

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Abilio Augusto dos Passos**

**PRIORIZAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES PARA IMPLANTAÇÃO DO  
ERP NA GESTÃO DA PRODUÇÃO PELA INTEGRAÇÃO DOS  
MÉTODOS AHP E DELPHI**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof. Dr. Fábio Ferraz Junior**  
**Orientador**

**Araraquara, SP – Brasil**  
**2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

P319p Passos, Abilio

Priorização das funcionalidades para implantação do ERP na gestão da produção pela integração dos métodos AHP e DELPHI. / Abilio Passos

Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2015. 97f.

Dissertação - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção.

Centro Universitário de Araraquara.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Ferraz Junior

1. ERP. 2. Implantação de ERP. 3. Gestão da produção. 4. Método Delphi. 5. AHP.

CDU 62-1

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Passos, A.A. **Priorização das funcionalidades para implantação do ERP na gestão da produção pela integração dos métodos AHP e DELPHI.** 2015. XXXf. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Centro Universitário de Araraquara, Araraquara-SP.

## ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Abilio Augusto dos Passos

TÍTULO DO TRABALHO: Priorização das funcionalidades para implantação do ERP na gestão da produção pela integração dos métodos AHP e DELPHI

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2015

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede ao Centro Universitário de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



**Abilio Augusto dos Passos**

Centro Universitário de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

Email: guttopassos@gmail.com



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA - UNIARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

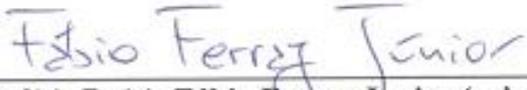
Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: Abilio Augusto dos Passos

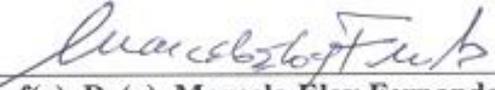
TÍTULO DO TRABALHO: Priorização das funcionalidades para implantação do ERP na gestão da produção pela integração dos métodos AHP E DELPHI

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). Fábio Ferraz Junior (orientador(a))  
Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

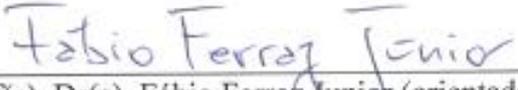
  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). Marcelo Eloy Fernandes  
Universidade Nove de Julho - UNINOVE

Aprovado ( ) Reprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). Claudio Luis Piratelli  
Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 04/12/2015

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). Fábio Ferraz Junior (orientador(a))

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu forças e sabedoria pra chegar até aqui.

A minha esposa Andrea e meu filho Danilo, que compreenderam minha ausência e, com muito amor, me incentivaram durante toda a realização desse projeto.

Aos meus pais pelo apoio e incentivo para seguir em frente.

Ao meu orientador, Professor Dr. Fábio Ferraz Júnior, pelas orientações, pelas ideias e pelo conhecimento compartilhado sempre com dedicação e paciência.

Ao Professor Dr. Claudio Luis Piratelli pelos conhecimentos compartilhados acerca do método AHP, metodologia e pelos materiais cedidos para utilização na pesquisa.

Ao Professor Dr. Marcelo Eloy Fernandes por fazer parte da banca examinadora e pelas importantes contribuições para o trabalho.

Ao amigo e Mestre Andre Pestana de Oliveira pela grande ajuda com ideias, materiais, conhecimento e incentivo.

Aos especialistas que responderam à pesquisa com muita dedicação e paciência, cedendo seu precioso tempo para contribuir com esse projeto.

Aos amigos Luiz Francisco Moretto e Roberto Zachary, meus gestores quando decidi iniciar esse projeto, pelo incentivo e apoio durante todo o tempo.

À TOTVS S.A. pelo apoio financeiro para a realização desse projeto.

Aos novos amigos feitos durante o curso.

"Você pode conseguir qualquer coisa que queira na vida, se você ajudar o suficiente outras pessoas a conseguirem o que elas querem." (Zig Ziglar)

## RESUMO

Constantemente as organizações investem em sistemas integrados de gestão, mais conhecidos como ERP (*Enterprise Resource Planning*), porém utilizam um baixo percentual das funcionalidades oferecidas. No processo de implantação são identificados diversos pontos de divergência entre os processos da organização e as funcionalidades do sistema ERP. Em função do alto custo das customizações e do cronograma definido, inúmeras funcionalidades deixam de ser implantadas. Um processo de implantação gradual pode ser utilizado para melhorar o nível de utilização das funcionalidades do ERP nas organizações. O objetivo desse trabalho é priorizar as funcionalidades para a implantação do ERP na gestão da produção com a utilização dos métodos AHP e Delphi. O AHP é utilizado para priorizar as funcionalidades, mostrando quais devem ser implantadas primeiro, enquanto o Delphi é utilizado para selecionar os especialistas e identificar as razões pelas quais uma funcionalidade deve ser implantada antes de outra. Utilizou-se nesse processo uma lista de funcionalidades do ERP para a gestão da produção identificadas na literatura, porém em um projeto de implantação podem ser utilizadas as funcionalidades listadas no ERP que está sendo utilizado ou ainda funcionalidades identificadas através de um *brainstorming* estruturado com o método Delphi. Ao final obteve-se uma sequência de implantação das funcionalidade do ERP com base no julgamento de especialistas. Os comentários feitos pelos entrevistados demonstram as razões que norteiam seus julgamentos por uma funcionalidade como mais importante que outra. O modelo utilizado nessa pesquisa pode ser replicado para sequenciar a implantação do ERP em outros processos ou departamento da organização.

**Palavras-chave:** ERP. Implantação de ERP. Gestão da Produção. Método Delphi. AHP.

## ABSTRACT

*Constantly organizations invest in integrated management systems, better known as ERP (Enterprise Resource Planning), but use a low percentage of features offered. The first desire with the implementation of ERP, most often, is to integrate all the information, processes and departments of the organization. The use of ERP in the organization generates earnings management processes and contributes to the adoption of best management practices and governance, as well as formalization of existing knowledge. In the implementation process are identified several points without adhesion between the organizational process and the ERP system functionality. Due to the high cost of customization and the set schedule, numerous features are no longer implemented. A gradual implementation process can be used to improve the level of use of ERP functionality in organizations. The aim of this study is to identify the best sequence of implementation of ERP functionality in production management with the use of Delphi and AHP methods. AHP is used to prioritize features, showing which must be implemented first while Delphi is used to select the experts and identify the reasons why a feature should be deployed before another. We used this process a list of ERP functionality for production management identified in the literature, but in a deployment project can use the features listed in the ERP being used or features identified through a structured brainstorming with the method Delphi. The method used in this work can be replicated to sequence the implementation of ERP in any process or organizational department or the entire system.*

**Key words:** ERP. ERP Implementation. Production Management. Delphi Method. AHP.

## Lista de Figuras

Figura 1: Principais razões para extrapolação de tempo em implantação de ERP.....	15
Figura 2: Média de satisfação dos gestores com o ERP por quadrante.....	18
Figura 3: Anatomia de um sistema de gestão.....	23
Figura 4: Visão detalhada do roteiro ideal.....	26
Figura 5: Árvore hierárquica ou estrutura hierárquica do AHP.....	39
Figura 6: Estrutura Hierárquica do problema de decisão.....	40
Figura 7: Resultados do exemplo prático utilizando o Método AHP.....	46
Figura 8: Método Delphi em três rodadas.....	50
Figura 9: Contribuição do ERP e Impacto no negócio.....	53
Figura 10: Arquitetura de pesquisa através do Delphi-AHP híbrido.....	55
Figura 11: Arquitetura de pesquisa através do Delphi-AHP híbrido.....	59
Figura 12: Árvore hierárquica elaborada no <i>software Superdecisions</i> .....	63
Figura 13: Árvore hierárquica elaborada no <i>software Superdecisions</i> .....	64
Figura 14: Árvore hierárquica elaborada no <i>software Superdecisions</i> .....	65
Figura 15: Comparações par a par do AHP no <i>software Superdecisions</i> para o grupo Política de Estoques.....	66
Figura 16: Comparações par a par do AHP no <i>software Superdecisions</i> para o grupo Previsões.....	67
Figura 17: Comparações par a par do AHP no <i>software Superdecisions</i> para o grupo MRP I.....	67
Figura 18: Comparações par a par do AHP no <i>software Superdecisions</i> para o grupo MRP II – Planejamento.....	68
Figura 19: Comparações par a par do AHP no <i>software Superdecisions</i> para o grupo MRP II – Programação e controle.....	69
Figura 20: Comparações par a par do AHP no <i>software Superdecisions</i> entre os grupos.....	69
Figura 21: Comparações par a par do AHP no <i>software Superdecisions</i> entre os grupos.....	70
Figura 22: Priorização das funcionalidades do AHP no <i>software Superdecisions</i> .....	71
Figura 23: Vetores de prioridades das funcionalidades do AHP no Excel.....	72

## Lista de Quadros e Tabelas

Tabela 1: Índice de extrapolação em tempo e custo nas implantações de ERP .....	14
Quadro 2: Classificação geral dos critérios para seleção de ERP .....	29
Quadro 3: Funcionalidades para política de manutenção dos estoques .....	30
Quadro 4: Funcionalidades para previsões .....	31
Quadro 5: Funcionalidades para MRP I .....	31
Quadro 6: Funcionalidades para MRP II .....	33
Quadro 7: Escala fundamental de SAATY (1980).....	35
Tabela 8: Matriz de Comparação dos Critérios do Segundo Nível .....	40
Tabela 9: Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Custos .....	42
Tabela 10: Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade.....	43
Tabela 11: Valores de consistência aleatória em função de ordem da matriz.....	45
Tabela 12: Pontuação Final das Funcionalidades.....	47
Quadro 13: Relacionamento profissional e acadêmico dos especialistas.....	74
Tabela 14: Média Geométrica (consenso) da primeira rodada.....	77
Tabela 15: Média Geométrica (consenso) da segunda rodada .....	78
Tabela 16: Comparação entre as prioridades definidas na primeira e na segunda rodada .....	79
Tabela 17: Análise das inconsistências as matrizes de comparação .....	80
Quadro 18: Concentração de experiência dos especialistas .....	83
Tabela 19: Coeficiente de concordância de Kendall entre pares de especialistas .....	83

## **Abreviaturas e Siglas**

AHP – *Analytic Hierarchy Process* (Processo de Análise Hierárquica)

BI – *Business Intelligence*

BOM – *Bill of Material* (Lista de Materiais)

ERP – *Enterprise Resource Planning* (Planejamento dos Recursos Empresariais)

MRP I – *Material Requirement Planning* (Planejamento das Necessidades de Materiais)

MRP II – *Manufacturing Resource Planning* (Planejamento dos Recursos de Manufatura)

TI – Tecnologia da Informação

## Sumário

1 Introdução.....	13
1.1 Questão da Pesquisa .....	16
1.2 Objetivo Geral .....	16
1.3 Objetivos Específicos .....	16
1.4 Justificativas .....	17
1.5 Aspectos Metodológicos.....	19
1.6 Estrutura .....	19
2 ERP (Enterprise Resource Planning) .....	21
2.1 Implantação de Sistemas ERP .....	24
2.2 Funcionalidades do ERP na gestão da produção .....	29
3 AHP (Analytic Hierarchy Process) .....	34
3.1 Exemplo prático de aplicação do AHP .....	38
3.2 Uso do AHP em pesquisas relacionadas a ERP .....	47
4 Método DELPHI .....	49
4.1 Utilização do Método Delphi em estudos sobre sistemas ERP .....	53
4.2 Utilização do Método AHP em conjunto com o método Delphi.....	54
5 Metodologia .....	56
5.1 Procedimentos Operacionais .....	58
5.2 Árvore hierárquica e questionário no Superdecisions .....	62
6 Coleta, Análise dos Dados e Resultados .....	73
6.1 Especialistas selecionados .....	73
6.2 Comentários dos especialistas .....	75
6.3 Sequência de implantação obtida com a pesquisa .....	77
6.4 Análise das inconsistências das matrizes de comparações.....	80
6.5 Análise de concordância entre os julgamentos dos especialistas.....	81
7 Considerações Finais.....	85
7.1 Limitações da pesquisa.....	86
7.2 Ideias para trabalhos futuros.....	86
Referências .....	88
Apêndice A – Respostas individuais dos especialistas: Rodada 1 .....	92
Apêndice B – Respostas individuais dos especialistas: Rodada 2 .....	94
Apêndice C – Vetores de prioridades calculados: Rodada 1 .....	96

Apêndice D – Vetores de prioridades calculados: Rodada 2..... 97

## 1 Introdução

Conforme citado por Akkermans *et al* (2003), o ERP (*Enterprise Resource Planning*) pode ser visto como uma extensão lógica dos sistemas MRP (*Material Requirement Planning*) dos anos 1970 e dos sistemas MRPII (*Manufacturing Resource Planning*) dos anos 1980. Neste contexto os autores citam ainda que a implantação do ERP transforma as organizações orientando suas atividades para uma visão de processos, ao invés da visão de departamentalização.

Cada vez mais as organizações necessitam de sistemas informatizados para auxiliar na integração de seus processos internos, com seus clientes, com seus fornecedores e com o governo (DAVENPORT, 2012). Além da integração entre os processos, os sistemas ERP auxiliam na redução de tarefas redundantes na organização, pois cada conjunto de informação transita entre todas as fases do processo onde são necessárias. Grabot *et al* (2014) apontam que os sistemas ERP trouxeram melhorias cruciais para as organizações reduzindo a duplicidade de tarefas, centralizando informações e aplicando as melhores práticas de gestão. Entretanto Teittinen, Pellinen e Järvenpää (2013) alertam que o ERP carrega também uma série de desafios que devem ser observados desde o processo de implantação.

Tenhiälä e Helkiö (2014) concluíram em seu estudo a respeito do efeito da utilização do ERP no planejamento e controle da produção em mercados dinâmicos, que apesar dos desafios gerados, os benefícios identificados tornam favorável a adoção do ERP na gestão da produção.

A implantação dos sistemas ERP nas organizações envolve mudanças significativas no processo e em muitos casos na cultura da organização. Muitas organizações optam por projetos de implantação dos sistemas de informação de forma condensada e com data definida para finalização do processo de aprendizado e dos ajustes entre processos e sistema; essa decisão acarreta na perda significativa do aproveitamento das funcionalidades disponíveis no ERP (DAVENPORT, 2012).

Willis e Chiasson (2007) identificaram que a maioria dos projetos de implantação de sistemas ERP não alcança o objetivo esperado e as implantações que alcançam seu objetivo geralmente terminam com o tempo e o custo maior que o previsto. A pesquisa anual da Panorama Consulting divulgada no ERP Report (2015) disponível em: <<http://panorama-consulting.com/resource-center/2015-erp-report/>> Acesso em 28/04/2015, confirma por meio de seus dados a extrapolação de tempo e capital empregado nas implantações frente ao planejado inicialmente. Corroboram ainda com essa percepção Keil *et al* (2013), e Davenport

(2012). A pesquisa realizada *pele The Standish Group International Inc*, divulgada no CHAOS MANIFESTO (2013), também mostra um alto índice de falhas nos projetos de TI, entre eles a implantação de sistemas ERP, ou parte destes.

A tabela 1 aponta o índice de extrapolação de tempo e financeiros nos projetos de implantação de ERP entre os anos de 2010 e 2014 obtidos na pesquisa da Panorama Consulting. A pesquisa realizada pela Panorama Consulting em 2014, divulgada no EP Report 2015 foi realizada com 562 companhias que realizaram projetos de implantação de sistemas ERP e possuem faturamento entre US\$1 Milhão e US\$5 Bilhões por ano. Ao todo a amostra compreende mais de vinte diferentes fornecedores de ERP e as companhias pesquisadas compreendem os mais diversos ramos de atividades.

Nota-se que a partir de 2010 os índices de extrapolação no custo aumentaram, com uma redução apenas em 2014. Em contra partida houve um aumento no índice de extrapolação da duração dos projetos em 2014, sendo este o pior índice dos últimos cinco anos.

Tabela 1: Índice de extrapolação em tempo e custo nas implantações de ERP

<b>ANO</b>	<b>CUSTO (Milhões)</b>	<b>% DE EXTRAPOLAÇÃO DE CUSTO</b>	<b>DURAÇÃO</b>	<b>% DE EXTRAPOLAÇÃO DE DURAÇÃO</b>	<b>% DE RETORNO DE 50% OU MENOS DE BENEFÍCIOS</b>
2014	US\$ 4,5	55%	14,3 Meses	75%	41%
2013	US\$ 2,8	54%	16,3 Meses	72%	66%
2012	US\$ 7,1	53%	17,8 Meses	61%	60%
2011	US\$ 10,5	56%	16 Meses	54%	48%
2010	US\$5,5	74%	14,3 Meses	61%	48%

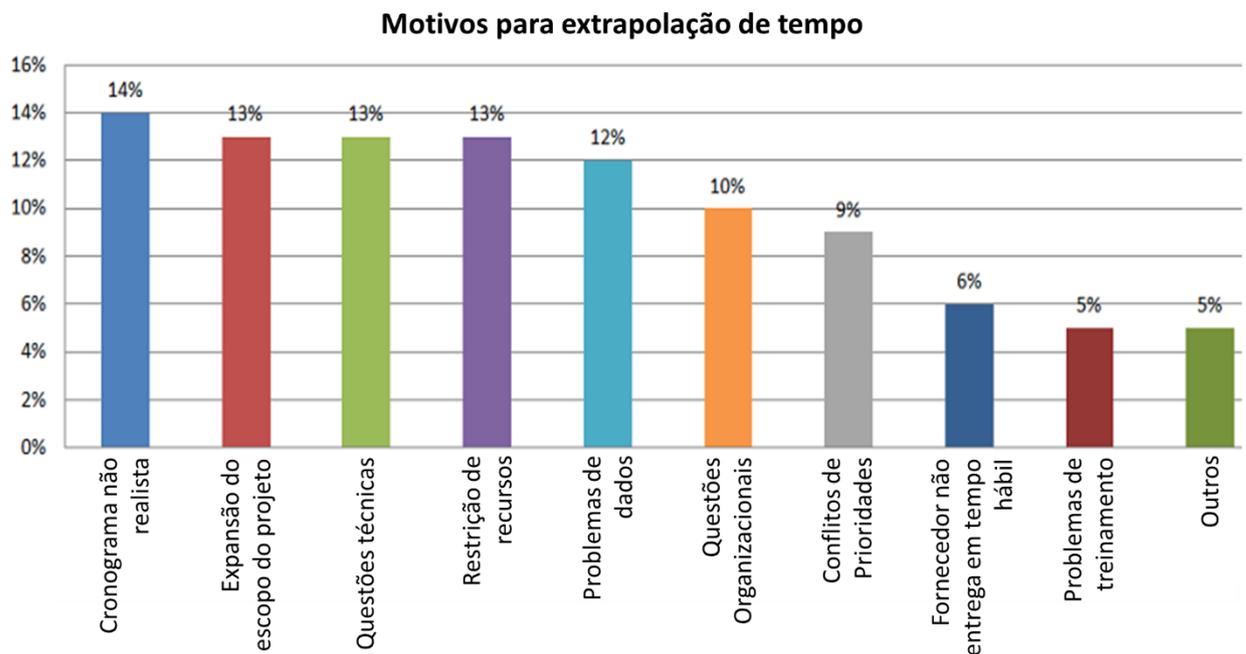
Fonte: ERP REPORT, 2015

Mckay e Black, 2007 apontaram em seu artigo que as respostas tardias às mudanças de especificações no projeto inicial geravam mais de U\$3 bilhões em prejuízos com o que os autores chamaram de “desastres de *software*”, que são os projetos que geram problemas para as organizações, sendo abortados nos casos mais extremos. As principais causas apontadas pelos autores são a falta de documentos relacionados às especificações e ao projeto, bem como o cronograma de projeto condensado. (MCKAY e BLACK, 2007).

