069,57	7/1/2013
59042	B	Conjunto Manobra e Controle Digital Simpl. - SE 01	46.060,00	7/1/2013
59042	B	Conjunto Manobra e Controle Digital Simpl. - SE 02	30.910,00	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Máster Rede ASI	14.556,54	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Local Inf. Rede ASI	17.643,50	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Local Superior	3.052,15	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Local Geral	6.965,22	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Mesa Seleção	1.860,85	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Local Carga Secador	3.286,96	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Local Módulo Rede ASI	6.269,57	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Interligação Comandos	652,16	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Local Móvel Secador	913,06	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Local Debulhadores	2.843,48	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Local Silos Rede ASI	3.321,74	7/1/2013
59042	B	Quadro de Proteção e Comando - Painel Instrumentação	2.660,87	7/1/2013
59042	**B**	**TOTAL**	**981.082,61**	-

Fonte: Empresa avaliada, 2012.

Projeto C - O projeto C é um empreendimento do ramo agroindustrial localizado no município de Imbituva no estado do Paraná de empresa produtora e pesquisadora de sementes e compreende o fornecimento de um conjunto de 4 equipamentos perfazendo um montante de R$ 220.721,30. Tabela 3.

Tabela 3 – Descrição das atividades do Projeto C

Código	Cliente	Atividade	Valor	Entrega
57046	C	Conjunto Correção Fator de Potência	119.140,00	18/12/2012
57046	C	Centro de Distribuição de Iluminação - Quadro Geral	1.191,30	18/12/2012
57046	C	Conjunto Manobra e Controle Simpl. - Subestação Med./Prot.	82.390,00	18/12/2012
57046	C	Conjunto Manobra e Controle Simpl. - Subestação Transformação	18.000,00	18/12/2012
57046	**C**	**TOTAL**	**220.721,30**	-

Fonte: Empresa avaliada, 2012.

Projeto D - O projeto D compreende o fornecimento de um conjunto de 12 equipamentos elétricos de média e baixa tensão perfazendo um montante de R$ 1.231.399,45 e se destina a atender investimentos no ramo logístico brasileiro na região de Santos no estado de São Paulo. Tabela 4.

Tabela 4 – Descrição das atividades do Projeto D

Código	Cliente	Atividade	Valor	Entrega
59105	D	Correção Fator de Potência – QC	568.262,09	21/2/2013
59105	D	Painel de Relé de Proteção Digital para Saída na SE-XXI CODESP	6.380,31	21/2/2013
59105	D	Painel de CLP	79.378,92	21/2/2013
59105	D	Painel De I-O Remota-01	41.720,44	21/2/2013
59105	D	Painel De I-O Remota-02	14.202,30	21/2/2013
59105	D	Painel Para Blocos de Válvulas	165.732,36	21/2/2013
59105	D	Painel Para Blocos de Válvulas	64.514,26	21/2/2013
59105	D	Centro De Distribuição E Iluminação - QDL-01	6.229,24	21/2/2013
59105	D	Centro De Distribuição E Iluminação - QDL-02	6.789,46	21/2/2013
59105	D	Centro De Distribuição E Iluminação - Painel Geral	13.364,56	21/2/2013
59105	D	Duto de Barra Para Transformador 200kva	13.100,82	21/2/2013
59105	D	Conjunto Manobra e Controle Simpl. - Subestação Blindada de Média Tensão	251.724,69	21/2/2013
59105	**D**	**TOTAL**	**1.231.399,45**	-

Fonte: Empresa avaliada, 2012.

Projeto E - O projeto E é um empreendimento do ramo agroindustrial localizado no município de Imbaú no estado do Paraná de empresa de laticínios e compreende o fornecimento de um conjunto de 5 equipamentos perfazendo um montante de R$ 171.573,92. Tabela 5.

Tabela 5 – Descrição das atividades do Projeto E

Código	Cliente	Atividade	Valor (R$)	Entrega
59351	E	Quadro de Proteção e Comando - QC 4 Silos	15.130,42	13/12/2012
59351	E	Conjunto Correção Fator de Potência - QC-03/BC-03	53.400,00	13/12/2012
59351	E	Centro de Distribuição de Iluminação - QDL-A	521,75	13/12/2012
59351	E	Centro de Distribuição de Iluminação - QDL-B	521,75	13/12/2012
59351	E	Conjunto Manobra e Controle Digital Simpl. - Subestação SE-01	102.000,00	14/12/2012
59351	**E**	**TOTAL**	**171.573,92**	-

Fonte: Empresa avaliada, 2012.

Projeto F - O projeto F é um empreendimento do ramo agroindustrial localizado no município de Uruçuí no estado do Piauí de produção, armazenagem e comercialização de grãos como milho e soja e compreende o fornecimento de um conjunto de 8 equipamentos perfazendo um montante de R$ 265.499,13. Tabela 6.