As alterações no tempo e no custo geralmente são consequências das alterações no escopo, que são definidos de forma superficial na fase de planejamento do projeto. O cronograma condensado é geralmente fruto de uma imposição do principal patrocinador do projeto, mas não possui uma análise crítica apropriada quando a sua viabilidade.

O gráfico da figura 1, também extraído do ERP Report (2015), sugere que entre as principais razões para as extrapolações de tempo em projetos de implantação de ERP estão a adoção de prazo não realista e expansão do escopo.

Figura 1: Principais razões para extrapolação de tempo em implantação de ERP



Fonte: ERP REPORT (2015)

Um dos motivos para a extrapolação de tempo nos projetos de implantação do ERP encontra-se o conflito de prioridades.

Uma das formas de amenizar os conflitos é a utilização de um método estruturado para a tomada de decisões multicriterial, onde o problema de decisão é desdobrado em vários pequenos problemas, sendo classificados em critérios e subcritérios.

Subramanian e Ramanathan (2012) citam que o método AHP, criado por Thomas Saaty, é indicado como ferramenta de apoio a decisão, e contribui para a resolução dos conflitos através da decomposição do problema de decisão.

Mckay e Black (2007) e Davenport (2012) corroboram que a escolha inadequada da estratégia e arquitetura de desenvolvimento dos sistemas e de suas customizações torna qualquer alteração para promover evolução do sistema e do processo extremamente onerosa.

Felcar (2007) constatou em sua pesquisa que a falta de pessoas qualificadas para a utilização dos sistemas é outro fator que acarreta na subutilização dos recursos dos sistemas adquiridos. A falta de pessoal capacitado para utilização dos sistemas foi também apontada por Teittinen, Pellinen, e Järvenpää (2013), quando estudaram os desafios dos sistemas ERP.

Martins e Padilha (2005), além de Davenport (2012), apontam que um fator de alto impacto na implantação dos sistemas ERP é a necessidade de adaptações nos sistemas e nos processos, ressaltando que devido a sua complexidade um severo desconforto é gerado até que todos estejam perfeitamente adaptados.

Wu, Ong e Hsu (2008); Davenport (2012) e Ahmad e Cuenca (2013) recomendam que a implantação dos sistemas ERP seja de forma gradual e contínua.

Wu, Ong e Hsu (2008) citam na conclusão de sua pesquisa que a implantação dos sistemas ERP dividida em fases resolve diferentes incertezas em diferentes fases.

### **1.1 Questão da Pesquisa**

Qual a melhor sequência lógica para implantar as funcionalidades do ERP na gestão da produção?

### **1.2 Objetivo Geral**

Identificar a melhor sequência lógica de implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção, com base na evolução gradual como recomendado por Wu, Ong e Hsu (2008); Davenport (2012) e Ahmad e Cuenca (2013).

### **1.3 Objetivos Específicos**

Definir um modelo hierárquico para a utilização do AHP como ferramenta de tomada de decisão na priorização da implantação das funcionalidades dos sistemas ERP na gestão da produção, utilizando o conjunto de funcionalidades dos sistemas ERP na gestão da produção identificadas por Oliveira e Silveira (2010) para propor uma sequência de implantação adequada.

Identificar as razões que direcionam os especialistas a apontar determinadas funcionalidades como prioritárias sobre outras no processo de implantação dos sistemas ERP na gestão da produção.

#### **1.4 Justificativas**

A utilização de sistemas integrados para gestão da produção é pré-requisito para que as organizações participem de alianças com outras organizações como cadeias de suprimentos e redes logísticas. (LORENZEN *et al*, 2006)

Willis e Chiasson (2007) recomendam a implantação das funcionalidades padrões dos sistemas, pois o esforço para customizar um sistema ERP é considerado alto, e a adoção das melhores práticas inerentes aos sistemas melhora o processo de gestão nas organizações. Davenport (2012) complementa afirmando que em grandes sistemas integrados de gestão a realização de alterações e/ou customizações pode ser impraticável, impedindo inclusive a atualização do sistema para suas versões mais recentes, ou gerando altos custos para o desenvolvimento de novas adaptações do produto. Parthasarathy e Sharma (2014) citam ainda que, apesar de necessárias na maioria dos casos, as customizações ou personalizações podem ser um grande obstáculo para os projetos de implantação dos sistemas ERP.

Davenport (2012) recomenda a implantação dos sistemas ERP de forma gradual, mudando a estrutura organizacional e refinando os procedimentos no mesmo tempo em que as funcionalidades do ERP são implementadas, reduzindo assim custos de implantação e melhorando o entendimento das pessoas quanto ao sistema. Este reforça ainda que a mudança na cultura organizacional é inevitável.

Wu, Ong e Hsu (2008) afirmam a implantação dos sistemas ERP é onerosa, demorada, arriscada, e repleta de fatores organizacionais complexos, tais como necessidades do processo inicialmente desconhecidas, o nível de aceitação do usuário, e a rápida mutação dos ambientes de TI.

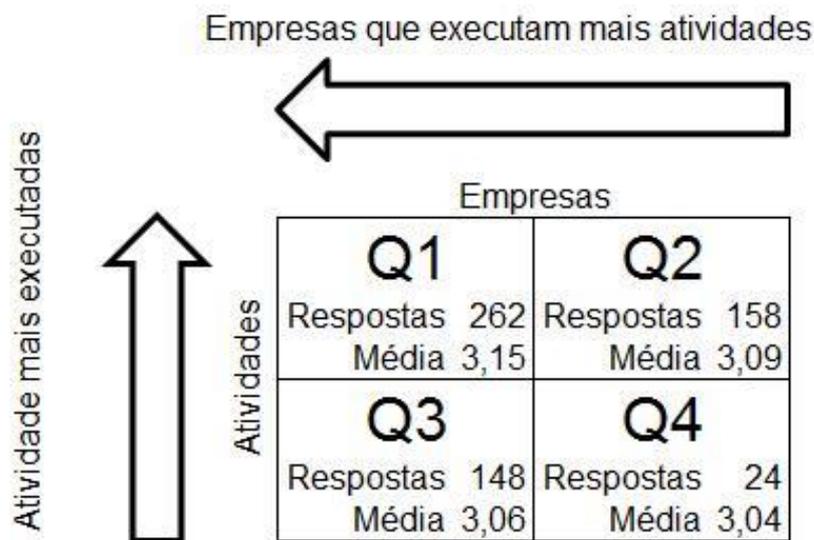
Essa implantação de forma gradual vem de encontro com a afirmação de Willis e Chiasson (2007), que o aprendizado e a mudança de cultura exigem mais esforço e tempo que a implantação do ERP quando pensada somente na instalação, parametrização e treinamento, bem como no desenvolvimento de customizações.

Na mesma linha de raciocínio, Ahmad e Cuenca (2013) afirmam que a implantação de ERP não deve ser tratada como um projeto ou um processo temporário, mas sim como um processo dinâmico e contínuo, sem fim.

A priorização da implantação das funcionalidades do ERP no processo de implantação de forma sequenciada e gradual pode auxiliar na redução do índice de extrapolação de tempo dos projetos em função da obtenção do consenso, reduzindo assim os problemas de conflito de prioridades, responsável por nove por cento das extrapolações de tempo na execução dos projetos.

Oliveira e Silveira (2010) identificaram por meio de sua pesquisa que o índice de satisfação dos gestores com relação ao atendimento do Sistema Integrado de Gestão é maior quando a organização utiliza um maior número de funcionalidades, e as utiliza com maior frequência como pode ser visto na figura 2.

Figura 2: Média de satisfação dos gestores com o ERP por quadrante



Fonte: Oliveira e Silveira (2010)

Na figura 2, Oliveira e Silveira (2010) demonstram que quanto maior o número de atividades executadas pela empresa, e as empresas que possuem maior número de atividades executadas no ERP para a gestão da produção, maior é o índice de satisfação dos gestores com relação a ferramenta utilizada. O resultado da figura 2 provém de uma pesquisa realizada pelos autores com quarenta e seis gestores de produção em quarenta e quatro empresas diferentes. Os gestores responderam um questionário onde cada um apontou as funcionalidades que utilizavam em seu ERP, bem como a frequência de utilização, além do seu grau de satisfação com a ferramenta disponível.

Nesse contexto essa pesquisa infere que a implantação das funcionalidades do ERP deve ocorrer de uma forma sequencial ou em pequenos blocos respeitando sua interdependência.

### **1.5 Aspectos Metodológicos**

Essa pesquisa possui natureza aplicada, objetivos exploratório e descritivo com abordagem combinada, qualitativa e quantitativa. O método de pesquisa adotado é modelagem enquanto a tipologia é empírica normativa. A análise temporal é transversal e a seleção das amostras, especialistas, é intencional com intervenção não experimental.

O instrumento de coleta utilizado é um formulário aplicado em entrevista semiestruturada com cada especialista selecionado.

O detalhamento da metodologia está descrito na seção 5.

### **1.6 Estrutura**

Esse trabalho possui uma estrutura composta pelas seguintes seções:

**Seção 1:** Introdução contendo Contextualização, Questão da Pesquisa, Objetivos, Justificativas, Aspectos Metodológicos e Estrutura da Pesquisa.

#### **Seção 2:** ERP (*Enterprise Resource Planning*)

A seção 2 contém uma revisão na literatura a respeito dos conceitos do ERP e seu processo de implantação.

#### **Seção 3:** AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

A seção 4 contém uma revisão na literatura a respeito da utilização do método AHP no contexto de Tecnologia de Informação e Implantação de Sistemas, bem como seus conceitos, variações, benefícios e riscos, além de um exemplo prático de utilização do método.

#### **Seção 4:** Método Delphi

A seção 3 contém uma revisão na literatura a respeito da utilização do método Delphi no contexto de Tecnologia de Informação e Implantação de Sistemas, bem como seus conceitos, variações, benefícios e riscos, além do uso em conjunto com o método AHP.

#### **Seção 5:** Metodologia

A seção 5 contém uma descrição da metodologia utilizada na pesquisa.

**Seção 6:** Coleta, Análise dos Dados e Resultados

A seção 6 contém as informações relacionadas à realização da coleta de dados e a análises dos dados coletados com suas conclusões.

**Seção 7:** Considerações finais**Referências**

## 2 ERP (*Enterprise Resource Planning*)

Nesta seção estão as definições relacionadas aos sistemas ERP, seu histórico e uma subseção sobre a implantação dos sistemas ERP.

Teles e Silva (2014), identificaram diversas definições para ERP na literatura destacando que a mais completa foi expressa por Souza (2000) que diz:

Os sistemas ERP podem ser definidos como sistemas de informação integrados, adquiridos na forma de um pacote de *software* comercial, com a finalidade de dar suporte à maioria das operações de uma empresa. São geralmente divididos em módulos que se comunicam e atualizam uma mesma base de dados central, de modo que as informações alimentadas em um módulo são instantaneamente disponibilizadas para os demais módulos que delas dependam. Os sistemas ERP permitem ainda a utilização de ferramentas de planejamento que podem analisar o impacto de decisões de manufatura, suprimentos, finanças ou recursos humanos em toda a empresa.

(SOUZA, 2000, p.11).

Segundo Souza (2000) e Xu (2014) a sigla ERP foi inicialmente utilizada pela empresa americana de pesquisas Gartner Group, com a intenção de definir o sistema como uma evolução dos sistemas MRP II (*Manufacturing Resource Planning*). O MRP II por sua vez, é uma evolução dos sistemas MRP I (*Material Requeriment Planning*), que segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), surgiu na década de 1960 com as funcionalidades básicas de calcular as necessidades e os momentos do fluxo de materiais de demanda dependente.

No início dos anos 1990 o MRP II passou a ser desenvolvido para cobrir as necessidades de outros processos da organização como Engenharia, Finanças, Recursos Humanos, etc, passando então a ser conhecido como ERP. (ALVARENGA, 2003; OLIVEIRA e SILVEIRA, 2010; XU, 2014).

Enquanto o propósito inicial do primeiro MRP era controlar as necessidades dos materiais para a produção com suas quantidades e datas baseado em uma lista de materiais também conhecida como BOM (*Bill of Material*), atualmente o ERP controla toda a cadeia produtiva desde a aquisição dos materiais até a entrega ao cliente final, passando por todo o processo de transformação, além dos controles de qualidade, custos, assistência técnica, etc.

Willis e Chiasson (2007), além de Oliveira e Silveira (2010) e Davenport (2012) afirmam que o ERP é um caminho para a integração entre os processos em uma organização.

Em seu estudo de casos sobre a implantação de sistemas ERP, Souza (2000) classificou um conjunto de seis características que diferenciam esses sistemas dos sistemas desenvolvidos internamente nas empresas e outros pacotes comerciais:

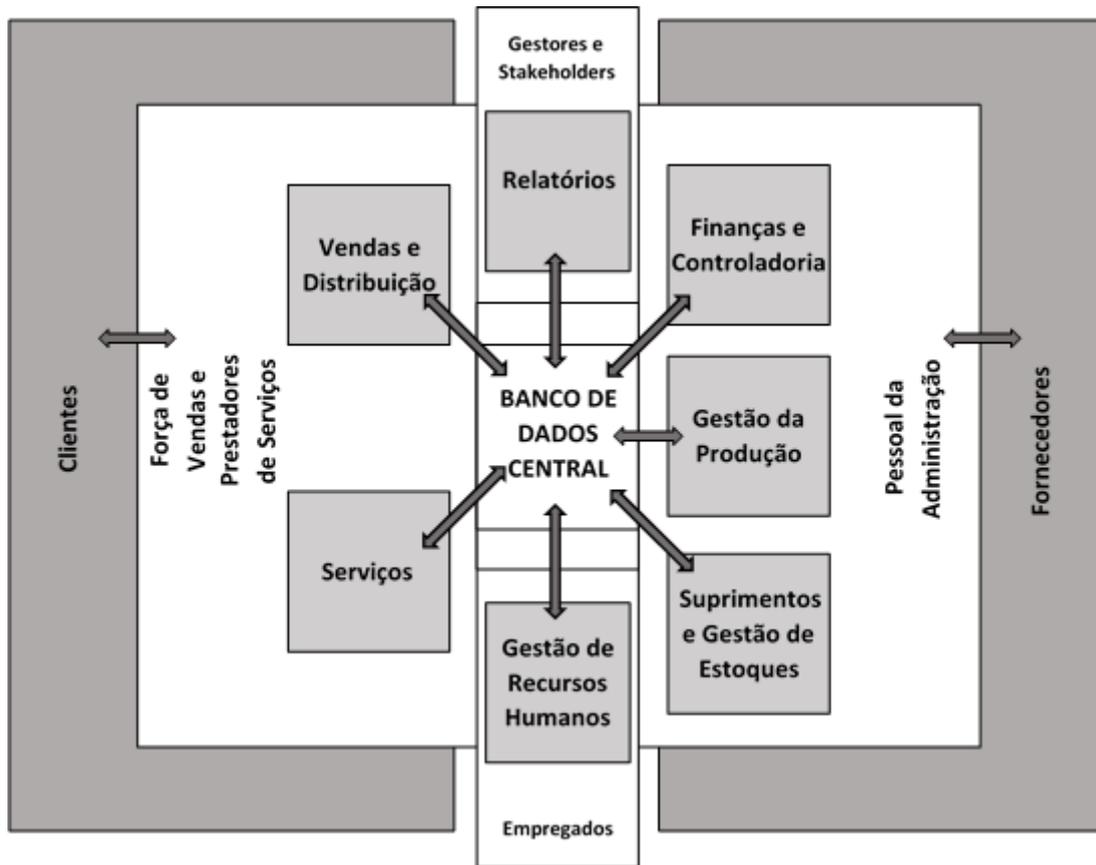
- a) Os sistemas ERP são pacotes comerciais de *software*;
- b) Os sistemas ERP são desenvolvidos a partir de modelos-padrões de processos;
- c) Os sistemas ERP são integrados;
- d) Os sistemas ERP têm grande abrangência funcional;
- e) Os sistemas ERP utilizam um banco de dados corporativo;
- f) Os sistemas ERP requerem procedimentos de ajuste no processo ou no sistema.

Davenport (2012) afirma que o coração de um sistema de gestão empresarial (ERP) é o banco de dados central, pois o mesmo suporta todas as funções e aplicações recebendo e fornecendo informações para a organização. Essa interação pode ser vista na figura 3, que representa a anatomia de um sistema empresarial proposta pelo autor, onde pode-se observar que todos os processos do sistema comunicam-se com o banco de dados central. Essa pesquisa concentra-se na gestão da produção, porém o modelo aplicado nesse estudo pode ser utilizado para a priorização da implantação das funcionalidades do ERP em outras áreas da organização.

No item 2.2 estão detalhadas as funcionalidades do ERP para a gestão da produção que foram identificadas por Oliveira e Silveira (2010) com base em uma revisão da literatura realizada em artigos, teses, dissertações e livros de administração da produção.

Quanto ao retorno do investimento em sistemas ERP, Cerri e Cazarini (2004) apontam que há um grande confronto nos ambientes empresarial e acadêmico entre pesquisadores, executivos, empresários e consultores quando o assunto é o aumento da produtividade depois dos investimentos em tecnologia da informação. Uma das principais causas desse questionamento foram os inúmeros fracassos ocorridos nos anos 1990 diante dos pesados investimentos em sistemas ERP. A tabela 1, extraída do ERP REPORT (2015) demonstra na última coluna que mais de quarenta por cento das empresas afirmam que menos da metade dos benefícios esperados com a implantação do ERP foram percebidos após a conclusão do processo de implantação.

Figura 3: Anatomia de um sistema de gestão.



Fonte: Davenport (2012)

Teittinen, Pellinen, e Järvenpää (2013) analisaram a utilização de um sistema ERP na gestão de pequenas e médias de um grupo composto de dez plantas produtivas em cinco diferentes países e apontaram os seguintes benefícios:

- Alta Gestão:
  - Melhor visão estratégica;
  - Padronização das operações;
  - Transparência nas transações;
  - Melhora das tarefas rotineiras.
- Administração:
  - Transparência nas demonstrações contábeis;
  - Possibilidades de melhorias;
  - Sistema centralizado.
- Produção:
  - Transparência nas demonstrações de resultados;

- Controle da gestão;
- Melhora das tarefas rotineiras

Teittinen, Pellinen, e Järvenpää (2013) apontaram também que a utilização dos sistemas ERP traz para a organização alguns desafios conforme segue:

- Entradas de dados:
  - Internacionalização do processo na organização;
  - Processo de entrada de dados excessivamente oneroso;
  - Dificuldade na inserção correta dos dados.
- Falta de pessoal capacitado;
  - A maioria das pessoas tem habilidades para inserir dados, mas nenhuma habilidade em corrigir dados incorretos;
  - Relutância no uso do ERP por falta de reconhecimento de sua importância;
  - Saída de pessoas treinadas da organização – Quando um usuário chave, que recebeu treinamento completo sobre o sistema sai da empresa a perda de conhecimento impacta severamente no processo.

## 2.1 Implantação de Sistemas ERP

Mendes e Escrivão Filho (2007) apresentam um roteiro, que pode ser visto na figura 4, para seleção, aquisição e implantação de sistemas ERP dividido em cinco partes e quinze etapas:

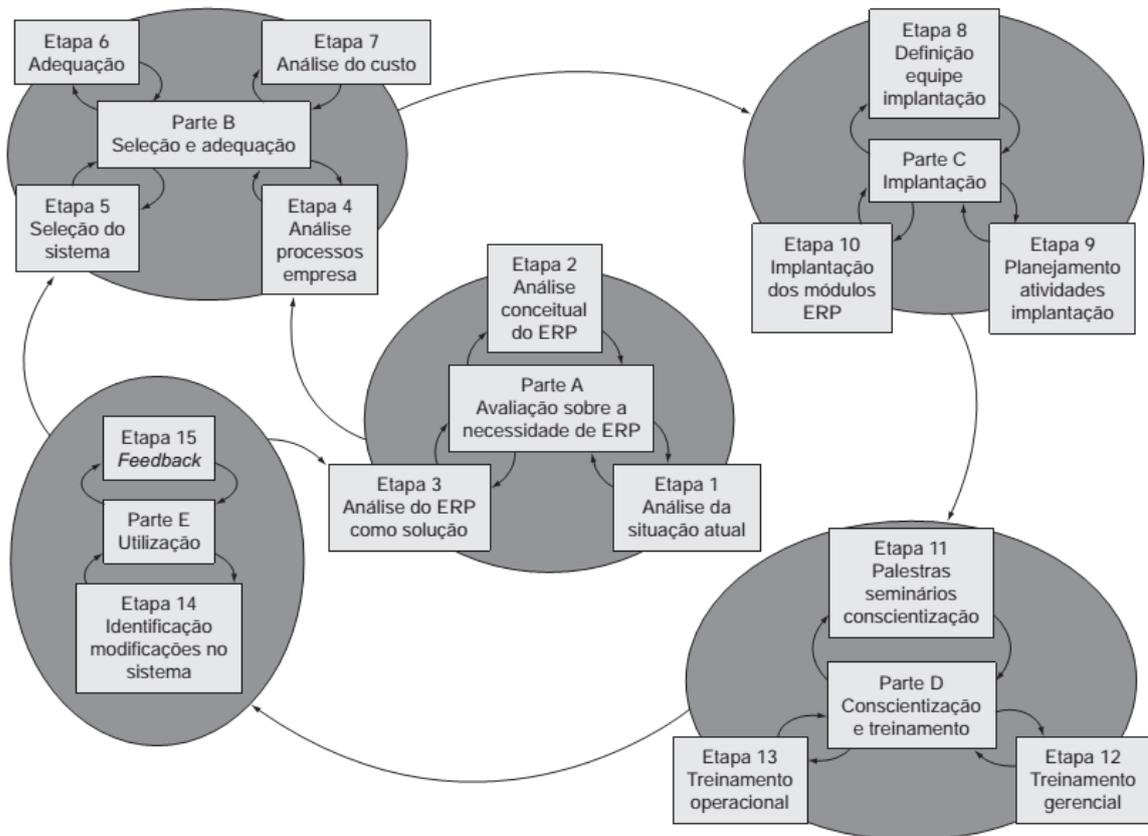
- **Parte A:** Avaliar necessidade do ERP para identificar como o sistema pode contribuir para solucionar seus problemas organizacionais.
  - **Etapa 1:** Análise da situação atual da empresa como seus pontos fortes e fracos.
  - **Etapa 2:** Análise conceitual do ERP sem focar nas soluções.
  - **Etapa 3:** Análise do ERP como solução confronto o sistema com os pontos fortes e fracos da organização.
- **Parte B:** Seleção e adequação do ERP através da avaliação das soluções disponíveis no mercado.
  - **Etapa 4:** Análise dos processos da organização para avaliar a necessidade de customizações, adaptações ou modificações do sistema.

- **Etapa 5:** Seleção do sistema através da análise das características técnicas dos sistemas avaliados e dos processos a serem implantados.
- **Etapa 6:** Adequação através da comparação entre as funcionalidades e os processos do sistema e as necessidades da organização.
- **Etapa 7:** Análise do custo com a aquisição do sistema, customizações necessárias, mão de obra especializada para a implantação e treinamento além do investimento em equipamentos como servidores, computadores e redes de comunicação.
- **Parte C:** Implantação do sistema.
  - **Etapa 8:** Definição da equipe de implantação, que é constituída por funcionários experientes nos processos de negócio da empresa, bem como na implantação de sistemas.
  - **Etapa 9:** Planejamento das atividades de implantação, que devem conter o escopo do projeto e o tempo necessário para a execução.
  - **Etapa 10:** Implantação dos módulos do sistema, que compreende as atividades de parametrização e/ou customização do sistema de acordo com o planejado.
- **Parte D:** Conscientização e treinamento
  - **Etapa 11:** Palestras e seminários de conscientização, onde devem ser esclarecidas a importância e as implicações do sistema para a organização
  - **Etapa 12:** Treinamento gerencial para a alta administração e corpo gerencial com foco nas possibilidades gerenciais do sistema, e não nas características operacionais.
  - **Etapa 13:** Treinamento operacional focando cada módulo, esclarecendo a importância de não utilizar controles paralelos e melhorar continuamente a relevância das informações atualizadas no sistema.
- **Parte E:** Utilização do sistema.
  - **Etapa 14:** Identificação das necessidades de modificações no sistema no processo. Com o amadurecimento na utilização do sistema surgem necessidades e oportunidades alterações no processo e/ou no sistema. Há também necessidades de alterações em função das mudanças nos processos da organização, que podem ser motivados pelo seu crescimento, melhoria contínua ou novas leis e regulamentações governamentais.

- **Etapa 15:** Feedback. O objetivo do feedback é identificar as modificações necessárias para o sistema atender as mudanças das regras de negócio, que caso sejam complexas pode até exigir a aplicação do todo o ciclo a partir da Etapa 1.

A figura 4 sintetiza quinze etapas da visão do roteiro ideal descrito por Mendes e Escrivão Filho (2007).

Figura 4: Visão detalhada do roteiro ideal



Fonte: Mendes e Escrivão Filho (2007, p.287)

Wu, Ong e Hsu (2008) afirmam que a implantação de um sistema ERP dividida em fases ajuda a resolver as incertezas existentes nas diferentes etapas através de decisões sequenciais, que são mais eficazes que um único evento de decisões. A implantação utilizando decisões sequenciais a cada fase da implantação prove maior flexibilidade em ambientes que mudam constantemente, porém os gestores devem possuir habilidades para ajustar o planejamento e demonstrar os benefícios do gerenciamento ativo. Segundo Davenport (2012) é necessário colocar as pessoas certas no lugar certo durante o processo de implantação do ERP,

pois sem as pessoas certas não é possível alterar o comportamento organizacional necessário para o sucesso de uma implantação.

Davenport (2012) recomenda que a implantação de um sistema ERP realizada de forma gradual, dividida em fases, reduz custos e maximiza o entendimento dos usuários do sistema. É necessário também que a estratégia de negócios da organização deve ser definida antes de iniciar o planejamento da implantação do ERP.

Ahmad e Cuenca (2013) concluíram em sua pesquisa a respeito dos fatores críticos de sucesso na implantação de ERP em pequenas e médias empresas que avaliação individual de cada fator crítico de sucesso é fundamental para reduzir dificuldades encontradas e maximizar os benefícios da implantação do ERP.

Os fatores críticos de sucesso na implantação de ERP identificados por Ahmad e Cuenca (2013) são:

- Fatores organizacionais
  - Planejamento de projeto formalizado
  - Gerenciamento do projeto
  - Questões políticas / Mudança cultural
  - Reengenharia de processos
  - Gerente de projeto experiente
  - Papel do patrocinador do projeto
  - Comunicação interdepartamental
  - Composição e habilidades do time do projeto
  - Apoio e comprometimento da gerência
  - Monitoramento e avaliação do progresso
  - Uso apropriado dos consultores
  - Risco de problemas no projeto reduzido
  - Treinamento de *Software*
  - Metodologia formal como estratégia de implantação do ERP
  - Informações e requisitos de sistemas cuidadosamente definidos
  - Seleção adequada do *software*
  - Metas e objetivos claros
- Fatores Neurais
  - Cooperação interdepartamental
  - Customizações do *Software*

- Fatores operacionais
  - Bom gerenciamento do escopo do projeto
  - Expectativas gerenciais
  - Comitê da alta direção
  - Recursos adequados
  - Confiança entre parceiros
  - Empoderamento dos tomadores de decisões
  - Ferramenta do fornecedor
  - Gestão dos consultores
  - Configuração do *software*
  - Educação nos novos processos de negócios
  - Suporte do fornecedor
  - Análise e conversão dos dados

Alvarenga (2013) ressalta que levar a organização de um padrão tradicional para um processo baseado em informação requer atenção aos seguintes desafios:

- Algumas informações importantes não podem ser colocadas no computador;
- Informação requer um contexto para ter valor;
- A informação tem seu valor diminuído com o tempo;
- Para um sistema particular, mudanças no meio ambiente provocam mudanças nos requerimentos de informação;
- A tecnologia muda rapidamente;
- Escassez de pessoal capacitado;
- Mudança nas habilidades dos trabalhadores;
- Altas expectativas em termos de efetividade de um sistema de informações e a velocidade em que ele é construído.

Em seu estudo do processo de seleção do ERP para a organização, De Medeiros, Perez e Shimizu (2010) identificaram na literatura um conjunto de 32 critérios relevantes para a seleção de um sistema ERP. Utilizando o método Delphi os autores classificaram os critérios por ordem de importância conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Classificação geral dos critérios para seleção de ERP

	Ordem na rodada		Critério	Deve permanecer		Pode ser omitido	
	Segunda	Primeira			%		%
Deve permanecer	1	1	Funcionalidade	23	100,0	0	0,0
	2	2	Integração modular cruzada	22	95,7	1	4,3
	3	5	Referências do fornecedor	22	95,7	1	4,3
	4	7	"Implantabilidade"	22	95,7	1	4,3
	5	6	Flexibilidade	22	95,7	1	4,3
	6	9	Serviço e suporte	22	95,7	1	4,3
	7	3	Consultorias de seleção e implantação	21	91,3	2	8,7
	8	8	Custo	21	91,3	2	8,7
	9	18	Domínio de conhecimento do fornecedor	20	87,0	3	13,0
	10	4	Segurança	19	82,6	4	17,4
	11	12	Escalabilidade para permitir crescimento	19	82,6	4	17,4
Utilizar se necessário	12	11	Facilidade de uso	18	78,3	5	21,7
	13	17	Compatibilidade com outros sistemas	18	78,3	5	21,7
	14	19	Configuração adequada do <i>software</i>	18	78,3	5	21,7
	15	21	Tempo de implantação	18	78,3	5	21,7
	16	22	Facilidade de customização	18	78,3	5	21,7
	17	24	Análise de benefícios	18	78,3	5	21,7
	18	13	Conhecimento dos sistemas legados	17	73,9	6	26,1
	19	15	Riscos	17	73,9	6	26,1
	20	16	Localização	17	73,9	6	26,1
	21	23	Critérios técnicos	17	73,9	6	26,1
	22	25	Confiabilidade do sistema	17	73,9	6	26,1
	23	26	Ajuste estratégico	17	73,9	6	26,1
	24	27	Ajuste sistema de matriz e/ou parceiro	17	73,9	6	26,1
	25	29	Evitar customizações	17	73,9	6	26,1
	26	10	Atualização da tecnologia	16	69,6	7	30,4
	27	28	Posição do fornecedor no mercado	16	69,6	7	30,4
Não	28	20	Visão do fornecedor	14	60,9	9	39,1
	29	14	Método de implantação do <i>software</i>	13	56,5	10	43,5
	30	31	Mudanças administrativas	13	56,5	10	43,5
	31	32	Melhor ajuste à estrutura organizacional	12	52,2	11	47,8
	32	30	Versão adequada do sistema	10	43,5	13	56,5

Fonte: De Medeiros, Perez e Shimizu (2010)

## 2.2 Funcionalidades do ERP na gestão da produção

Oliveira e Silveira (2010) realizaram uma pesquisa na literatura, baseada em artigos, teses, dissertações e livros de administração da produção para identificar quais são as funcionalidades do ERP aplicadas na gestão da produção. O principal objetivo do estudo de Oliveira e Silveira (2010), foi pesquisar o índice de satisfação dos gestores da produção com relação aos sistemas ERP na gestão da produção.

Essas funcionalidades foram distribuídas em subgrupos, chamados pelos autores de dimensões funcionais, conforme demonstrado nos quadros 3 a 6. As funcionalidades do ERP foram chamadas pelos autores de atividades.

As quatro dimensões funcionais identificadas por Oliveira e Silveira (2010) são Políticas de Manutenção de Estoques; Previsões; MRP I e MRP II.

O quadro 3 contém as funcionalidades identificadas por Oliveira e Silveira (2010) para a dimensão de Política e manutenção de estoques.

Quadro 3: Funcionalidades para política de manutenção dos estoques

Atividade	Autores		
	Artigos	Teses e Dissertações	Livros de APO
Ponto de Pedido	Cardoso, Silva Neto e Souza (1999) Peixoto e Pinto (2006); Santoro e Freire (2008);	Valeretto Junior (2005)	Corrêa e Gianesi (1994)(Cap.4); Martins e Laugeni (1998)(Cap.9); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap.14); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.12); Gaither e Frazier (2002)(Cap.9); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.10)
Lote Econômico de Aquisição	Cardoso, Silva Neto e Souza (1999) Peixoto e Pinto (2006); Santoro e Freire (2008);	Valeretto Junior (2005)	Corrêa e Gianesi (1994)(Cap.4); Martins e Laugeni (1998)(Cap.9); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap.14); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.12); Gaither e Frazier (2002)(Cap.9); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.10);
Estoque de Segurança	Cardoso, Silva Neto e Souza (1999); Peixoto e Pinto (2006); Santoro e Freire (2008); Wanke (2008); Sellitto, Borchardt e Pereira (2008)		Corrêa e Gianesi (1994)(Cap.4); Martins e Laugeni (1998)(Cap.9); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.12); Gaither e Frazier (2002)(Cap.10); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.10)
Estoque Atual Real	Cardoso, Silva Neto e Souza (1999) Peixoto e Pinto (2006);	Valeretto Junior (2005)	Corrêa e Gianesi (1994)(Cap.4); Martins e Laugeni (1998)(Cap.9); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.12); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.12)
Classificação ABC de materiais			Martins e Laugeni (1998)(Cap.9); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap.14); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.12); Gaither e Frazier (2002)(Cap.9); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.10)
Filosofia Just In Time	Mesquita e Castro (2008)	Lima (2004)	Corrêa e Gianesi (1994)(Cap.3); Martins e Laugeni (1998)(Cap.13); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap.12); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.15); Gaither e Frazier (2002)(Cap.13); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.13)
Necessidade Líquida	Santoro e Freire (2008)	Valeretto Junior (2005)	Corrêa e Gianesi (1994)(Cap.4) Martins e Laugeni (1998)(Cap. 13)

Fonte: Oliveira e Silveira (2010)

O quadro 4 contém as funcionalidades identificadas por Oliveira e Silveira (2010) para a dimensão de Previsões, com as referências das Artigos, Teses, Dissertações Livros pesquisadas pelos autores.

Quadro 4: Funcionalidades para previsões

Atividade	Autores		
	Artigos	Teses e Dissertações	Livros de APO
Previsão de Vendas	Werner e Ribeiro (2006); Peixoto e Pinto (2006); Silva Filho e Cezarino (2007); Cardoso, Silva Neto e Souza (1999); Wanke (2008)	Barrella (2000); Valeretto Junior (2005)	Martins e Laugeni (1998)(Cap.8); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.14); Davis, Aquiliano e Chase(2001) (Cap.6,13,16); Gaither e Frazier (2002)(Cap.3, 8);
Dados históricos de demanda	Werner e Ribeiro (2006); Silva Filho e Cezarino (2007)		Gaither e Frazier (2002)(Cap.3); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.11); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap 6); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.9)
Simulação de pedidos futuros	Peixoto e Pinto (2006) Santoro e Freire (2008)		Gaither e Frazier (2002)(Cap.3, 4)

Fonte: Oliveira e Silveira (2010)

O quadro 5, a seguir apresenta as funcionalidades do ERP identificadas por Oliveira e Silveira (2010) para a dimensão MRPI. Os autores ressaltam ainda que o MRPI tem como objetivo planejar somente as necessidades de materiais da organização com base na lista de materiais dos produtos a serem fabricados.

Quadro 5: Funcionalidades para MRP I

Atividade	Autores		
	Artigos	Teses e Dissertações	Livros
MRP	Massote, Maria e Takagochi (2005); Cardoso, Silva Neto e Souza (1999); Mesquita e Castro (2008) Fransoo e Weirs (2008)	Barrella (2000); Berretta (1997)	Corrêa e Gianesi (1994)(Cap.4); Martins e Laugeni (1998)(Cap.9,11); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.14); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap13,15); Gaither e Frazier (2002)(Cap.10); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.12)
Pedidos de Compras	Cardoso, Silva Neto e Souza (1999)	Valeretto Junior (2005)	Martins e Laugeni (1998)(Cap.9,11); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.13); Gaither e Frazier (2002)(Cap.14)
Geração de Ordens de Produção	Massote, Maria e Takagochi (2005); Cardoso, Silva Neto e Souza (1999)		Martins e Laugeni (1998)(Cap.11)
Previsão de entradas e saídas futuras de MP		Valeretto Junior (2005)	Corrêa e Gianesi (1994) (Cap.4); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.12)

Plano Mestre de Produção	Massote, Maria e Takagochi (2005); Cardoso, Silva Neto e Souza (1999)	Barrella (2000); Valeretto Junior (2005)	Martins e Laugeni (1998)(Cap11,13); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.14); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap13,15); Gaither e Frazier (2002)(Cap.8); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.12)
--------------------------	--	---	---

Fonte: Oliveira e Silveira (2010)

O quadro 6 apresenta as funcionalidades da última dimensão definida por Oliveira e Silveira (2010), que corresponde ao conceito de MRPII. O MRPII abriga o planejamento das necessidades de todos os recursos necessários para manufaturar os produtos, além de distribuí-los na linha do tempo com base nas datas dos pedidos de venda ou do plano mestre de produção.