Tabela 6 – Descrição das atividades do Projeto E

Código	Cliente	Atividade	Valor (R$)	Entrega
52429	F	Quadro de Proteção E Comando - Painel Tripper	1.165,22	15/12/2012
52429	F	Correção Fator de Potência - QC Recebimento, Limpeza e Secagem	76.990,00	15/12/2012
52429	F	Correção Fator de Potência - QC Armazenagem	120.980,00	15/12/2012
52429	F	Centro de Distribuição de Iluminação - QDL A	869,57	15/12/2012
52429	F	Centro de Distribuição de Iluminação - QDL B	852,17	15/12/2012
52429	F	Conjunto Manobra e Controle Simpl. - Subestação MT - 500kva	31.300,00	15/12/2012
52429	F	Conjunto Manobra E Controle Simpl. - Subestação MT - 750kva	32.890,00	15/12/2012
52429	F	Quadro De Proteção E Comando - Painel Local	452,17	15/12/2012
52429	**F**	**TOTAL**	**265.499,13**	-

Fonte: Empresa avaliada, 2012.

5.1.1.2 Parâmetros de simulação adotados

Para fins de simulação foram estipulados valores fixos de mão de obra para todas as áreas envolvidas, sendo R$ 2.500,00 o custo adotado. Todas as atividades de projetos com suas respectivas datas previstas e realizadas, custos de materiais e valores financeiros dos produtos e serviços assumiram dados reais da linha de produção avaliada. Para possibilitar futuras atualizações da ferramenta em prol de simulações pré-venda de produtos e serviços, a quantidade de mão de obra orçada por atividade foi estimada seguindo a equação (20).

$$Mão\ de\ obra\ orçada = \frac{\left(\frac{VFA}{VTP}\right)}{\left(\frac{Valor\ meta\ da\ UEN}{Total\ de\ recursos\ disponíveis}\right)} \tag{20}$$

Onde VFA corresponde ao valor financeiro da atividade, VTP ao valor total do projeto, Valor meta da UEN a meta de faturamento da unidade de negócios e Total de recursos disponíveis ao somatório de pessoas alocadas em determinada fase do processo, exemplo, engenharia de projetos. Considerando uma meta de R$ 2.345.000,00 adotada para a linha de produção avaliada, na fase 2 de engenharia de projetos com 35 pessoas trabalhando, obtém-se um valor/recursos de R$ 67.000,00, ou seja, cada pessoa será alocada para executar ao menos um projeto no valor de R$ 67.000,00.

Na fase 1 não foi considerada a disponibilidade de recursos, uma vez que determinada mão de obra só passa a ser uma restrição a entrega dos produtos e serviços no prazo quando da efetivação da negociação entre cliente e empresa.

A composição da mão de obra orçada na fase 2 para efeito de simulação dos seis projetos fica disposta da seguinte forma:

- Projeto A: resultado do cálculo 28,36 considerado 28 pessoas.
- Projeto B: resultado do cálculo 14,64 considerado 15 pessoas.
- Projeto C: resultado do cálculo 3,29 considerado 3 pessoas.
- Projeto D: resultado do cálculo 18,37 considerado 18 pessoas.
- Projeto E: resultado do cálculo 2,56 considerado 3 pessoas.
- Projeto F: resultado do cálculo 3,96 considerado 4 pessoas.

Desta forma fica a quantidade de recursos alocados dentro do limite máximo de 35 pessoas para todo o período de desenvolvimento do projeto conforme pode ser visualizado no gráfico 1.

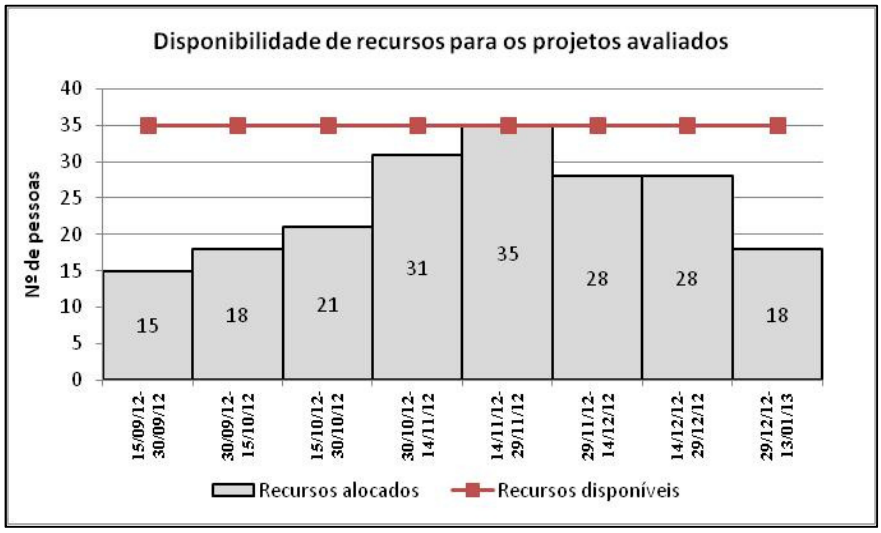

Gráfico 1 – Disponibilidade de recursos (pessoas) alocados para simulação na fase 2 – engenharia de projetos.

Fonte: Pesquisa, 2012.