As funcionalidades do ERP identificadas por Oliveira e Silveira (2010) e apresentadas nos quadros 3 a 6 foram utilizadas com base para a realização dessa pesquisa, que tem como objetivo identificar a melhor sequência para a implantação dessas funcionalidades na gestão da produção.

Quadro 6: Funcionalidades para MRP II

Atividade	Autores		
	Artigos	Teses e Dissertações	Livros
MRP II	Mesquita e Castro (2008)		Corrêa e Gianesi (1994) (Cap.4); Martins e Laugeni (1998)(Cap.9,11); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.14) Gaither e Frazier (2002)(Cap.10);
Algoritmo de Sequenciamento da Produção	Massote, Maria e Takagochi (2005)		Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap10); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.6s,11,12)
Programação da Produção	Massote, Maria e Takagochi (2005)	Barrella (2000); Valeretto Junior (2005)	Corrêa e Gianesi (1994) (Cap4); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.10); Gaither e Frazier (2002)(Cap.10)
Carga de máquinas			Gaither e Frazier (2002)(Cap.10);
Gráfico de Gantt	Massote, Maria e Takagochi (2005)		Gaither e Frazier (2002)(Cap.10);
Lead time de pedidos de vendas	Peixoto e Pinto (2006)		Corrêa e Gianesi (1994) (Cap.4)
Lote Econômico de Produção	Massote, Maria e Takagochi (2005)	Barrella (2000); Valeretto Junior (2005)	
Estimar a Capacidade de produção		Valeretto Junior (2005); Berretta (1997)	Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.11); Gaither e Frazier (2002)(Cap.3,8); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.6,12) Gaither e Frazier (2002)(Cap.10);
Planejamento e controle do chão de fábrica	Silva Filho e Cezarino (2007); Cardoso, Silva Neto e Souza (1999)	Barrella (2000)	
Reprogramar a Produção a partir de alterações nos pedidos de vendas	Massote, Maria e Takagochi (2005)	Barrella (2000)	
Simulações a partir de previsões de vendas	Peixoto e Pinto (2006); Cardoso, Silva Neto e Souza (1999)		Gaither e Frazier (2002)(Cap.3); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.6,9)
Integração com sistemas supervisores	Bussetti de Paula e Santos (2008); Massote, Maria e Takagochi (2005); Grilo Júnior, Pereira e Villar (2008)	Joaquim (2006)	Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap.3)

Fonte: Oliveira e Silveira (2010)

### **3 AHP (*Analytic Hierarchy Process*)**

Esta seção apresenta os conceitos do método APH, bem como um exemplo prático de utilização para facilitar o entendimento quanto a aplicação do método.

Na seção anterior foram apresentadas as funcionalidades identificadas por Oliveira e Silveira (2010) para o ERP na gestão da produção. O método AHP será utilizado para priorizar a implantação dessas funcionalidades de forma sequencial com base no julgamento de especialistas em implantação de ERP na gestão da produção.

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP), é um dos métodos mais utilizados para solucionar problemas que envolvem múltiplos critérios, sendo aplicado em diversas áreas de interesse, com o objetivo de priorizar elementos relativos a um problema que necessita decisões complexas. O método AHP proporciona um procedimento sistemático para organizar o raciocínio e a intuição, decompondo o problema estudado em partes que podem ser mais facilmente compreendidas. A decomposição do problema em pequenas partes transforma um problema multidimensional em unidimensional (DE OLIVEIRA e BELDERRAIN, 2008; NASCIMENTO, 2010; SUBRAMANIAN e RAMANATHAN, 2012).

Subramanian e Ramanathan (2012) citam que o método AHP, criado por Thomas Saaty, é considerado muito popular e tem sido aplicado em uma grande variedade de áreas, incluindo o planejamento e seleção de melhor alternativa, alocação de recursos e resolução de conflitos. Os autores identificaram a utilização do método AHP em mais de mil e trezentos artigos e mais de cem doutoramentos.

Um problema de decisão é considerado multicritério quando possui, pelo menos, dois critérios conflitantes e duas alternativas de decisão. A caracterização destes problemas fica a cargo da existência de um conjunto finito de alternativas, critérios de avaliação das alternativas, uma escala de medidas para avaliação, uma matriz de decisão, um método de agregação de preferências e um contexto decisório (NASCIMENTO, 2010).

Uma escala de comparação chamada de Escala Fundamental de Saaty, apresentada por SAATY (1990) é utilizada na criação da matriz quadrada. A escala possui um intervalo de 1 a 9, correspondente ao grau de importância relativa entre dois elementos quando comparados par a par. A utilização da Escala Fundamental, vista no quadro 7 possibilita ao tomador de decisão realizar julgamentos relacionados aos elementos comparados par a par baseados no grau de importância de cada um deles.

Quadro 7: Escala fundamental de SAATY (1980).

<b>Importância</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e juízo favorecem uma atividade sobre a outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida em relação a outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma melhor relação de comparação.

Fonte: Adaptada de SAATY (1980) apud Gomes, Araya e Carignano (2004)

Conforme detalhado por Saaty (2000), quatro axiomas regem o método AHP e garantem sua robustez.

- **Axioma 1: RECIPROCIDADE** – Os elementos comparados par a par pelo decisor devem satisfazer a condição de reciprocidade; se A é três vezes mais preferido que B, B será 1/3 vezes mais preferido que A. Além de presumir que todas as alternativas pertencentes ao conjunto finito de alternativas são independentes ou mutuamente excludentes entre si.
- **Axioma 2: HOMOGENEIDADE** – Os elementos a serem comparados em um mesmo nível hierárquico devem se homogêneos entre si, pois a mente humana tende a incorrer em erros quando são comparados elementos díspares. A homogeneidade é importante para assegurar a consistência das comparações par a par. Portanto, os elementos de um mesmo nível devem possuir a mesma ordem de magnitude.
- **Axioma 3: HIERARQUIA E DEPENDÊNCIA** – Cada nível hierárquico sofre dependência externa (*outer dependence*) do nível imediatamente superior e não há

dependência interna (*inner dependence*) entre elementos de um nível com respeito a um elemento do nível superior.

- Axioma 4: EXPECTATIVAS DE COMPLETUDE E RANK – Espera-se que a hierarquia do problema de decisão esteja completa, ou seja, com todos os critérios relativos ao problema representados. Espera-se também que a classificação das alternativas dependa das expectativas do decisor e da natureza do problema de decisão.

De Oliveira e Belderrain (2008) indicam que o AHP é um dos métodos mais utilizados para apoio a decisão quando:

- É necessário orientar o processo intuitivo de tomada de decisão baseados no conhecimento e experiência.
- Depende do julgamento de especialistas ou decisores sem uma base de informações qualitativas acerca de uma variável em função de um determinado critério.
- Resulta em uma medida global para cada uma das alternativas priorizando-as ou classificando-as através de uma hierarquia.

Segundo Nascimento (2010) o método AHP organiza o problema de decisão em hierarquia, onde no primeiro nível está o objetivo global; seguido pelos critérios, no segundo nível; pelos subcritérios, no terceiro e pelas alternativas no último. Além disso, pressupõe a independência entre seus elementos.

Nascimento (2010) destaca ainda que o método AHP apresenta vantagem sobre outros métodos de análise de decisão multicritério nos seguintes aspectos:

- 1) Não é um método de extrema complexidade;
- 2) Podem ser utilizados critérios qualitativos e quantitativos,
- 3) Pode ser utilizado em conjunto com outros métodos de solução, tais como otimização e programação;
- 4) Tem sido validado por tomadores de decisão, bem como por estudos empíricos recentes;
- 5) Auxilia as múltiplas partes a alcançarem uma solução devido às suas estruturas e podem ser usadas como ferramentas para consenso.

De Oliveira e Belderrain (2008) apresentaram sete etapas para a realização de um estudo utilizando o AHP:

- 1) Definição do Problema de Decisão: É o estudo do problema em detalhes com foco em identificar o objetivo, os critérios e subcritérios.
- 2) Hierarquização do Problema de Decisão: O problema de decisão é dividido em níveis hierárquicos com a finalidade de facilitar a compreensão e avaliação.
- 3) Coleta dos julgamentos par a par dos especialistas: É a aplicação dos questionários para o julgamento dos especialistas com base da escala fundamental de Saaty.
- 4) Construção das matrizes de decisão: É o preenchimento das matrizes de decisão conforme pode ser visto nas tabelas 8, 9 e 10 do exemplo prático que está na seção 3.1 a seguir.
- 5) Obtenção dos autovalores e autovetores das matrizes de decisão: Realização dos cálculos dos vetores de prioridade de cada elemento.
- 6) Razão de Consistência da matriz de decisão: É o cálculo do índice de consistência das respostas de cada decisor.
- 7) Processo de Agregação dos Vetores de Prioridade: É o cálculo do valor do vetor de prioridade de cada subcritério em relação ao seu critério superior, gerando o valor final de cada alternativa.

O objetivo da estrutura hierárquica é fornecer uma visão geral do problema de decisão através da organização das relações complexas entre os objetivos, critérios, atributos e alternativas. Em uma segunda etapa, a estrutura torna possível avaliar a importância dos elementos em um nível e, assim, considera-los em relação aos elementos imediatamente superiores (LIMA *et al*, 2007).

Quando mais de um especialista realiza a priorização dos critérios e subcritérios através do método AHP individualmente, a obtenção do consenso entre todos os indivíduos pesquisados pode ser realizada através do cálculo da média geométrica dos vetores de prioridades gerados em cada julgamento (VAIDYA e KUMAR, 2006; FREITAS e TREVIZANO, 2009; COSTA e BELDERRAIN, 2009)

Costa e Belderrain (2009) citam ainda que a média geométrica é mais consistente com o significado intrínseco aos julgamentos e prioridades no método AHP, dado que elas são dadas em uma escala de magnitudes, quando comparada com a média aritmética.

Na subseção a seguir uma estrutura hierárquica é apresentada em um exemplo prático da aplicação do método AHP.

### **3.1 Exemplo prático de aplicação do AHP**

Nesta subseção apresenta-se um exemplo prático da aplicação do método AHP para a priorização de funcionalidades do ERP na gestão da produção.

O problema de decisão estudado é a priorização das funcionalidades do ERP na Gestão da Produção durante o processo de implantação. As funcionalidades devem ser implantadas na sequência definida de acordo com sua importância, que será definida com base nos vetores de prioridades calculados com base nos julgamentos realizados.

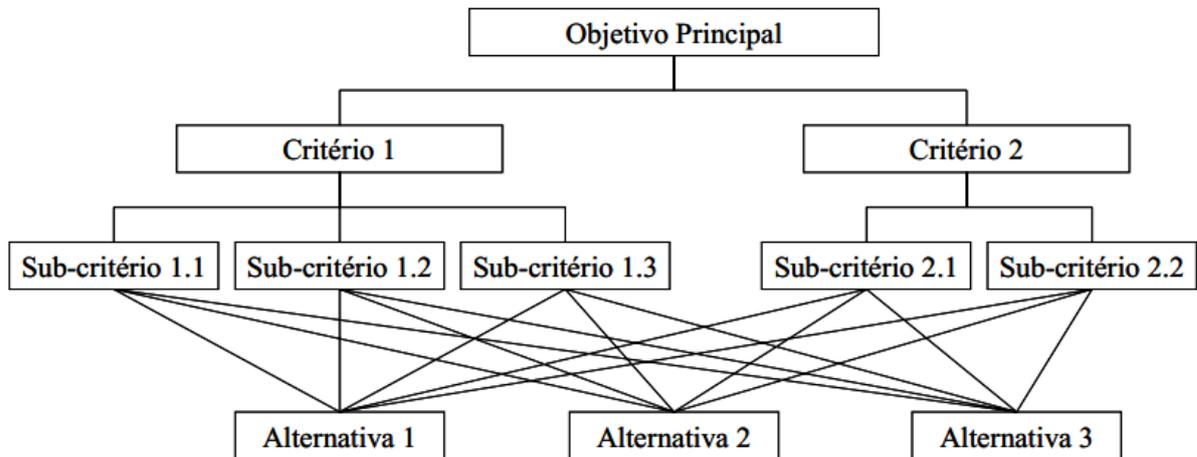
Para esse exemplo são utilizadas duas das dimensões identificadas por Oliveira e Silveira (2010); a primeira com duas funcionalidades e a segunda com quatro funcionalidades.

Conforme apresentado por De Oliveira e Belderrain (2008) na segunda etapa do método AHP, que é a hierarquização do problema de decisão, o pesquisador deve definir quais são os critérios e subcritérios a serem julgados ou avaliados pelos decisores. Nesse momento é elaborada a árvore hierárquica, que facilita a compreensão e avaliação por parte dos decisores.

A figura 5 apresenta um padrão de árvore hierárquica que pode ser utilizado para auxiliar na definição do que são critérios e subcritérios no problema de decisão estudado, bem como compreender como se darão as comparações par a par, que são as alternativas possíveis para os decisores. O objetivo principal é o problema central da pesquisa, enquanto os critérios são os grupos onde se encontram os subcritérios, que representam menor nível das alternativas relacionadas ao problema central.

O objetivo principal, ou problema central estudado nessa pesquisa é priorização das funcionalidades do ERP na gestão da produção para encontrar a melhor sequência de implantação do mesmo com base no julgamento dos especialistas que foram selecionados pelo método Delphi.

Figura 5: Árvore hierárquica ou estrutura hierárquica do AHP.



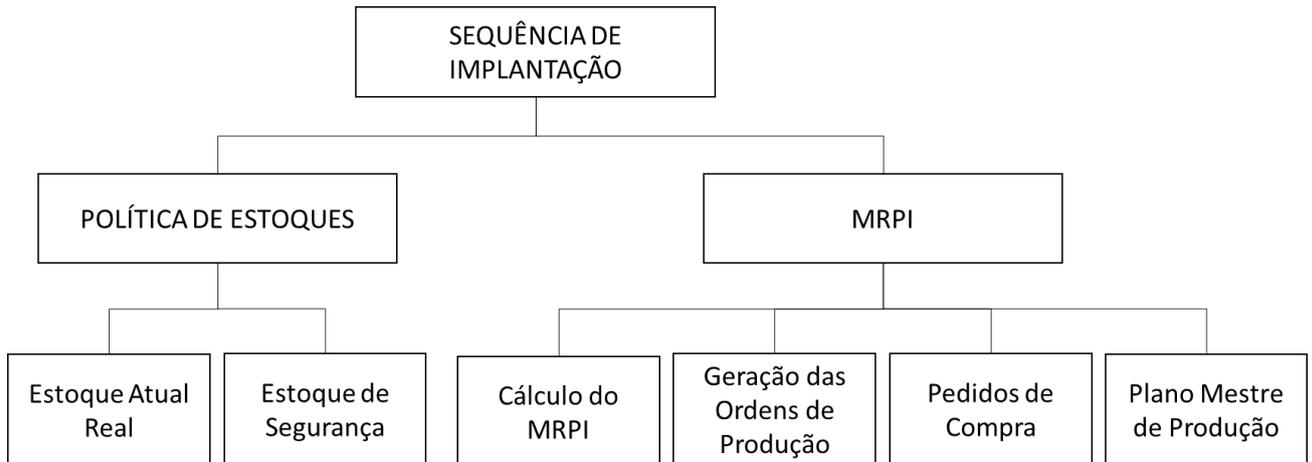
Fonte: De Oliveira e Belderrain (2008)

Para exemplificar a elaboração da árvore hierárquica utilizamos aqui duas das dimensões propostas por Oliveira e Silveira (2010) sendo, Política de Estoques e MRPI conforme visto na figura 6. O problema central é o Sequenciamento da Implantação, onde tem-se dois grupos ou critérios sendo Política de Estoques e MRPI, com seus subcritérios assim divididos:

- Política de Estoques
  - Estoque Atual Real
  - Estoque de Segurança
- MRPI
  - Cálculo do MRPI
  - Geração das Ordens de Produção
  - Pedidos de Compra
  - Plano Mestre de Produção

Após a construção da hierarquia do problema de decisão, é necessário o preenchimento das matrizes dominantes, por uma comparação par a par das alternativas de cada critério e os critérios de um determinado nível da hierarquia em relação ao critério do nível imediatamente superior.

Figura 6: Estrutura Hierárquica do problema de decisão



Fonte: O próprio autor

Essa comparação pode ser estabelecida pelo julgamento pareado das alternativas pelo tomador de decisão baseado na Escala Fundamental de Saaty, apresentado anteriormente no Quadro 7, da seção 3.

No exemplo proposto, o critério Política de Estoques é apresentado como fortemente mais importante que o critério MRPI na sequência de implantação. Segundo a escala fundamental de Saaty, o critério Política de Estoques foi julgado com importância grande ou essencial em relação ao critério MRPI, ou ainda 5 vezes mais importante. A Tabela 8 demonstra a matriz de comparação entre os critérios Política de Estoques e MRPI.

Tabela 8: Matriz de Comparação dos Critérios do Segundo Nível

<b>Matriz de Comparação dos Critérios do Segundo Nível</b>		
	Política de Estoques	MRPI
Política de Estoques	1	5
MRPI	1/5	1

Fonte: O próprio autor

Utilizando-se das fórmulas (1.1) e (1.2), é possível obter o vetor de prioridades dos critérios para o objetivo proposto, que é priorizar as funcionalidades do ERP.

$$W_i(C_j) = \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^m C_{ij}}, \quad j = 1, \dots, m \quad (1.1)$$

$$W(C_j) = \sum_{i=1}^m \varpi_i(C_j)/m, \quad j = 1, \dots, m \quad (1.2)$$

Sendo  $c_{ij}$  = valores da matriz, sendo  $i$  (linha) e  $j$  (coluna);

$m$  = número de alternativas de critérios de um mesmo nível;

$W_i(c_j)$  = Valor normalizado.

No exemplo, aplicando a fórmula (1.1) tem-se:

$$W_1(C_1) = \frac{C_{11}}{\sum_{i=1}^2 C_{i1}} = \frac{C_{11}}{C_{11} + C_{21}} = \frac{1,0}{1,0 + 1/5} = 0,8333$$

$$W_2(C_1) = \frac{C_{21}}{\sum_{i=1}^2 C_{i1}} = \frac{C_{21}}{C_{11} + C_{21}} = \frac{1/5}{1,0 + 1/5} = 0,1667$$

$$W_1(C_2) = \frac{C_{12}}{\sum_{i=1}^2 C_{i2}} = \frac{C_{11}}{C_{12} + C_{22}} = \frac{5,0}{5,0 + 1,0} = 0,8333$$

$$W_2(C_2) = \frac{C_{21}}{\sum_{i=1}^2 C_{i2}} = \frac{C_{22}}{C_{12} + C_{22}} = \frac{1,0}{5,0 + 1,0} = 0,1667$$

Assim, o vetor prioridade local pode ser obtido a partir da fórmula (1.2)

$$W(C_1) = \frac{(W_1(C_1) + W_1(C_2))}{2} = \frac{(0,8333 + 0,8333)}{2} = 0,8333$$

$$W(C_2) = \frac{(W_2(C_1) + W_2(C_2))}{2} = \frac{(0,1667 + 0,1667)}{2} = 0,1667$$

A partir das fórmulas (1.1) e (1.2) obteve-se que a Política de Estoques possui um peso de 0,83 e o MRPI 0,17 para o processo de implantação, segundo o julgamento do decisor (especialista). Em matrizes de julgamento com  $n=2$ , não é necessário efetuar o cálculo da inconsistência das respostas do decisor, pois o mesmo realiza um só julgamento.

Partindo do mesmo raciocínio e seguindo o exemplo, o decisor realiza agora o julgamento dos subcritérios de cada critério. Primeiramente, o julgamento dentro do critério Política de Estoques, baseado na Escala Fundamental de Saaty apresentada no quadro 7, o Estoque Atua Real foi considerado como entre igual e levemente mais importante que o Estoque de Segurança como pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9: Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Custos

<b>Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Custos</b>		
	Estoque Atua Real	Estoque de Segurança
Estoque Atua Real	1	2
Estoque de Segurança	1/2	1

Fonte: O próprio autor

Utilizando as fórmulas (1.1) e (1.2) obteve-se que o subcritério Estoque Atua Real possui um peso de 0,67 e o subcritério de Estoque de Segurança 0,33, segundo o julgamento do decisor.

Posteriormente, como pode ser observado na tabela 10, o especialista realiza os julgamentos dos subcritérios do critério MRPI. Baseado na Escala Fundamental de Saaty o especialista atribuiu que:

- O Cálculo do MRPI possui entre igual e pequena importância quando comparado com o critério Geração das Ordens de Produção, isto é, MRPI é 2 vezes mais importante que a Geração de Ordens de produção.
- O Cálculo do MRPI possui uma grande importância em relação ao Pedidos de Compra, isto é, o MRPI é 5 vezes mais importante que o subcritério Pedidos de Compra.
- O Cálculo do MRPI é levemente mais importante que o Plano Mestre de Produção, isto é, o MRPI é 3 vezes mais importante que o Plano Mestre de Produção.

- A Geração das Ordens de Produção é levemente mais importante que o critério Pedidos de Compra, isto é, a Geração das Ordens de Produção é 3 vezes mais importante que o critério Pedidos de Compra.
- A Geração das Ordens de Produção é levemente mais importante que o Plano Mestre de Produção, isto é, a Geração das Ordens de Produção é 3 vezes mais importante que o Plano Mestre de Produção.
- O critério Pedidos de Compra é entre igual e levemente mais importante que o Plano Mestre de Produção, isto é, o critério Pedidos de Compra é 2 vezes mais importante que o Plano Mestre de Produção.

Tabela 10: Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade

<b>Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade</b>				
	Cálculo do MRPI	Geração das Ordens de Produção	Pedidos de Compra	Plano Mestre de Produção
Cálculo do MRPI	1	2	5	3
Geração das Ordens de Produção	1/2	1	3	3
Pedidos de Compra	1/5	1/3	1	2
Plano Mestre de Produção	1/3	1/3	1/2	1

Fonte: O próprio autor

Aplicadas as fórmulas (1.1) e (1.2) em todos subcritérios do critério MRPI, obtém-se os seguintes resultados:

- Cálculo do MRPI: 0,4742
- Geração das Ordens de Produção: 0,2919
- Pedidos de Compra: 0,1292
- Plano Mestre de Produção: 0,1047

Para matrizes de ordem  $n > 2$ , é recomendado por Gomes (2004) o cálculo da Razão de Consistência (RC) dos julgamentos realizados pelo decisor, presente na fórmula (1.3):

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (1.3)$$

Onde: IC = é o Índice de Consistência

IR é o Índice Aleatório (conforme tabela 11)

O índice de consistência é obtido pela fórmula (1.4).

$$IC = \frac{(\lambda_{máx} - n)}{n - 1} \quad (1.4)$$

Onde:  $\lambda_{máx}$  auto vetor de  $C$

$n$  é o número de critérios

No entanto, para se calcular o  $IC$ , é preciso determinar o  $\lambda_{máx}$  por meio da fórmula (1.5).

$$\lambda_{máx} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_i \frac{[Cw]_i}{w_i} \quad (1.5)$$

Onde:  $n$  é o total de critérios

$w_i$  é o vetor de prioridades

$Cw$  é o vetor resultante entre a matriz de comparação dos critérios multiplicados pelo vetor de prioridades, ou seja,

$$Cw \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 & 3 \\ 1/2 & 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,4742 \\ 0,2919 \\ 0,1292 \\ 0,1047 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,0181 \\ 1,2307 \\ 0,5307 \\ 0,4247 \end{bmatrix}$$

Assim, aplicando-se a fórmula (1.5) obtém-se:

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{1}{4} \times \frac{[Cw_1 + Cw_2 + Cw_3 + Cw_4]}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{1}{4} \times \frac{(2,0181 + 1,2307 + 0,5307 + 0,4247)}{0,4742 + 0,2919 + 0,1292 + 0,1047}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 4,1590$$

Consequentemente,

$$IC = \frac{(4,1590 - 4)}{(4 - 1)} = 0,053$$

Por sua vez,  $IR$  é um índice aleatório, calculado para matrizes quadradas de ordem  $n$  pelo Laboratório Nacional de Oak Ridge, nos Estados Unidos. Alguns dos valores de  $IR$  são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Valores de consistência aleatória em função de ordem da matriz

$n$	2	3	4	5	6	7
$IR$	0,0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32

Fonte: Gomes, Araya e Carignano (2004, p.48)

Tendo como base a Tabela 11, para  $n=4$  (em que  $n$  é o número de elementos comparados) o índice aleatório  $IR$  é 0,90. Com esse valor calcula-se  $RC$  com a fórmula (1.3)

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

$$RC = \frac{0,053}{0,90}$$

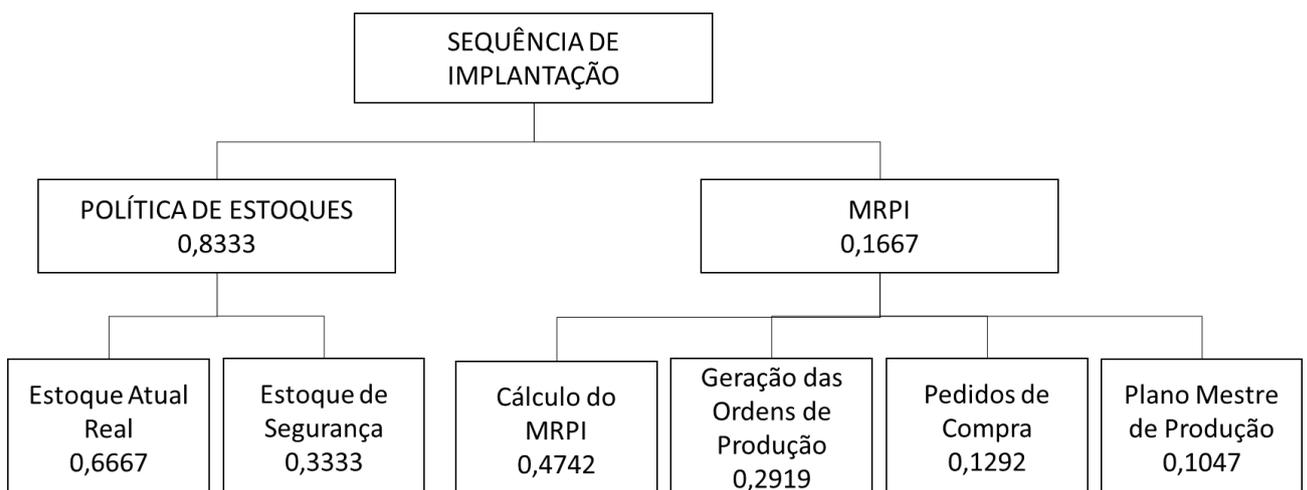
$$RC = 0,0589$$

A inconsistência dos julgamentos emitidos pelo decisor é aceitável, tendo em vista que está abaixo do limite aceitável proposto por Saaty (1990), que corresponde ao máximo 0,10. Para os autores, quanto maior o  $RC$  maior será a inconsistência dos julgamentos.

Nascimento (2010) afirma que inconsistências muito altas podem levar a decisões erradas. Para valores da Razão de Consistência maiores que 0,10 os autores sugerem uma revisão das matrizes de comparações e julgamentos.

Após o decisor realizar os julgamentos pelas comparações par a par dos critérios e alternativas que compõe a hierarquia do problema de decisão, os pesos atribuídos a cada critério e alternativas pelo método AHP são apresentados na Figura 7.

Figura 7: Resultados do exemplo prático utilizando o Método AHP



Fonte: O próprio autor

Mesmo com a ordem de prioridade de cada subcritério para cada critério já definida, é necessário obter os pesos finais da representatividade de cada alternativa. Para obter o peso

final, utiliza-se a equação (1.6), onde são multiplicados todos os pesos obtidos em cada passo e os resultados dos diferentes passos devem ser somados.

Portanto, para a sequência de implantação das funcionalidades, a pontuação final é obtida da seguinte forma:

$$f(A_j) = \sum_{i=1}^m \bar{w}(C_i) \times v_i(A_j), \quad j = 1, \dots, n \quad (1.6)$$

A tabela 12 apresenta o valor do vetor de prioridade para cada subcritério dentro do seu respectivo critério, o valor do vetor de prioridade de cada critério, e por fim o valor final do vetor de prioridade de cada subcritério obtido pela fórmula 1.6. O valor do vetor final representa o valor de cada subcritério já ponderado considerando o peso do critério ao qual pertence.

Tratando a prioridade de forma análoga para o caso estudado, o valor do vetor final de cada funcionalidade do ERP (subcritério) representa seu grau de importância já ponderado considerando o vetor da dimensão (critério) onde a funcionalidade está inserida.

Tabela 12: Pontuação Final das Funcionalidades

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Vetor do Subcritério</b>	<b>Vetor do Critério</b>	<b>Vetor Final</b>
MRPI	Calculo do MRP I	0,4742	0,1667	0,0790
	Geração de Ordens de Produção	0,2919	0,1667	0,0487
	Pedidos de Compra	0,1292	0,1667	0,0215
	Plano Mestre de Produção	0,1047	0,1667	0,0175
Política de estoques	Estoque Atual Real	0,6667	0,8333	0,5555
	Estoque de Segurança	0,3333	0,8333	0,2778

Fonte: O próprio autor

Com o exemplo apresentado nessa subseção foi possível entender a aplicação prática do AHP na priorização das funcionalidades do ERP em módulos da Gestão da Produção.

### **3.2 Uso do AHP em pesquisas relacionadas a ERP**

Nessa subseção são apresentados estudos relacionados à implantação e utilização de sistemas ERP com a utilização do método AHP.

Xu (2012) utilizou o método AHP para priorizar os fatores a serem considerados nos testes dos sistemas ERP. Segundo o autor o método AHP tornou a priorização dos fatores a serem avaliados nos testes dos sistemas ERP mais confiáveis, já que a escolha aleatória dos fatores a serem testados na utilização do ERP pode invalidar os testes, pois os mesmos devem refletir a operação da organização. O autor cita ainda que o método Delphi foi utilizado para a construção da árvore hierárquica, mas não divulgou detalhes da forma como utilizou o método.

Subramanian e Ramanathan (2012) citam em seu artigo *A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management* (Uma revisão das aplicações do método AHP em gestão de operações; em tradução livre) que o método AHP é utilizado nos processos de avaliação, seleção e análise dos fatores de riscos em projetos de implantação de sistemas ERP, além de desenhos para avaliações de performance.

Parthasarathy e Sharma (2014) utilizaram o método AHP para criar um modelo de decisão quanto à customização dos sistemas ERP durante o processo de implantação. O estudo realizado por Parthasarathy e Sharma (2014), com vinte e dois avaliadores selecionados pela técnica de grupos nominais, determinou os critérios módulo, tabela e programas, o impacto a ser sofrido pelo processo de customização sendo, sem alteração, alteração incremental ou alteração radical. Nos casos onde há alterações nos módulos o baixo valor de prioridade foi justificado pelos avaliadores que, quando o impacto da alteração no sistema é muito alto, o ideal é promover alterações nos processos.

Nessa seção foi apresentado o método AHP, seu funcionamento através de um exemplo prático e alguns estudos que utilizaram o método no contexto dos sistemas ERP. Na seção seguinte estão as informações sobre o método Delphi, que será utilizado nessa pesquisa em conjunto com o método AHP.

## 4 Método DELPHI

Esta seção apresenta o método Delphi, sua origem, conceitos e aplicação em estudos relacionados a sistemas ERP.

O método Delphi foi criado por Dalkey e Helmer na Rand Corporation no início da década de 1950 como um método para atingir a convergência de opiniões e conhecimento de um determinado assunto através de questionamentos feitos a especialistas em determinadas áreas temáticas. (LINSTONE e TUROFF, 1975; HSU e SANFORD, 2007; LINSTONE e TUROFF, 2011)

Linstone e Turoff (1975) apresentam dois pressupostos para a utilização do método Delphi. Em situações de incerteza, onde há informações incompletas e teorias inadequadas o conhecimento de especialistas pode ser utilizado com substituto para o conhecimento direto. O segundo pressuposto diz que em uma grande variedade de situações o julgamento de um grupo de especialistas é melhor que o julgamento de um especialista do grupo, isto é, “N” cabeças pensam melhor do que uma.

Akkermans *et al* (2003) afirmaram que o método Delphi pode ser bem utilizado na exploração e construção de teorias sobre questões complexas, interdisciplinares, muitas vezes envolvendo novas tendências.

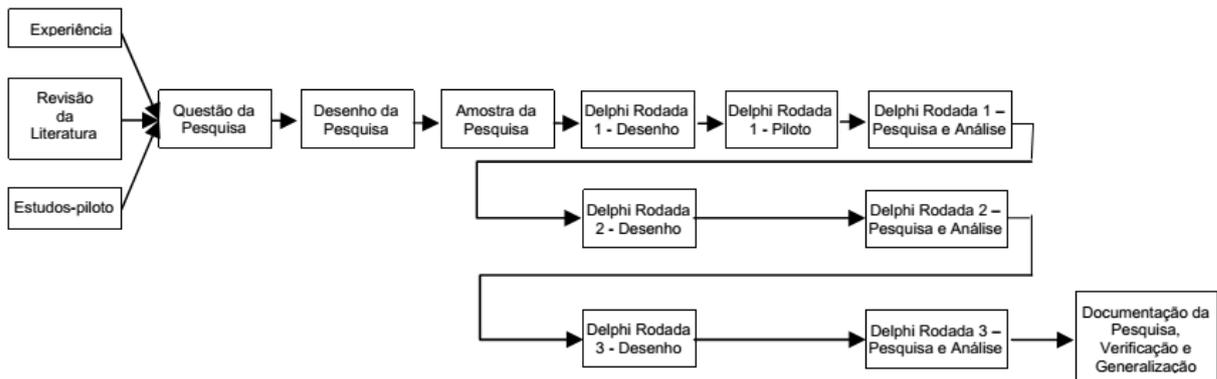
O método Delphi foi classificado por De Medeiros, Perez e Shimizu (2010) como uma abordagem de entrevista exploratória, sendo uma ferramenta qualitativa. Os autores citam ainda que o método Delphi vem sendo utilizado para avaliar os pontos fortes e fracos do planejamento de desenvolvimento dos Sistemas de Informação, bem como identificar e classificar os pontos chaves na administração desses sistemas.

Segundo Linstone e Turoff (1975) o método Delphi é classificado como uma ferramenta de previsão em função de sua aplicação massiva nessa área, porém já em 1975 os autores identificaram uma variedade de aplicação em áreas como:

- 1) Coleta de dados atuais e históricos não conhecidos com precisão;
- 2) Examinar o significado dos acontecimentos históricos;
- 3) Avaliar possíveis alocações orçamentárias;
- 4) Explorar as opções de planejamento urbano e regional;
- 5) Planejamento e desenvolvimento curricular em Campus Universitário;
- 6) Desenvolvimento da estrutura de um modelo qualquer;
- 7) Delineamento de prós e contras associados a potenciais opções políticas;

- 8) Desenvolvimento de relações causais no complexo econômico ou fenômenos sociais;
- 9) Distinguir e esclarecer as motivações humanas reais e percebidas;
- 10) Expor prioridades de valores pessoais, metas sociais.

Figura 8: Método Delphi em três rodadas



Fonte: Lima, Pinski e Ikeda (2008)

A Figura 8 apresenta uma aplicação do Delphi iniciada a partir de três principais pontos: a experiência do pesquisador ou da organização pesquisada, uma revisão da literatura realizada pelo pesquisador e estudos-piloto. Estes três pontos reunidos dão origem à questão da pesquisa, que fornecerá elementos para o desenho da pesquisa. Posteriormente, com o estudo delineado, é o momento de escolher a amostra a ser investigada, selecionando os indivíduos, que são os especialistas que farão parte da pesquisa (LIMA, PINSKI E IKEDA, 2008)

Lima, Pinski e Ikeda (2008) demonstram também que pode ser realizado um teste piloto com os participantes, o qual fornecerá subsídios para a primeira rodada do Delphi. Após a primeira rodada concluída, parte-se para o desenho e aplicação da segunda rodada e da segunda fase de pesquisa e análise. E da mesma forma segue a terceira etapa: desenho e aplicação da pesquisa. Por fim, os resultados e avaliações relacionadas a pesquisa realizada devem ser documentados.

Parente e Parente (2011) avaliaram a precisão das previsões em pesquisas utilizando o método Delphi e constataram que os diferentes tipos de experiência e diferentes perspectivas dos especialistas podem estar relacionadas a acurácia do método Delphi. Entretanto, no estudo realizado os autores constataram que o nível de concordância entre os participantes do grupo não estava significativamente correlacionado à acurácia dos cenários. Uma maior diversidade de experiências pode ser necessária para aumentar a precisão do estudo realizado.

Em sua pesquisa Parente e Parente (2011) apontam que existem inúmeras versões do método Delphi, porém a técnica envolve quatro características básicas:

- Consolidação da opinião de um grupo;
- Votação interativa entre rodadas com feedback;
- Anonimato de participação;
- Previsões estatísticas de probabilidade de ocorrência e tempo para cenários.

Parente e Parente (2011) afirmam ainda que a estrutura do processo de votação utilizada no método Delphi produz previsões mais precisas que as obtidas a partir de grupos não estruturados como sondagens de opinião ou grupos de foco.

Chang e Gable (2000) analisaram a utilização do método Delphi no contexto dos Sistemas de Informação, e citam que uma variação do método Delphi tem sido utilizada para identificar e determinar a relação de importância de questões chaves para a gestão dos sistemas de informação, educação e pesquisa. Os autores citam que o Delphi pode ser utilizado em duas rodadas, e de forma não anônima, sugerindo ainda a utilização de e-mail como ferramenta para a distribuição da pesquisa.

Não foram encontradas afirmações da quantidade exata de especialistas que devem participar de uma pesquisa, entretanto Worrell *et al* (2012) citam que a maioria dos trabalhos utilizam entre dez e trinta especialistas, afirmando ainda que um painel com quatro especialistas é apropriado quando os mesmos possuem profundo conhecimento no assunto estudado. Okoli e Pawlowski (2004) sugere ainda que sejam entrevistados entre dez e dezoito especialistas.