Outra etapa que possui demanda compartilhada de recursos é a fase 4 de engenharia de manufatura na qual disponibilizou-se 40 pessoas para trabalhar nos seis projetos ficando a composição da seguinte forma:

- Projeto A: resultado do cálculo 32,42 considerado 32 pessoas.
- Projeto B: resultado do cálculo 16,73 considerado 17 pessoas.
- Projeto C: resultado do cálculo 3,76 considerado 4 pessoas.
- Projeto D: resultado do cálculo 21,00 considerado 21 pessoas.
- Projeto E: resultado do cálculo 2,92 considerado 3 pessoas.
- Projeto F: resultado do cálculo 4,52 considerado 5 pessoas.

Para a fase 4 – engenharia de manufatura o gráfico 2 ilustra uma sobrecarga de recursos alocados para o período não avaliado de 03 de fevereiro de 2013 a 19/04/2013, mas como a avaliação se deu apenas até 31 de dezembro de 2012, foi desconsiderado para a simulação. No período avaliado a equipe teria condições para atender os seis projetos que estão sendo comparados, validando a fórmula adotada.

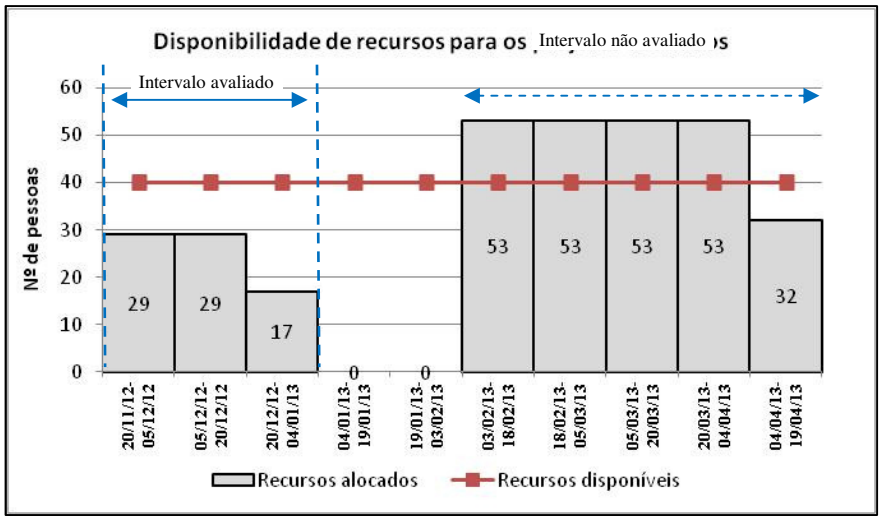

Gráfico 2 – Disponibilidade de recursos (pessoas) alocados para simulação na fase 4 – engenharia de manufatura.

Fonte: Pesquisa, 2012.

5.2 Resultados comparativos

Foram testados 6 projetos em andamento de uma linha de produção de painéis elétricos, projetos estes, com complemento de produtos e serviços que utilizam recursos compartilhados de outras linhas de produção ou ramos de negócio e que sofrem muita influência de fatores externos ligados ao andamento dos empreendimentos dos clientes.

A avaliação foi realizada com data base de 31/12/2012. O gráfico 3 destaca a variação do valor residual de cada projeto frente aos valores originais dos mesmos. O projeto A-56821 teve uma pequena variação negativa de 0,35%. Esta variação causada pela sobrecarga de mão de obra necessária de engenharia de projetos, resultando num montante de perdas de R$ 6.624,17. O projeto B-59042 teve seu valor original reduzido em 14,48%, ou seja, uma redução de R$ 142.019,21. Destes, 14,17% foram em função do risco associado ao projeto e 0,31% perdas relacionadas a sobrecarga de uso de recursos de engenharia de projetos. O

projeto C-57046 teve uma redução de 19,59% no valor original, 18,46% pelo risco associado ao projeto e 1,13% pela sobrecarga de uso de recursos de engenharia de projetos no critério de priorização. O projeto D-59105 teve seu valor reduzido em 0,77%, R$ 9.482,05, ocasionado também pela superalocação de atividades de projetos à mão de obra disponível. O projeto E-59351 por sua vez teve percentualmente o maior valor de decréscimo, 41,10% ou, R$ 2.199,08. O percentual ficou elevado em virtude do valor original do projeto ser menor e foi originado pela perda de valor ocasionada pelo excessivo uso dos recursos (pessoas) disponíveis. E por fim, o projeto F-52429 foi o que surpreendeu positivamente, gerando um ganho de 0,54%. Para explicar este ganho, parte-se do princípio de que os critérios de análise econômica e análise de risco não geram percentuais positivos, no primeiro caso, na análise econômica, os subcritérios correspondem a custos e perdas de oportunidades de negócios, ou seja, valores negativos. Da mesma forma os subcritérios de análise de risco só consideram perdas relacionadas ao atraso de entrega das atividades programadas, portanto, valores negativos. Contudo, o critério de priorização pode assumir perdas ou ganhos de valores porque os subcritérios trabalham com a alocação de recursos (pessoas) e o percentual de semelhança entre as atividades dos projetos. Estes fatores podem contribuir ou não para o avanço em determinado projeto, gerando uma possibilidade de alocar recursos em projetos concorrentes e gerar ganhos com a antecipação da entrega dos mesmos.