Originalmente o método Delphi foi criado para ser utilizado com três rodadas, ou três *Rounds* como encontrado nas literaturas em inglês. Linstone e Turoff (1975).

Lima, Pinski e Ikeda (2008) concluíram em sua pesquisa que a utilização do método Delphi em pesquisas acadêmicas possibilita a transformação da experiência dos especialistas em conhecimento formal.

Pode-se considerar aqui o conhecimento formal como conhecimento acadêmico ou conhecimento teórico registrados nos livros, artigos e trabalhos acadêmicos, e a experiência é o acúmulo de conhecimento adquirido pelos indivíduos durante sua passagem pelas organizações, onde vivenciam inúmeras formas de tomadas de decisões.

Worrell *et al* (2012) explorou o uso do método Delphi em pesquisas sobre o uso de Sistemas de Informação em contabilidade, respondendo algumas questões relacionadas à aplicação do método Delphi como a forma e critérios a serem utilizados na seleção dos especialistas, bem como a quantidade de especialistas que devem ser entrevistados.

A escolha dos especialistas segundo Worrell *et al* (2012) pode ser feita através da rede de contatos profissional do pesquisador, tendo os respondentes relacionamento direto ou indireto com o pesquisador. Worrell *et al* (2012) indicaram ainda que a escolha dos especialistas pode ser baseada em critérios objetivos ou subjetivos. Entre os critérios objetivos destacam-se o Título, Cargo e Afiliação Organizacional. O único critério subjetivo indicado pelos autores é a Referência Triangular, quando um especialista recomenda outro por conhecer sua qualificação para a atividade.

Conforme indicado no método Delphi, a segunda e terceira rodadas pesquisa deve ser realizada com as respostas da primeira rodada abertas de forma anônima para todos os especialistas.

A obra de Linstone e Turoff (1975) sintetizou o conhecimento da técnica em pesquisas acadêmicas até o ano de 1975. A avaliação demonstra o que foi chamado pelos autores de oito armadilhas do método Delphi. São elas:

- 1) Descontar o futuro
- 2) O impulso da previsão
- 3) O impulso da Simplificação
- 4) Experiência ilusória
- 5) Execução descuidada
- 6) Viés pessimista ou Otimista
- 7) Exagero
- 8) Engano / Fraude

Landeta, Barrutia e Lertxundi (2011) propuseram a utilização do método Delphi de forma híbrida com as técnicas de Grupos de Foco e uma variação de Grupos Nominais. Na fase de aplicação dos questionários Landeta, Barrutia e Lertxundi (2011) utilizaram o método Delphi com duas rodadas de aplicação do questionário. O objetivo da pesquisa de Landeta, Barrutia e Lertxundi (2011) foi demonstrar a aplicação do método Delphi na obtenção da opinião de especialistas que são profissionais em suas respectivas áreas de atividade. A utilização do modelo com duas rodadas do questionário foi aplicada em três diferentes estudos realizados em três diferentes organizações, privadas e públicas. Os autores afirmam em suas conclusões que a aplicação do método Delphi com apenas duas rodadas se mostrou satisfatória.

Apresentados os conceitos do método Delphi seguem alguns exemplos de trabalhos que utilizaram o método em pesquisas relacionadas a sistemas ERP.

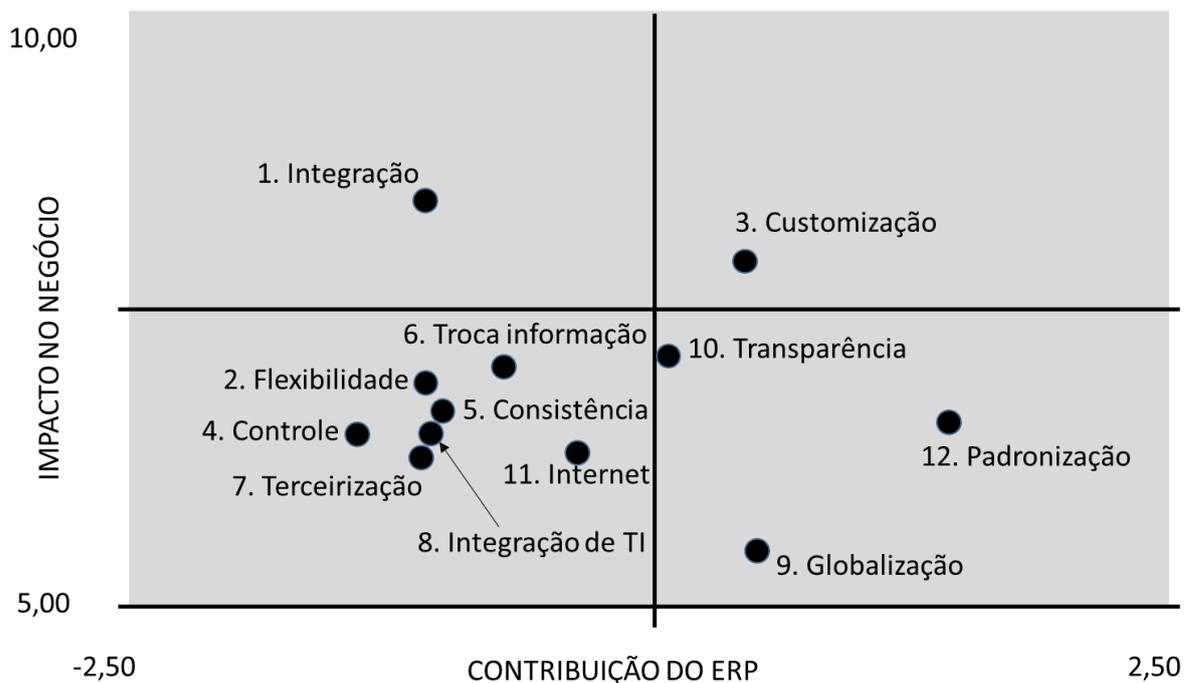
#### 4.1 Utilização do Método Delphi em estudos sobre sistemas ERP

As pesquisas apresentadas a seguir utilizaram o método Delphi para estudar a implantação de sistemas ERP e a gestão através dos mesmos.

Akkermans *et al* (2003) utilizaram o método Delphi para prever os impactos do ERP na gestão da cadeia de suprimentos. A pesquisa conduzida com vinte e três especialistas identificou vinte e duas tendências dos principais sistemas ERP na cadeia de suprimentos. Em seguida o grupo realizou uma votação para agrupar as similares e eliminar as não relevantes, restando doze principais tendências em um painel com as dimensões, “Impacto no Negócio” e “Contribuição do ERP”. Por último o grupo de especialistas entrevistados por Akkermans *et al* (2003) classificou cada uma das tendências identificadas nas duas dimensões definidas, a contribuição do ERP e o impacto no negócio. A figura 9 apresenta a plotagem dos resultados obtidos no consenso entre os vinte e três especialistas consultados.

Para estabelecer uma escala de prioridades das doze tendências, Akkermans *et al* (2003) utilizaram a priorização direta através de votação com todos os participantes, encontrando o percentual de votos para cada item.

Figura 9: Contribuição do ERP e Impacto no negócio



Fonte: Akkermans *et al* (2003).

De Medeiros, Perez e Shimizu (2010) utilizaram o método Delphi com duas rodadas para classificar os critérios para a seleção de um sistema ERP, consultando especialistas em seleção de sistemas ERP. Os critérios para seleção de sistemas ERP identificados na literatura foram classificados por cada especialista como extrema, alta, baixa ou nenhuma importância na primeira rodada. Na segunda rodada os especialistas foram questionados se manteriam sua resposta ou se fariam alguma alteração, além de indicar se cada critério deveria ser mantido ou omitido. Em suas considerações finais os autores citam que o resultado do estudo foi satisfatório com a aplicação de duas rodadas do método Delphi, além de sugerir a utilização do método AHP para a priorização dos critérios classificados através do Delphi em seu estudo.

Nota-se que na maioria dos casos são utilizadas variações ou partes do método Delphi, e não o método na sua forma pura, como criado por Dalkey e Helmer.

Em muitos casos o método Delphi é utilizado como método coadjuvante com outros métodos, como no caso do método AHP, apresentados na subseção seguinte.

#### **4.2 Utilização do Método AHP em conjunto com o método Delphi**

Identificou-se na literatura uma série de pesquisas que utilizaram a fusão entre os métodos Delphi e o AHP.

Subramanian e Ramanathan (2012) em seu artigo *A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management* realizaram uma avaliação de duzentos e noventa e um artigos científicos que utilizaram o método AHP e identificaram que uma grande quantidade desses artigos utilizou outro método associado ao AHP, entre eles o método Delphi.

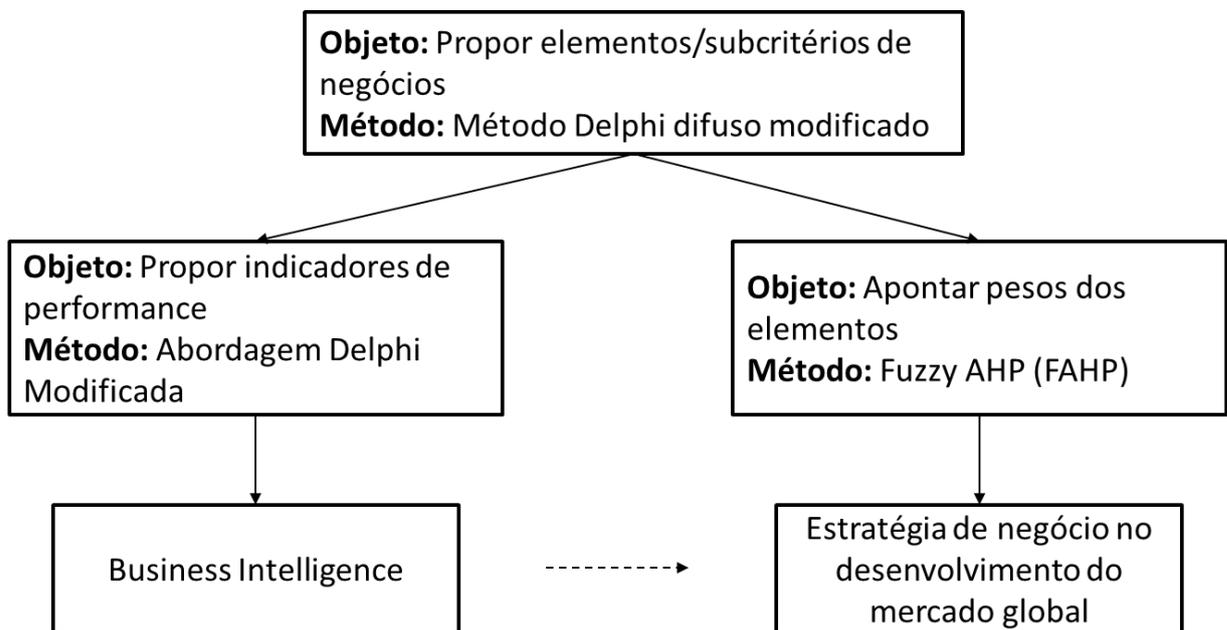
Keil *et al* (2013) estudaram as habilidades dos gerentes de projetos de TI (Tecnologia da Informação) através do método Delphi inicialmente com duas rodadas de entrevistas semiestruturadas. Os autores perceberam um grau fraco de consenso entre os entrevistados na primeira rodada. Após a segunda rodada, onde as respostas da primeira rodada e as razões apresentadas pelos especialistas para a sua escolha foram abertas aos participantes da pesquisa, o grau de consenso teve um sensível aumento, porém ainda não se mostrou satisfatório. Uma terceira rodada foi então realizada buscando melhorar o grau de consenso entre os especialistas, o que ocorreu segundo os autores elevando o grau de consenso entre os especialistas para moderado. Para avaliar o grau de consenso Keil *et al* (2013) utilizaram a escala W de Kendall, mas não descreveram-na em seu artigo. Okoli e Pawlowski (2004) sugerem que o grau ideal de consenso quando medido através da escala W de Kendall, que possui uma faixa de 0 até 1, seja

igual ou maior que 0,7. Entretanto os autores não apresentam a estrutura de cálculo utilizada para identificar o fator W de Kendall em sua pesquisa.

Chen e Wang (2010) utilizaram uma fusão dos métodos Delphi e AHP para construir um modelo de desenvolvimento de Business Intelligence em empresas de serviços de informação. O resultado de sua pesquisa foi a criação de um método para o desenvolvimento de análises de negócios com os indicadores classificados por área de interesse na organização.

No modelo apresentado por Chen e Wang (2010) para o desenvolvimento de BI (*Business Intelligence*) para empresas de Serviços de Informação, o método Delphi foi utilizado para identificar possíveis indicadores a serem desenvolvidos, enquanto o AHP foi utilizado para priorizar os indicadores propostos. A figura 10 demonstra como os autores aplicaram cada um dos métodos em sua pesquisa de forma estruturada, utilizando o método Delphi para propor os elementos e subcritérios de negócios, bem com os indicadores, que foram priorizados através do método AHP.

Figura 10: Arquitetura de pesquisa através do Delphi-AHP híbrido



Fonte: Chen e Wang (2010)

Baseado na proposta de Chen e Wang pode-se utilizar o método Delphi para reforçar e/ou identificar as funcionalidades do ERP no processo em estudo, além das funcionalidades identificadas na literatura, para que as mesmas então sejam hierarquizadas através do AHP.

## 5 Metodologia

Baseado nas observações de Turrioni e Mello (2012) esta pesquisa tem natureza aplicada, pois o método pode ser utilizado na prática para planejar a implantação das funcionalidades do ERP nas organizações.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória em função do conjunto entre levantamento bibliográfico, entrevistas com os especialistas no objeto estudado, além da aplicação do modelo com as devidas análises dos resultados obtidos (TURRIONI e MELLO, 2012).

No contexto de modelagem apontado por Morabito Neto e Pureza (2012) essa pesquisa se propõe a sistematizar um processo de tomada de decisão, que é definir a sequência de implantação das funcionalidades de um ERP com a aplicação prática no processo de gestão da produção.

Para essa pesquisa foi utilizada uma fusão de dois métodos de pesquisa. O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) foi utilizado para identificar a hierarquia das funcionalidades do ERP por grau de importância na Gestão da Produção. O método Delphi foi utilizado para selecionar os especialistas que responderam a pesquisa e para comparar a variação entre duas abordagens com o mesmo questionário e com os mesmos especialistas. O método Delphi foi utilizado ainda para obter dos especialistas um conjunto de razões pelas quais as funcionalidades devem ser implantadas antes de outras.

Para priorizar as funcionalidades do ERP optou-se pelo método AHP em função de sua análise par a par, de forma que o entrevistado seja obrigado a definir o nível de importância entre duas funcionalidades, decidindo qual deve ser implantada primeiro.

Martins, Mello e Turrioni (2014) recomendam a entrevista semiestruturada como um instrumento de coleta de dados na modelagem e simulação. Essa pesquisa utilizou uma entrevista semiestruturada conforme padrão descrito por Martins, Mello e Turrioni (2014), utilizando a hierárquica elaborada no *software Superdecisions*. Como complemento à árvore hierárquica, um questionamento com maior liberdade foi feito para captar do especialista seu ponto de vista a respeito do assunto estudado e a razão da decisão apresentada.

O *software Superdecisions*, desenvolvido pela *Creative Decisions Foundation*®, é um *software* livre e está disponível na página <http://www.superdecisions.com/>, onde encontra-se também o manual de utilização do mesmo.

Nesse contexto, o método AHP torna a abordagem inicial quantitativa, e o método Delphi oferece a base qualitativa com a busca da justificativa dos especialistas para os resultados obtidos.

O método Delphi foi utilizado na pesquisa para avaliar as tendências dos especialistas quando tomam conhecimento das respostas de outros especialistas, identificando as razões pela qual os mesmos alteraram ou mantiveram suas respostas. As duas rodadas de aplicação do questionário foram realizadas com os seis especialistas selecionados.

A escolha do método Delphi para comparar duas rodadas da pesquisa apoia-se na afirmação de Linstone e Turoff (1975) em que o Delphi deve ser empregado quando o problema não se presta a técnicas analíticas precisas, mas estão sujeitos ao julgamento de uma base coletiva.

O método Delphi confere uma característica de abordagem qualitativa para a pesquisa, quando utilizado para entender junto ao especialista as razões de suas escolhas na priorização das funcionalidades do ERP.

Martins (2012) afirma que a abordagem qualitativa tende a ser menos estruturada para captar as perspectivas e as interpretações dos indivíduos pesquisados, que no contexto dessa pesquisa são especialistas no assunto estudado.

Conforme indicado no método Delphi, a segunda rodada da pesquisa deve ser realizada com as repostas da primeira rodada abertas de forma anônima para todos os especialistas, e a terceira com as respostas da rodada anterior (LINSTONE e TUROFF, 1975).

Originalmente o método Delphi foi criado para ser utilizado com três rodadas, ou três *Rounds* como encontrado na literatura em inglês, mas diversos trabalhos pesquisados utilizaram satisfatoriamente apenas duas rodadas.

Morabito Neto e Pureza (2012) cita que na modelagem/simulação o pesquisador manipula variáveis, o que caracteriza uma abstração da realidade.

A pesquisa operacional pode ser aplicada quando os modelos estudados possam ser validados e seus resultados testados na prática, possibilitando a obtenção de feedbacks sobre o modelo utilizado. (MORABITO NETO; PUREZA, 2012).

Em consonância com as características da pesquisa qualitativa apresentada por Bryman (1989) apud Martins (2012), pode-se fazer a seguinte analogia com os métodos selecionados.

- Ênfase na interpretação dos indivíduos: A entrevista do método Delphi valoriza a experiência e conhecimento dos especialistas no assunto.

- Delineamento do contexto do ambiente da pesquisa: Foco na área de gestão da produção e base de funcionalidades identificadas na literatura.
- Abordagem não muito estruturada: Liberdade para os especialistas justificarem sua linha de pensamento dando suporte às respostas apresentadas.
- Múltiplas fontes de evidências: Seleção intencional de especialistas que atuam como fornecedores e como clientes no processo de implantação dos sistemas ERP na gestão da produção.
- Importância da concepção da realidade organizacional: Seleção intencional de especialistas que atuam em organizações de diferentes tamanhos e segmentos de atuação, com a restrição de ser voltada à manufatura.
- Proximidade com o fenômeno estudado: Além da entrevista com os especialistas em visitas às suas organizações, o autor desta pesquisa tem atuado como consultor no mapeamento, desenvolvimento, implantação, e manutenção de sistemas ERP nas áreas de Gestão da Produção, Gestão da Qualidade e Gestão de Custos nos últimos dez anos.

### 5.1 Procedimentos Operacionais

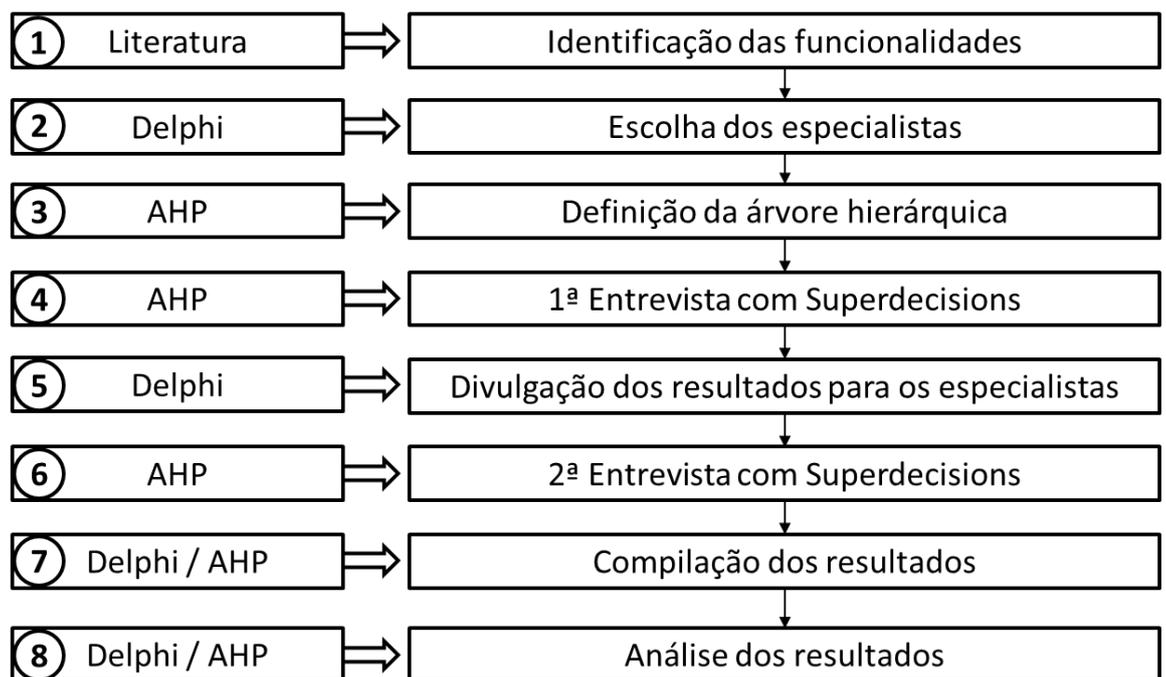
As etapas para realização da pesquisa proposta estão assim divididas:

- 1) Definição da Técnica de Coleta de Dados: Identificação das funcionalidades do ERP e criação da árvore hierárquica e do modelo para entrevista no *software Superdecisions*.
- 2) Definição e caracterização da População e Amostra: Escolha dos seis especialistas respondentes da pesquisa.
- 3) Primeira rodada da aplicação do questionário com as questões relacionadas às atividades do ERP e suas prioridades gerado com base na árvore hierárquica montada no *software Superdecisions* para aplicação do método AHP.
- 4) Compilação dos dados com auxílio dos *softwares Superdecisions* e Excel.
- 5) Divulgação para os especialistas com os resultados da primeira rodada no modelo apresentado no Apêndice A.
- 6) Segunda rodada da aplicação do questionário sendo esta uma repetição da terceira etapa.

- 7) Compilação dos dados da segunda rodada com auxílio dos *softwares Superdecisions* e Excel para cálculo da média geométrica de todos os respondentes.
- 8) Análise descritiva dos dados comparando os resultados das duas rodadas e suas variações.
- 9) Análise das inconsistências das matrizes de comparações.
- 10) Análise do coeficiente de concordância de Kendall entre os julgamentos dos especialistas.
- 11) Elaboração das considerações finais.

A figura 11 apresenta de forma sintética as etapas da pesquisa relacionada ao método utilizado para sua realização.

Figura 11: Arquitetura de pesquisa através do Delphi-AHP híbrido



Fonte: O próprio autor

O modelo para a coleta de dados foi testado previamente com dois especialistas que participaram da pesquisa para validação do modelo. Foi realizada uma rodada do questionário para hierarquização com o *Superdecisions* para validar o método. Os mesmos deram contribuições importantes sobre a condução do questionário para evitar tendência e/ou confusão por parte do respondente.

Entre as sugestões citadas pelos entrevistados destacam-se:

- Deve ficar claro para cada decisor que o grau de importância no AHP é o quanto se julga que deve vir primeiro em cada comparação.
- Montar modelo com *cluster* filho da funcionalidade “Programação de Produção” contendo as funcionalidades “Gráfico Gantt e “Reprogramação a partir da alteração de pedidos de venda”.
- Transcrever os comentários relevantes de cada entrevistado para agregar o conhecimento ao texto.
- Listar os especialistas (sem o nome) com seu conhecimento, experiência, títulos e/ou cargos.

A adequação da distribuição das funcionalidades do ERP entre os grupos para possibilitar a utilização do AHP, foi aceita como válida pelos especialistas que avaliaram a árvore hierárquica gerada no *Superdecisions* e o agrupamento feito por Oliveira e Silveira (2010) com base na literatura. Inicialmente não havia funcionalidades com restrição direta para outras, porém um especialista em ERP entrevistado apontou que as funcionalidades de “Reprogramação da produção com base em alteração de pedidos de vendas” e “Gráfico de Gantt” não podem ser implantadas sem que antes haja uma programação de produção dentro do ERP. As demais atividades continuam sendo consideradas como possíveis de serem realizadas em recurso paralelo ao ERP.

Com relação à aplicação dos questionários foi possível perceber que deve haver um cuidado, tanto por parte do entrevistador, quanto do entrevistado com relação à tendência do especialista no momento de suas respostas. Os dois participantes da validação do método tinham diferentes perfis.

O primeiro entrevistado possui conhecimento avançado do método AHP e conhecimento mediano em ERP na gestão da produção. Suas respostas apresentaram nível de inconsistência abaixo de 0,1 em todos os grupos (*Clusters*). Quando questionado o mesmo afirmou que durante as respostas ficava atendo ao índice de inconsistência, revisando imediatamente sua resposta.

O segundo entrevistado é acadêmico em curso de mestrado em engenharia de produção, mas possui conhecimento básico no método AHP e profundo conhecimento em ERP na gestão da produção, com experiência em consultoria de implantação e gestão da produção como gerente operacional em empresa multinacional. Em entrevista esse especialista afirmou que sua preocupação durante as respostas era de priorizar o que realmente deve ser implantado primeiro

na sua opinião, mesmo que o nível de inconsistência ficasse entre 0,1 e 0,2. O mesmo revisou suas repostas somente quando o índice de inconsistência ficou maior que 0,2.

Essa percepção confirma a necessidade de deixar claro para o entrevistado que o nível de importância de cada funcionalidade no contexto dessa pesquisa é determinar, ou julgar o que deve ser implantado primeiro, que pode ser em função do custo, adaptação da cultura organizacional, facilidade de uso, simplicidade ou complexidade de aplicação do conceito, ou qualquer outra razão que ainda possa ser apontada pelos especialistas durante o processo de coleta de dados. Esse cuidado deve-se à tendência, apontada por um dos especialistas na entrevista teste, que o respondente tem em balizar sua resposta na importância e/ou relevância que cada funcionalidade do ERP para a organização depois de implantada e em utilização estável, quando o foco dessa entrevista é somente o processo de implantação do sistema de gestão.

A coleta dos dados foi realizada em entrevistas presenciais nos casos onde foi possível, preferencialmente nas dependências da organização a qual pertence o especialista entrevistado.

Nos casos onde não foi possível realizar a entrevista presencialmente, a mesma foi realizada através de videoconferência, utilizando o recurso de compartilhamento de tela para que o entrevistado acompanhasse o andamento das respostas como ocorre na entrevista presencial.

Os comentários relacionados à linha de pensamento adotada pelo especialista no momento de apontar suas decisões foram transcritos com o objetivo de formalizar o conhecimento.

O questionário utilizado na entrevista foi o próprio questionário gerado pelo *software Superdecisions*, com as respostas inseridas diretamente no mesmo conforme apresentado na seção 5.2.

Quanto ao número de especialistas a ser entrevistado, inicialmente foram mapeados quinze especialistas, porém para o painel final foram selecionados os 6 mais experientes. Quanto ao cronograma de aplicação das entrevistas, as mesmas ocorreram em um período de dez dias para primeira rodada. Em seguida foram necessários dez dias para a compilação dos dados e divulgação anônima para todos os especialistas, com mais dez dias para a realização da segunda rodada. Após a segunda rodada foram compilados os dados e descritas as seções de resultados e conclusão dessa pesquisa.

Para efeito de observação e avaliação por parte do leitor, quanto ao universo dos especialistas entrevistados um breve currículo do mesmo foi apresentado com os seguintes dados:

- Identificação: Todos foram identificados como Especialista “X”, sendo X um número sequencial para manter o anonimato previsto pelo método Delphi.
- Relacionamento acadêmico: Formação concluída ou em andamento.
- Relacionamento organizacional: Cargo atual e outras experiências relacionadas ao contexto da pesquisa.

## **5.2 Árvore hierárquica e questionário no Superdecisions**

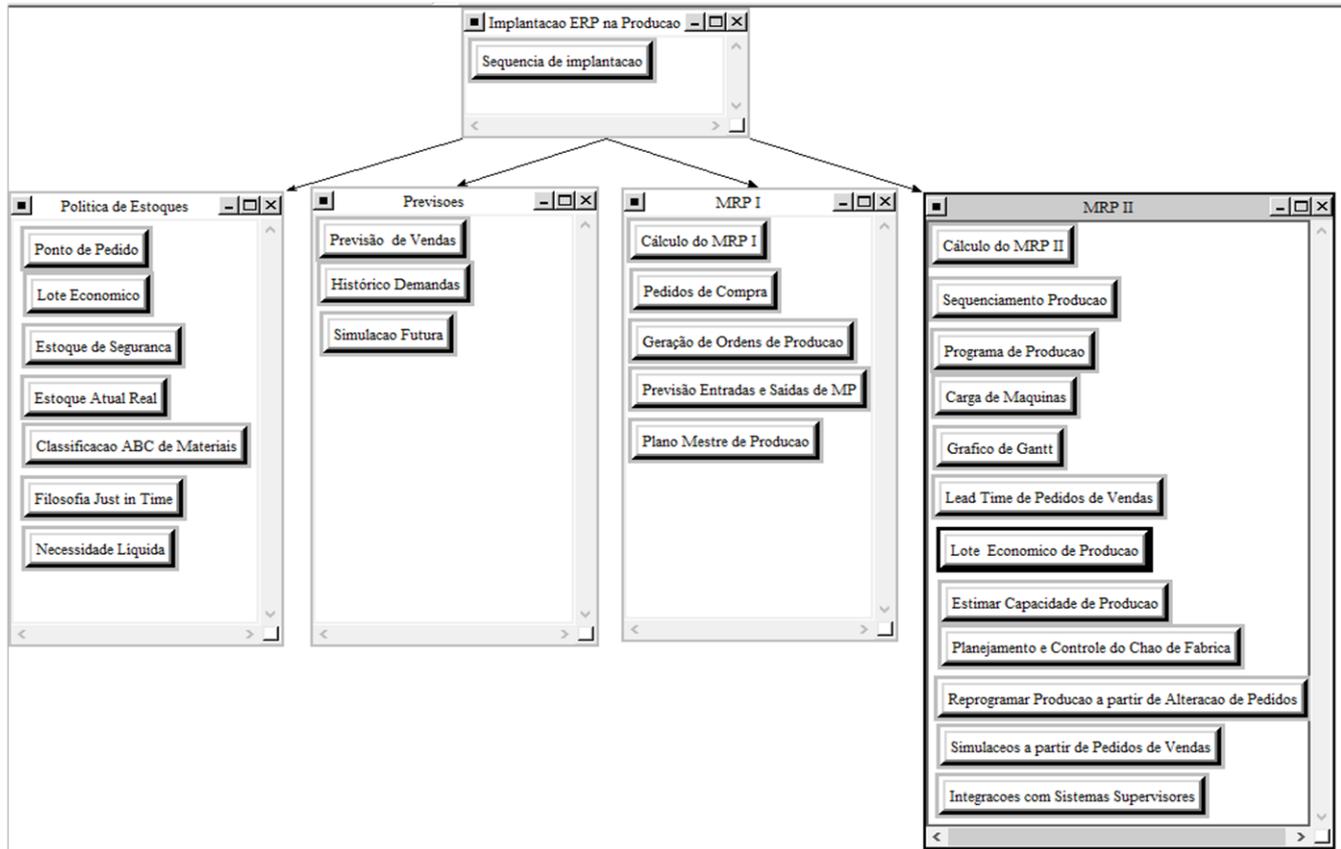
Nesse estudo foi utilizado como base o conjunto de funcionalidades do ERP para a Gestão da Produção identificados na literatura por Oliveira e Silveira (2010), apresentados na seção 2.2, quadros 3 a 6. A árvore hierárquica foi construída com base nessas funcionalidades.

Conforme apresentado por De Oliveira e Belderrain (2008) a definição do problema de decisão é o estudo do problema em detalhes com foco em identificar o objetivo, os critérios e subcritérios.

Nesse contexto o objetivo central da pesquisa é identificar a melhor sequência de implantação do ERP na gestão da produção. As dimensões apresentadas por Oliveira e Silveira, 2010 foram definidas como sendo os critérios a serem priorizados, e as funcionalidades, ou atividades foram definidas como subcritérios.

A figura 12 apresenta a primeira árvore gerada no *software* Superdecisions. Para a construção dessa primeira árvore de decisões foram criados os quatro critérios que representam as dimensões identificadas por Oliveira e Silveira (2010). Em seguida as funcionalidades que compõe cada uma dessas dimensões foram inseridas como subcritérios das mesmas.

Figura 12: Árvore hierárquica elaborada no *software Superdecisions*.



Fonte: O próprio autor

Segundo Nascimento (2010) um aspecto importante do AHP é que o número de elementos em cada nível hierárquico deve ser de sete mais ou menos dois ( $7 \pm 2$ ) com base da afirmação do psicólogo George Miller (1956) que mostrou que este é o limite superior da capacidade humana de processar informações e comparar elementos com acurácia.

Nessa pesquisa foram mantidos no máximo seis elementos em cada nível, pois em um teste piloto com sete elementos o processo foi classificado como muito cansativo pelo especialista entrevistado. Nos testes de julgamento com seis elementos o processo foi classificado como menos cansativo para o entrevistado.

Para adequação do estudo ao modelo, algumas funcionalidades (subcritérios) foram reclassificadas entre grupos (critérios) ou redistribuídas em outros grupos para balancear o peso dos grupos na árvore hierárquica do AHP e para reduzir o número de funcionalidades do grupo MRP II que possui mais de sete funcionalidades, o que não é recomendável em um só grupo.

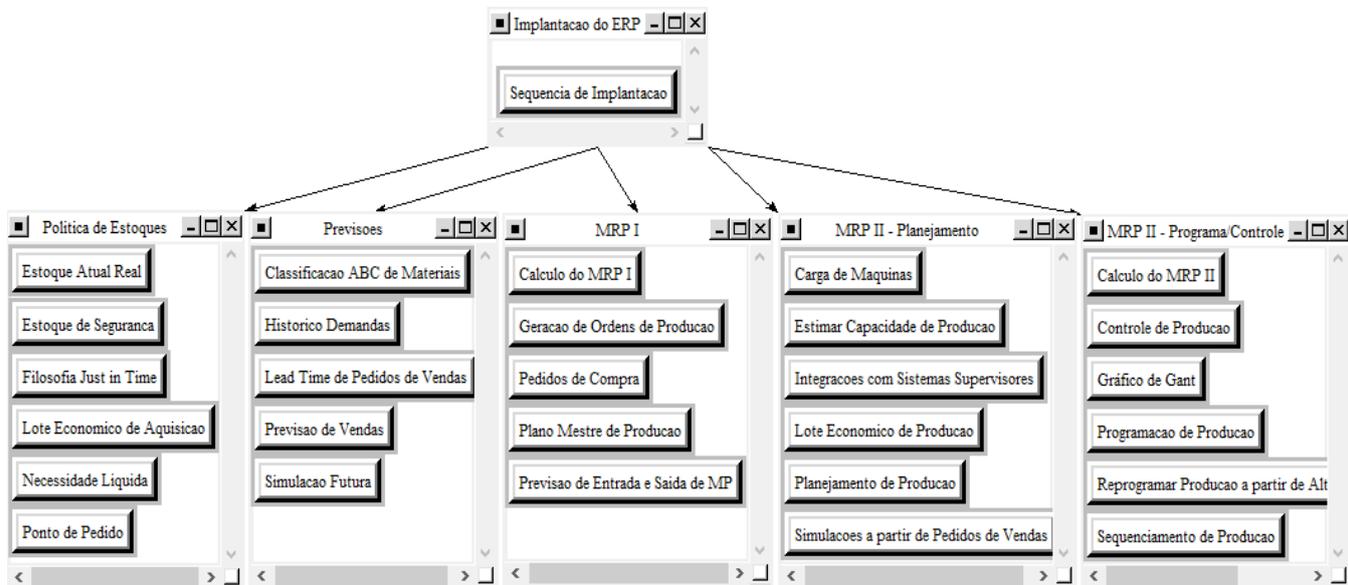
Inicialmente as funcionalidades não foram consideradas restritivas ou encadeadas, partindo do princípio que qualquer atividade pode ser realizada dentro do ERP ou fora dele de modo paralelo, com integrações ou redundância de informações.

A seguir estão as adequações realizadas utilizando como ponto de partida os quadros 3 a 6 obtidos na pesquisa de Oliveira e Silveira (2010) e apresentados na seção 2.2.

- O grupo de funcionalidade MRP II foi subdividido em MRP II Planejamento e MRP II programação e controle, pois não é recomendável que haja mais de sete critérios em cada *cluster* do AHP.
- Por recomendação dos especialistas entrevistados a funcionalidade “Planejamento e Controle do Chão de Fábrica”, foi dividida em duas funcionalidades distintas sendo “Planejamento de Produção” e “Controle de Produção”.
- A funcionalidade de “Lote Econômico” em “Política de Estoques”, foi alterada para “Lote Econômico de Aquisição” com base no texto de Oliveira e Silveira (2010), para evitar conflito com a Funcionalidade de “Lote Econômico de Produção”.
- A funcionalidade de “Lead Time de Pedidos de Vendas” foi reclassificada do grupo MRP II para o grupo de Previsões.
- A funcionalidade “Classificação ABC de Materiais” foi reclassificada do grupo “Política de Estoques” para o grupo “Previsões”.

A figura 13 apresenta a árvore hierárquica depois da aplicação dessas adequações.

Figura 13: Árvore hierárquica elaborada no *software Superdecisions*.