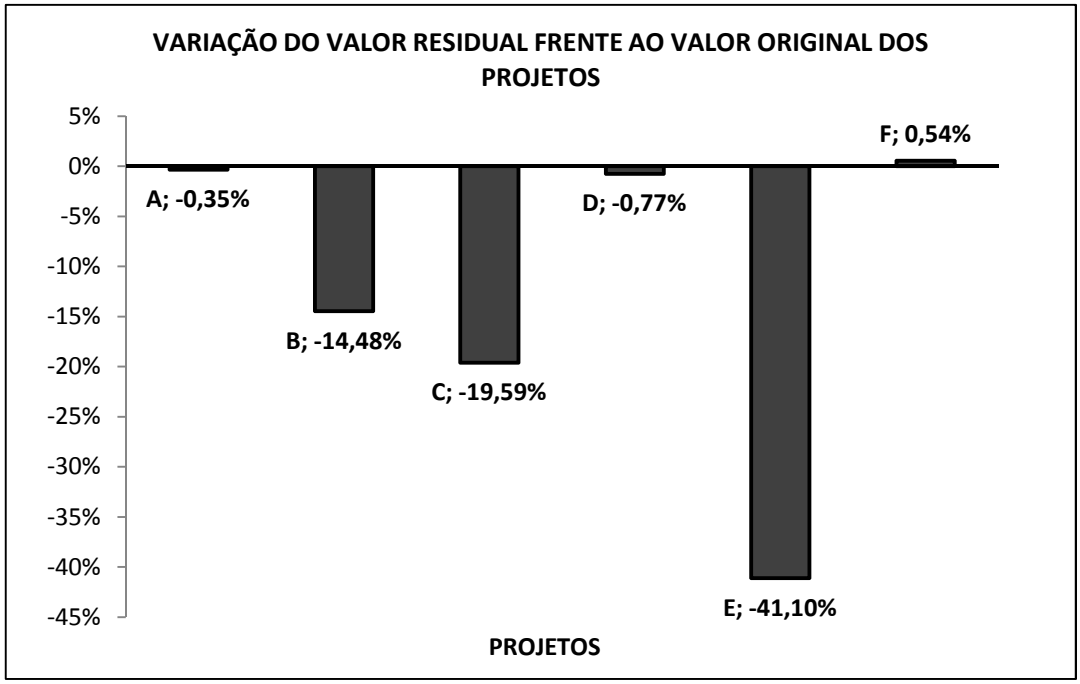

Gráfico 3 – Variação do valor residual em relação aos valores originais dos projetos.

Fonte: Pesquisa, 2012.

Na análise global dos valores residuais dos projetos (Gráfico 4), a sequencia de priorização pelos critérios e subcritérios avaliados fica: 1º A-56821; 2º D-59105; 3º B-59042; 4º F-52429; 5º C-57046; e 6º E-59351. Pode-se considerar esta avaliação proposta como sendo de 2ª ordem porque, prioritariamente o que dita as leis na gestão de projetos é prazo de entrega acordado com o cliente. Neste sentido, a simulação proposta atua indiretamente no critério prioritário (prazo de entrega) gerando valores tanto para suprir as carências financeiras ou necessidade de faturamento da empresa, bem como para gerar valores penalizadores por atraso na entrega das atividades.

O simulador com os critérios propostos foi desenvolvido para atuar de forma direta exclusivamente nas situações em que as forças contrárias externas à execução do projeto sejam mais relevantes do que os atrasos causados pelo mau gerenciamento interno, neste caso, a empresa que está fornecendo os produtos ou serviços. Estas forças impeditivas externas, ora mencionadas na justificativa deste trabalho, como por exemplo, o atraso na obra civil que seja de responsabilidade do cliente pode dificultar ou inviabilizar a entrega dos produtos e serviços no prazo acordado. Esta situação força a reprogramação de produção e entrega dos pedidos para manter estável o fluxo de caixa da empresa fornecedora e executora dos projetos.

O objeto deste estudo era chegar a um nível de priorização que atendesse de forma emergencial as situações que de reprogramação de sequencia de produção para compor as metas de faturamento da empresa e ao mesmo tempo entregar no prazo acordado com o cliente os produtos e serviços.

Os projetos simulados conseguem suprir cerca de 30% da meta projetada no mês. O novo ranqueamento dos projetos conforme o atingimento de metas passa a ser:

1º. Projeto D-59105 com 13,83% de atendimento da meta;
2º. Projeto A-56821 com 9,43% de atendimento da meta;
3º. Projeto B-59042 com 3,64% de atendimento da meta;
4º. Projeto F-52429 com 3,08% de atendimento da meta;
5º. Projeto E-59351 com 2,31% de atendimento da meta;
6º. Projeto C-57046 com 0,88% de atendimento da meta;

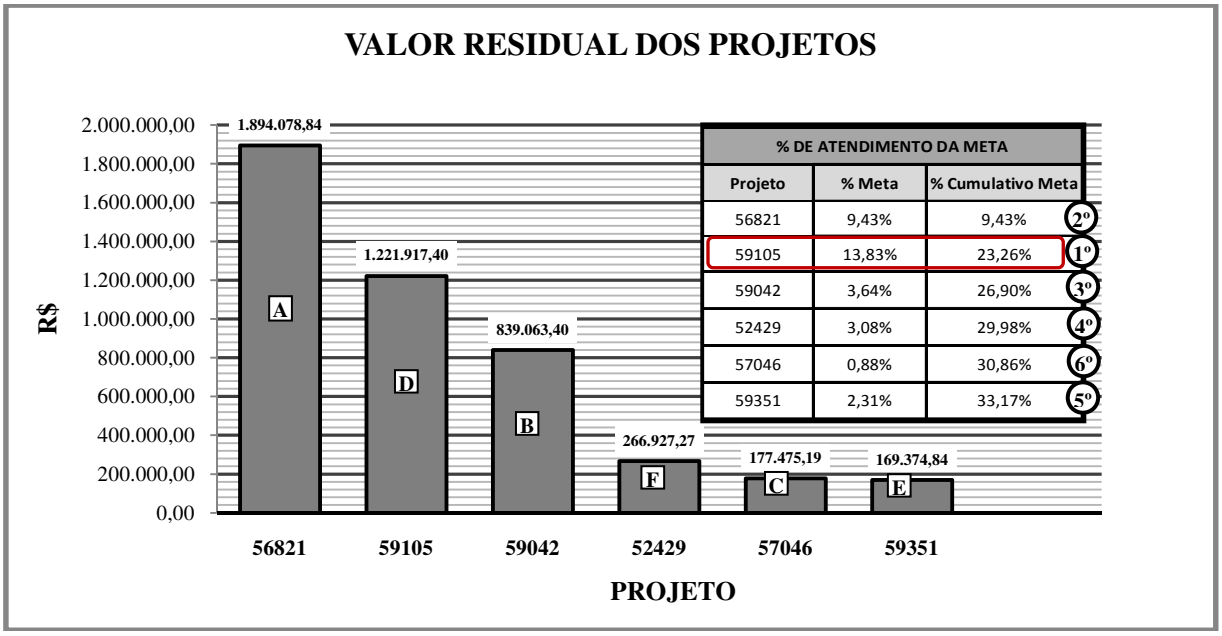

Gráfico 4 – Valor residual dos projetos comparados.

Fonte: Pesquisa, 2012.

Os valores em % de atingimento de metas que foram apresentados no gráfico 4 são os índices individuais que sinalizam o quanto este projeto oferece de condições para atender ao mesmo tempo o cliente no prazo e alavancar a sustentabilidade financeira da empresa.

Da mesma forma que foram simulados seis projetos, a ferramenta de simulação desenvolvida permite trabalhar com mais 16 projetos simultâneos, podendo ser expandida esta capacidade com alguns ajustes de fórmulas e formatação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇOES

6.1 Considerações finais

As decisões a serem tomadas em projetos são complexas, e aumenta quando se trabalha com múltiplos projetos ao mesmo tempo em virtude do número de variáveis que os cercam e da quantidade de recursos limitados que permeiam a maioria dos ambientes empresariais. No presente caso, o controle de múltiplos projetos só é possível com o auxilio de ferramentas que ajudam na analise de decisão e priorização dos projetos.

Face às incertezas presentes na gestão de projetos, cabe à Engenharia de Produção dentre suas áreas de atuação, propor soluções criativas a essa nova classe de problemas enfrentados pelas indústrias. Ou seja, desenvolver alternativas que otimizem ou deem garantias de aumento ou manutenção da lucratividade das empresas, aliado ao aumento da satisfação do cliente com a perspectiva de recebimento dos seus produtos ou serviços no prazo acordado.

Nesse contexto, este trabalho teve como propósito desenvolver um modelo de decisão de sequenciamento de atividades de produção para otimizar o tempo de entrega de projetos. Modelo este capaz de indicar os projetos com maior possibilidade de atendimento das metas e entrega dos produtos e serviços no prazo.

A construção das respostas aos objetivos foi alicerçada em quatro etapas sequenciais de atividades: mapeamento dos processos envolvidos, determinação dos pontos críticos de controle, determinação dos critérios de avaliação e, por último, a elaboração da ferramenta de priorização e simulação de projetos.

As operações básicas envolvidas nas cinco etapas de análise foram mapeadas em forma de fluxograma o que propiciou o entendimento global da sequencia de atividades que permeiam a elaboração de cada projeto desde o anseio ou levantamento da necessidade do cliente, passando pela concepção da ideia, negociação comercial, desenvolvimento da solução com a projetação, montagem de equipamentos e prestação de serviço ao cliente a campo.

A partir da elaboração dos fluxogramas de processos determinaram-se os pontos críticos de controle dos processos, ou seja, os pontos a serem tomados por referencia para a elaboração das fórmulas matemáticas do modelo de decisão. Este processo permitiu dar clareza na interpretação e agrupar os subcritérios por fase do processo.

Os critérios de avaliação e priorização desenvolvidos serviram para modelar a decisão e acumular pesos ou valores para adicionar ou subtrair do valor original do projeto. Os critérios foram hierarquizados em forma de árvore de decisão onde cada subcritério computou e armazenou os dados obtidos de cada atividade de projeto. A divisão do modelo de decisão em critérios permitiu também gerar valores individuais, ou seja, apresentar e analisar um ou mais conjunto de fatores isoladamente, como por exemplo, comparar os projetos pelo seu valor financeiro apenas, ou pelo grau de risco atrelado ao projeto.

A sequência de passos apresentada até o momento permitiu o desenvolvimento de uma ferramenta de simulação e decisão em múltiplos projetos. Tal ferramenta desenvolvida no Microsoft Excel® serviu para analisar e comparar os projetos entre si quanto ao seu valor residual financeiro valor este composto pelo montante original do projeto diminuído pelo seu Fator de Carga Associado – FCA representado pelo somatório dos critérios apresentado na seção 4 deste estudo. A ferramenta de simulação também possibilitou a comparação dos projetos frente ao atingimento das metas da empresa avaliado, gerando índices individuais e compostos, determinados pelo número de projetos informados no ato da simulação.

Findada a exposição dos objetivos com suas devidas contribuições ressalta-se que a problemática apresentada nesta dissertação questionava a real aplicação do modelo de análise de decisão frente a gestão e tomada de decisão em ambiente de múltiplos projetos. Na sequencia questionava-se quanto ao tempo de entrega dos projetos, se era possível otimizar.

Contrapondo-se a problemática apresentada ressalta-se que os modelos e a ferramenta de decisão desenvolvida são capazes, dentro das limitações dos critérios apresentados, de hierarquizar e indicar qual projeto oferece maiores condições ou chances de ser entregue ao cliente no prazo acordado, oferecendo subsídios para estabilizar o cumprimento de metas de faturamento da empresa. A ferramenta se alimenta de dados reais de projetos para fazer previsões em sua grande maioria probabilísticas. Contudo, a limitação é de que os modelos apresentados não orientam quanto a recursos que serão alocados para ganhar em escala de trabalho, mas conseguem sinalizar a falta deles para uma possível realocação de mão de obra. Feita esta realocação, o modelo permite prever com maior acuracidade o percentual de atendimento das metas quanto sinalizar o cumprimento ou não dos prazos com o cliente.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

A gestão de múltiplos projetos envolve inúmeras variáveis e fatores que precisam ser previstos e controlados. Contudo, a administração de eventos que contenham uma boa carga de risco requer que, se desenvolva ferramentas inteligentes capazes de operar com modelos probabilísticos que se ajustam conforme a alimentação dos bancos de dados existentes. O incremento deste estudo pode ser delineado a partir da definição e refinamento dos critérios de análise e aprofundamento dos modelos matemáticos de cálculo, incluindo variáveis probabilísticas.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, A. G.; VANALLE, R. M.; PEREIRA, G. G. Estratégia de produção e competitividade: o caso de uma empresa do setor de máquina e ferramenta. **In: Anais XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Gramado, RS, 1997.

ALVES FILHO, A. G.; PIRES, S. R. I.; VANALLE, R. M., Sobre as Prioridades Competitivas da Produção: Compatibilidades e Seqüências de Implementação, **Revista Gestão & Produção**, v. 2, n.2, Agosto de 1995.

ANSI/PMI99-001-2004. **PMBOK® Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

ANSI/PMI99-001-2008. **PMBOK® Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 4. ed. Pennsylvania USA, 2008.

ANTUNES JUNIOR, J. A. V.; KLIPPEL, M. Construção da Matriz de Posicionamento Estratégico dos Materiais – Um Estudo de Caso na Indústria Metal Mecânica. **In: XXIII ENEGEP**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro preto, MG, Brasil, 2003.

ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. **International Journal of Project Management**, v.17, n. 4, pp. 207-2016, 1999.

BAXTER, M. **Projeto de Produto**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BRACHE A.; BODLEY-SCOTT. **Implementation: how to transform strategic initiatives into blockbuster results**. Author, Publisher McGraw-Hill Professional, pp 89, 2006.

BREMER, C. F.; LENZA, R. P. Um modelo de referência para gestão da produção em sistemas de produção *assembly to order - ato* e suas múltiplas aplicações. **Gestão & Produção,** v.7, n.3, p.269-282, dez. 2000.

CAMANHO, R.; GARUTI. C.Project Portfolio Management using AHP. In: 9th International Analytic Hierarchy Process, Viña del Mar, Chile. **Proceedings of 9th ISAHP**, pp.10, 2007.

CAMPOS, R. **Uma Proposta de Modelagem e Integração de Sistemas de Gestão da Produção em Empresas de Manufatura**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Campinas-SP, 1998.

CÁNEZ, L.; GARFIAS, M. Portfolio Management in the Literature. **Research Technology Management**, v. 49, n. 4, p. 52-54, 2006.

CARVALHO, M. M.; REBECHINI, JR. R. **Construindo competências para gerenciar projetos: teoria e casos**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, pp. 320, 2008.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 4º.Ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

CHU, P.Y. V.; HSU, Y.L.; FEHLING, M. A decision support system for project portfolio selection. **Computers in Industry**, V. 32, pp.141-149, 1996.

CLEMEN, R. T.; REILLY, T. **Making hard decisions with decision tools**. Belmont: Duxbury. 2001.

COOPER, R.; EDGETT, S. J. KLEINSCHMIDT, E.J, Portfolio management for new product development. **R & D Management**, v.31, n.4, pp.361-380, 2001.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I.; G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP/ERP:conceitos, uso e implantação**. 3ª ed. São Paulo: Gianesi Correa & Associados:Atlas, 2000.

COSTA, R. S. **Pontualidade total na produção sob encomenda: conceito, tecnologia e uso da simulação computacional na gestão do chão-de-fábrica**. 1996. 498f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

COUTINHO, M. **Influência da incerteza no processo de decisão: Priorização de projeto de melhoria**. Dissertação, (Mestrado em Engenharia - gestão de projetos). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007, 103 p.

CUNHA, E.; ANTUNES, F.; PERPÉTUO, L.; GOMES, M.; CELESTINO, R.; BASTOS,W. P**lanejamento e controle de projetos industriais.** Unileste, 2011.

DAFT, R..L. (tradução Robert Brian Taylor). **Administração**. São Paulo: Pioneira, Thomson Learning, 2005.

DANILOVIC, M.; BÖRJESSON, H. Managing the MultiProject Environment. In: **The Third Dependence Structure Matrix (DSM) International Workshop**, Proceedings, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Massachusetts, Boston, Cambridge, USA. 2001.

FERNANDES, R. O. P. **Estudo de sequenciamento da produção em uma indústria de meias.** Monografia (Engenharia de produção - Universidade federal de Juiz de Fora). 2006. p. 35.

FINE, C. H. & HAX, A. C., Manufacturing Strategy: A Methodology and an Illustration. **Interfaces**, V. 15, Nº 6, 1985.

FLEURIET, M.; KEHDY, R; BLANC, G. **O modelo Fleuriet – a dinâmica financeira das empresas.** 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

FRAME, J. D. **The new project management: tools for an age of rapid change, complexity, and other business realities**. 2ªed., San Francisco, Jossey-Bass, 2002.

FREITAS, B. C. C.; MOURA, H. P. **GMP: Uma Ferramenta para a Gestão de Múltiplos Projetos**. Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2004.

_____. **Um modelo para o gerenciamento de múltiplos projetos de software aderente ao CMMI**. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Informática, 2005.

GARCIA, F. G.; BELLEGARD, N. L. Seleção de projetos de P&D: análise da utilização de Opções Reais, Estratégia Empresarial e Método de apoio à decisão, **in IX Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais – SIMPOI**, FGV-EAESP, São Paulo, Brasil, 2006.

GARVIN, D. A. Manufacturing Strategic Planning. **California Management Review**, Summer 1993.

GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N. P. Project portfolio selection through decision support. **Decision Support Systems**, V. 29, pp. 73-88, 2000.

GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N. P.; IYOGUN, P. A zero-one model for project portfolio selection and scheduling. **Journal of the Operational Research Society**, v. 50, n.7 pp. 745-755, 1999.

GIGANTE, R. L. **Heurística construtiva para a programação para operações *flow shop* permutáveis.** Dissertação (Mestrado em engenharia de produção, área de processos e gestão de operações) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – USP, 2010, p. 90.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GOULART, C. P. **Proposta de um Modelo de Referência para Planejamento e Controle da Produção em Empresas Virtuais**. 180p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisões inteligentes**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our Competitive Edge-Competing Through Manufacturing**. Jhon Wiley & Sons, Inc., USA, 1984.

HORTE, S. A.; LINDBERG, P.; TUNALV, C. Manufacturing Strategies in Sweden, **Int. J. Prod. Res**., vol.25, n.11, 1987.

JUNG, C. F. **Elaboração de projetos de pesquisa aplicados a engenharia de produção**. Taquara: FACCAT, 2010. Disponível em < http://www.metodologia.net.br>. Acesso em: 07 abr 2012.

KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2000.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs**. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 592, 1993.

KENDALL, G. I.; ROLLINS, S. C. **Advanced project portfolio management and PMO multiplying ROI at warp speed**. J. Roos Publishing International Institute for learning, Boca Raton, Florida, 2003.

KERZNER, H. **Gestão de projetos: as melhores práticas.** Tradução de Marco Antonio Viana Borges, Marcelo Klippel e Gustavo Severo de Borba. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KIMURA, H.; SUEN, A. S. Ferramentas de análise gerencial baseadas em modelos de decisão multicriteriais. **RAE-eletrônica**, v. 2, n.1, jan.-jun., 2003.

LEONG, G. K.; SNYDER,D. L.; WARD, P. T. Research in the Process and Content of Manufacturing Strategy, OMEGA, **International Journal of Management Science**, vol.18, n.2, 1990.

MALCZEWSKI, J. **GIS and multicriteria decision analysis**. New York: John Wiley, 1999. 362p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis, metodologia jurídica**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas. 2000.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEREDITH, J.R.; MANTELL, S. J. Jr. **Project management: a managerial approach.** 5th edition, New York, John Wiley& Sons, 2003.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A. E PUREZA, V. **Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MORAES, R. O.; LAURINDO, F. J. B. Um estudo de caso de gestão de portfólio de projetos de tecnologia da informação, **Gestão & Produção**, v. 10, n. 3, pp. 311-328., 2003.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e operações**. 4 ed. São Paulo:Pioneira, 1999.

MOURÃO, Y. B.; GOMES, L. F. A. R. Priorização de projetos de pesquisa e desenvolvimento na indústria do petróleo: uma aplicação da Teoria dos Prospectos, **In: XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Goiânia, Brasil, pp.1825-1836, 2006.

NBR ISO 10006:2000. **Gestão da qualidade - Diretrizes para a Qualidade no Gerenciamento de Projeto**, 2000.

NUNES, A. R. P.; COSTA, R. S.; VOTO, F. B.; JARDIM, E. G. M. O uso integrado do JIT, MRP II e simulação numa empresa que conjuga produção repetitiva e produção sob encomenda. **In: ENEGEP**, 16. 1996, Piracicaba, SP.

OLIVARES, G. L. **Projeto de um jogo de empresas para a gestão integrada da produção**. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Campos dos Goitacazes – RJ, 2003.

PADOVANI, M. **Apoio à decisão na seleção do portfólio de projetos/ uma abordagem híbrida usando os métodos AHP e programação inteira**. São Paulo, Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, p.267, 2007.

PEREIRA, C. E. **Processos de gerenciamento de portfólio e projetos da Braskem**, 2008.

PINTO, A. **Gestão de Portfólio de Projetos**. FGV, IBMEC-RJ, PUC-RJ, COPPEAD. 2010.

PIRES, S. R. I. **Gestão Estratégica da Manufatura**. Editora UNIMEP, 1995.

PMI – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the organization Project management maturity model (OPM3 Guide)**. Upper Darby, PA, 2003.

PRUBEL, C. C. **A Gestão da Qualidade e sua Importância em Projetos**. On-line. Disponível em:<http://www.ietec.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/511. Acesso em: 20 out. 2012.

RABECHINI JR., R.; CARVALHO, M. M. **Gerenciamento de projetos na prática: casos brasileiros**. Ed. Atlas, São Paulo, v. 1. pp.216, 2006.

RIBEIRO, J. R. ET. AL. Applications of classical AHP and DEA method select suppliers in capital goods. In: 9th Internacional Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Viña del Mar, Chile. **Proceedings of 9th ISAHP**, 2007, pp. 10, 2007.

RODAMMER, F. A.; WHITE, Jr. K. P. A Recent Survey Of Production Scheduling. **IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics**. v. 18, n. 6, p. 841-851. 1988.

ROY, B. Paradigms and Challenges. In: FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. Boston: Springer, 2005.

SCHRAMM, W. Notes on case studies of instructional media projects. **Working paper the Academy for Educational Development**, Washington, 1971.

SHINGO, S. **Study of Toyota production system**. Japan Management Association. Tokyo, 1981.

SKINNER, W. Manufacturing – Missing Link in Corporate Strategy. **Harvard Business Review**. p. 5-14, Mai-Jun. 1969,.

SKINNER, W. **Manufacturing in the Corporate Strategy**. Wiley, NY, 1978

SLACK, N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, J. R. **Administração da Produção**. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

SOARES, L.; ROSNER, M. **Gerenciamento da qualidade do projeto**. On-line. Disponível em:<.http://www.slideshare.net/marcorosner/gerenciamento-de-qualidade-do-projeto>. Acesso em: 15 de set. 2012.

SOTILLE, M. **Gerenciamento de Portfólio de Projetos**. São Paulo. On-line. Disponível em: <http://www.pmtech.com.br/artigos/PMTech_portfolio.pdf>. Acesso em 01 de dez. 2012.

STALK JR, G., Time - The Next Source of Competitive Advantage, **Harvard Business Review**, Jul.-Aug., 1988.

SWAMIDASS, P.; NEWELL, W. T. Manufacturing Strategy. Environmental Uncertainty and Performance: A Path Analysis Model. **Management Science**. V. 33, n.4, 1987.p.509-524.

TAMIETTI, R. P. **Engenharia de Projetos Industriais**. Belo Horizonte, 2009. p.193. Disponível em: < http://pt.scribd.com/doc/47600130/APOSTILA-PROJETOS-INDUSTRIAIS>. Acesso em: 13 de dez. 2012.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física.** 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.

TKACH, R. J., SIMONOVIC, S. A new approach to multi-criteria decision making in water resources. **Journal of geographic information and decision analysis**, v.1: pp. 25-43, 1997.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo, Atlas, 1997.

VANALLE, R. M. **Estratégia de Produção e Prioridades Competitivas no setor de Autopeças**, Tese de Doutorado, EESC/USP, São Carlos, S. P., 1995.

WHEELWRIGHT, S. C. Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link. **Strategic Management Journal**, vol.5, 1984.

WIGHT, O. W. **Manufacturing Resource Planning: MRP II**. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons, Revised edition, 1984. p.518.

YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e método**. 2. Ed. São Paulo: Bookmann, 2001.