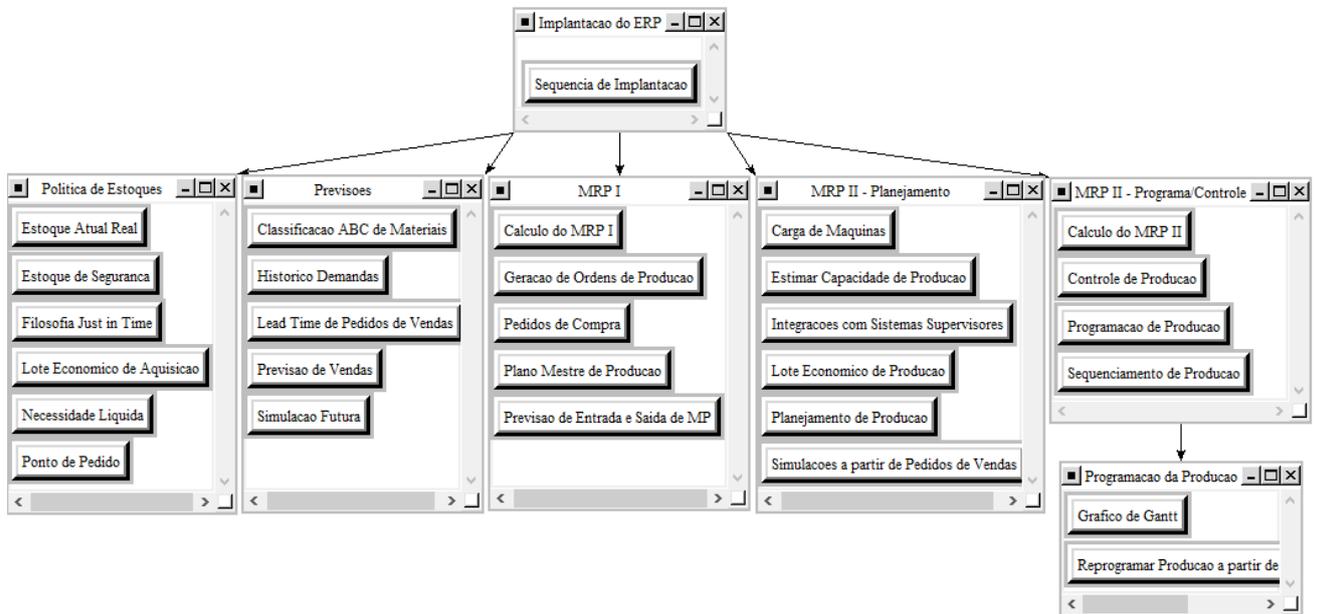


Fonte: O próprio autor

A figura 14 demonstra a árvore hierárquica elaborada no *software Superdecisions*, depois da realocação das funcionalidades “Gráfico Gantt e “Reprogramação a partir da

alteração de pedidos de venda” como restritivas à funcionalidade “Programação de Produção”. Esta foi a árvore hierárquica utilizada nessa pesquisa.

Figura 14: Árvore hierárquica elaborada no *software Superdecisions*.



Fonte: O próprio autor

Com base na árvore hierárquica o *software Superdecisions* constrói uma comparação par a par com todas as atividades do ERP classificadas em cada subgrupo, bem como uma comparação entre os subgrupos.

Os questionários são gerados no padrão definido pelo método AHP diretamente no *software Superdecisions* e aplicados ao especialista com o auxílio do mesmo. A pergunta a cada comparação feita ao entrevistado é:

- A funcionalidade A é prioritária em relação a funcionalidade B para a implantação ou a funcionalidade B é prioritária em relação a funcionalidade A? Quantas vezes mais importante ou prioritária?

No momento em que o especialista está respondendo cada comparação nos questionários, o mesmo pode comentar a razão de cada decisão. Os comentários foram compilados e divulgados para todos os especialistas para que sirvam de base na formação do consenso.

Além dos questionários de comparações para hierarquização das funcionalidades, o especialista pode contribuir respondendo a seguinte questão:

- Você, como especialista, tem algo a acrescentar à pesquisa e ao método aplicado?

O objetivo dessa questão é coletar com os especialistas entrevistado conhecimento para melhorar o instrumento de sequenciamento de implantação do ERP.

A figura 15 apresenta o questionário de comparação par a par para as funcionalidades do grupo de Política de Estoques.

Os questionários são gerados diretamente pelo *software Superdecisions* com base na árvore hierárquica apresentada anteriormente na figura 14.

Figura 15: Comparações par a par do AHP no *software Superdecisions* para o grupo Política de Estoques

The screenshot displays the 'Comparisons for Super Decisions Main Window: Modelo\_Pesquisa\_150531.sdmod'. It is divided into three main sections:

- 1. Choose:** Includes 'Node Cluster' and 'Choose Node' (Sequencia de l~) and 'Choose Cluster' (Politica de Es~) buttons.
- 2. Node comparisons with respect to Sequencia de Implant~:** Shows a list of 15 items for comparison. Each item has a grid for pairwise comparison (values 1-9) and a 'No comp.' status. The text above the grid reads: 'Comparisons wrt "Sequencia de Implantacao" node in "Politica de Estoques" cluster. Necessidade Liquida is equally to moderately more important than Ponto de Pedido'.
- 3. Results:** Shows 'Inconsistency: 0.07085' and a table of priority weights:
 

Estoque A~	0.43415
Estoque d~	0.23709
Filosofia~	0.04981
Lote Econ~	0.13313
Necessida~	0.08108
Ponto de ~	0.06474

Fonte: O próprio autor

A figura 16 apresenta o questionário de comparação par a par para as funcionalidades do grupo de Previsões. Durante as entrevistas as respostas são registradas diretamente no *software*, no questionário de comparação par a par.

Figura 16: Comparações par a par do AHP no *software Superdecisions* para o grupo Previsões

Comparisons for Super Decisions Main Window: Modelo\_Pesquisa\_150531.sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

Sequencia de Implantacao

Cluster: Implantacao do ~

Choose Cluster

Previsoes

Restore

2. Node comparisons with respect to Sequencia de Implantacao

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Sequencia de Implantacao" node in "Previsoes" cluster

Historico Demandas is moderately to strongly more important than Classificacao ABC de Mat

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
1. Classificacao A~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	>=9.5	No comp.	Historico Deman~							
2. Classificacao A~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Lead Time de Pe~
3. Classificacao A~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Previsao de Ven~
4. Classificacao A~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Simulacao Futur~
5. Historico Deman~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Lead Time de Pe~
6. Historico Deman~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Previsao de Ven~
7. Historico Deman~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Simulacao Futur~
8. Lead Time de Pe~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Previsao de Ven~
9. Lead Time de Pe~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Simulacao Futur~
10. Previsao de Ven~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Simulacao Futur~

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.06464

Classificac~	0.05361
Historico~	0.39319
Lead Time~	0.10768
Previsao ~	0.31647
Simulacao~	0.12906

Completed Comparison

Copy to clipboard

Fonte: O próprio autor

A figura 17 apresenta o questionário de comparação par a par para as funcionalidades do grupo MRP I. No canto superior esquerdo de cada questionário estão os vetores de prioridades de cada subcritério (funcionalidade) calculado em tempo real conforme as respostas são registradas no *software*. As fórmulas 1.1 e 1.2, que são utilizadas para a realização dos cálculos dos vetores de prioridades estão apresentadas no exemplo prático da seção 3.1.

Figura 17: Comparações par a par do AHP no *software Superdecisions* para o grupo MRP I

Comparisons for Super Decisions Main Window: Modelo\_Pesquisa\_150531.sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

Sequencia de Implantacao

Cluster: Implantacao do ~

Choose Cluster

MRP I

Restore

2. Node comparisons with respect to Sequencia de Implantacao

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Sequencia de Implantacao" node in "MRP I" cluster

Plano Mestre de Producao is equally as important as Previsao de Entrada e Saida de MP

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
1. Calculo do MRP ~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	>=9.5	No comp.	Geracao de Orde~							
2. Calculo do MRP ~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Pedidos de Comp~
3. Calculo do MRP ~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Plano Mestre de~
4. Calculo do MRP ~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Previsao de Ent~
5. Geracao de Orde~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Pedidos de Comp~
6. Geracao de Orde~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Plano Mestre de~
7. Geracao de Orde~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Previsao de Ent~
8. Pedidos de Comp~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Plano Mestre de~
9. Pedidos de Comp~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Previsao de Ent~
10. Plano Mestre de~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Previsao de Ent~

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.08105

Calculo d~	0.16541
Geracao d~	0.35551
Pedidos d~	0.34226
Plano Mes~	0.06575
Previsao ~	0.07107

Completed Comparison

Copy to clipboard

Fonte: O próprio autor

A figura 18 apresenta o questionário de comparação par a par para as funcionalidades do grupo MRP II – Planejamento.

Ainda no canto superior esquerdo o *software* exibe, também calculado em tempo real conforme a inclusão dos dados, o valor de inconsistência da matriz que está sendo preenchida. A exibição do valor de inconsistência em tempo real auxilia o entrevistador a questionar o entrevistado quando a revisão dos seus julgamentos durante o processo para que não se conclua um julgamento com valores altos de inconsistência, o que pode resultar em julgamentos incorretos. Para a realização do cálculo da inconsistência são utilizadas as fórmulas 1.3 a 1.5 apresentadas no exemplo prático da seção 3.1.

Figura 18: Comparações par a par do AHP no *software Superdecisions* para o grupo MRP II – Planejamento

The screenshot shows the 'Comparisons for Super Decisions Main Window: Modelo\_Pesquisa\_150531.sdmod' interface. It is divided into three main sections:

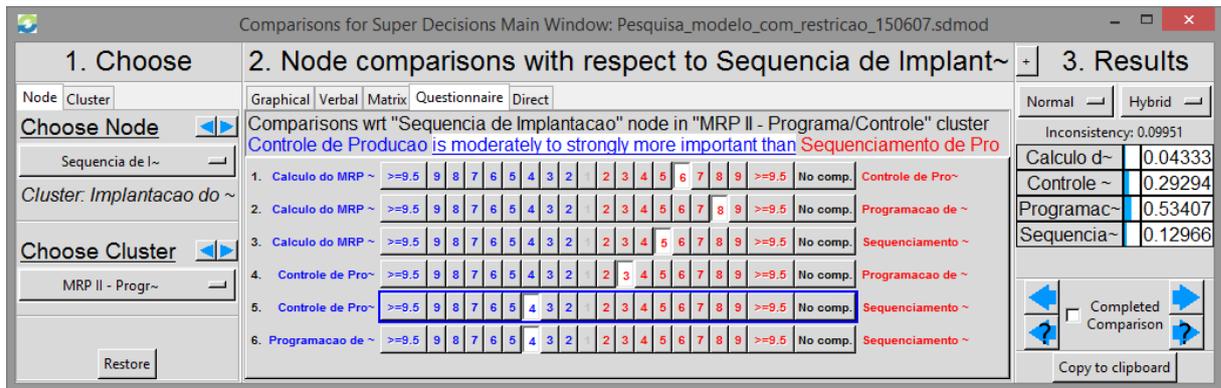
- 1. Choose:** Includes 'Choose Node' (Sequencia de I-), 'Choose Cluster' (MRP II - Plane-), and a 'Restore' button.
- 2. Node comparisons with respect to Sequencia de Implantacao:** Displays a grid of pairwise comparisons between 15 nodes. The nodes are:
  - Carga de Maquin-
  - Estimar Capacid-
  - Estimar Capacid-
  - Estimar Capacid-
  - Estimar Capacid-
  - Integracoes com-
  - Integracoes com-
  - Integracoes com-
  - Lote Economico ~
  - Lote Economico ~
  - Planejamento de~
 Each comparison is represented by a 3x3 grid of numbers (1-9) and a comparison label (e.g., 'moderately more important than').
- 3. Results:** Shows the 'Inconsistency: 0.07850' and a table of calculated weights for each node:
 

Carga de ~	0.17186
Estimar C~	0.07001
Integraco~	0.09400
Lote Econ~	0.23977
Planejame~	0.36157
Simulacoe~	0.06279

Fonte: O próprio autor

A figura 19 apresenta o questionário de comparação par a par para as funcionalidades do grupo MRP II – Programação e Controle. O grupo MRP II – Programação e Controle foi reduzido em função da criação do subgrupo com as duas funcionalidades restritivas à funcionalidade de Programação da Produção.

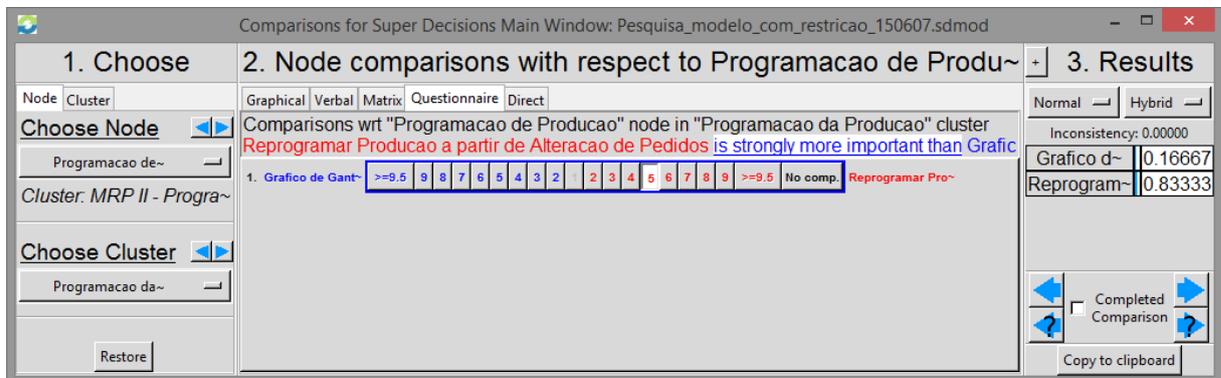
Figura 19: Comparações par a par do AHP no *software Superdecisions* para o grupo MRP II – Programação e controle



Fonte: O próprio autor

A figura 20 apresenta o questionário de comparação par a par para as funcionalidades do subgrupo restritivo a funcionalidade de Programação da Produção. Nota-se que o valor da inconsistência no canto superior direito do da figura fica com valor igual a zero, pois quando há somente dois subcritérios dentro de um critério a mesma não é calculada.

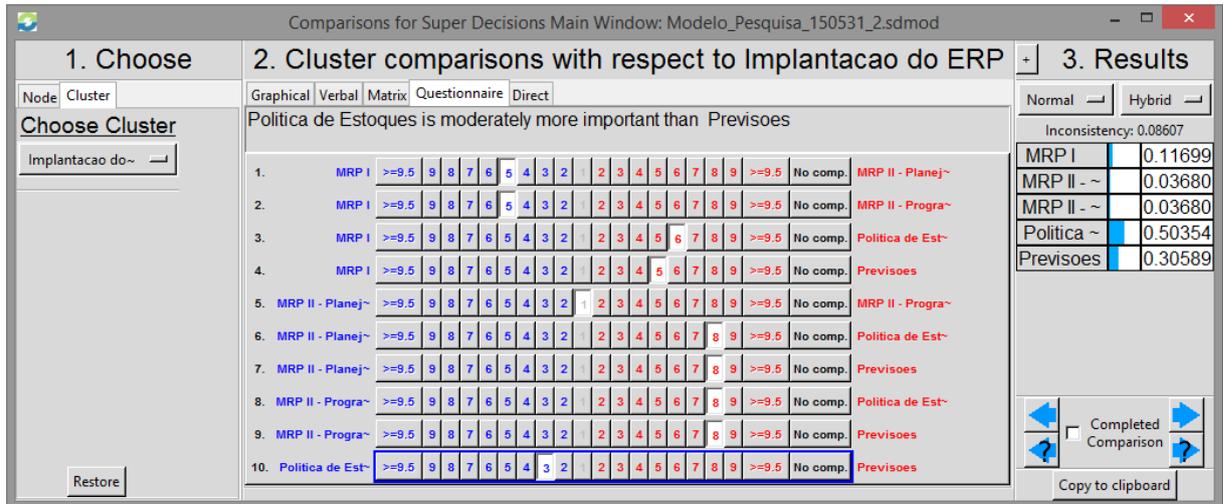
Figura 20: Comparações par a par do AHP no *software Superdecisions* entre os grupos



Fonte: O próprio autor

A figura 21 demonstra a comparação par a par para identificação do nível de importância entre os grupos, gerando o valor dos vetores de prioridades dos critérios, que são as dimensões das funcionalidades classificadas por Oliveira e Silveira, 2010. Os valores dos vetores de prioridades obtidos para os critérios são utilizados na fórmula 1.6, apresentada na seção 3.1, junto com o valor do vetor de prioridade de cada subcritério para gerar o valor do vetor de prioridade final de cada subcritério.

Figura 21: Comparações par a par do AHP no *software Superdecisions* entre os grupos



Fonte: O próprio autor

A figura 22 mostra os vetores de prioridades calculados pelo *software Superdecisions* com base nas respostas dos questionários, que são as matrizes de comparações par a par. O item Sequência de Implantação, que aparece com os valores iguais a zero, deve ser desconsiderado na análise, pois o mesmo representa o objetivo de decisão central da pesquisa.

Figura 22: Priorização das funcionalidades do AHP no *software Superdecisions*

Here are the priorities.		
Icon	Name	Normalized by Cluster Limiting
No Icon	Sequencia de Implantacao	0.00000 0.000000
No Icon	Calculo do MRP I	0.03295 0.004934
No Icon	Geracao de Ordens de Producao	0.24794 0.037131
No Icon	Pedidos de Compra	0.07310 0.010947
No Icon	Plano Mestre de Producao	0.54916 0.082239
No Icon	Previsao de Entrada e Saida de MP	0.09685 0.014504
No Icon	Carga de Maquinas	0.04598 0.003159
No Icon	Estimar Capacidade de Producao	0.09194 0.006317
No Icon	Integracoes com Sistemas Supervisores	0.02547 0.001750
No Icon	Lote Economico de Producao	0.18165 0.012481
No Icon	Planejamento de Producao	0.42160 0.028967
No Icon	Simulacoes a partir de Pedidos de Vendas	0.23336 0.016034
No Icon	Calculo do MRP II	0.04332 0.001597
No Icon	Controle de Producao	0.29294 0.010798
No Icon	Programacao de Producao	0.53409 0.019687
No Icon	Sequenciamento de Producao	0.12965 0.004779
No Icon	Estoque Atual Real	0.40538 0.124016
No Icon	Estoque de Seguranca	0.26747 0.081826
No Icon	Filosofia Just in Time	0.03927 0.012015
No Icon	Lote Economico de Aquisicao	0.14396 0.044041
No Icon	Necessidade Liquida	0.05341 0.016338
No Icon	Ponto de Pedido	0.09051 0.027688
No Icon	Classificacao ABC de Materiais	0.04212 0.017651
No Icon	Historico Demandas	0.29272 0.122667
No Icon	Lead Time de Pedidos de Vendas	0.15374 0.064428
No Icon	Previsao de Vendas	0.44068 0.184673
No Icon	Simulacao Futura	0.07074 0.029646
No Icon	Grafico de Gantt	0.16666 0.003281
No Icon	Reprogramar Producao a partir de Alteracao de P~	0.83334 0.016406

Fonte: O próprio autor

Os vetores de prioridade calculados pelo *software Superdecisions* com base nas respostas dos questionários vistos na figura 22 são apresentados na ordem que o próprio *software* monta a estrutura de dados. A ordenação em função dos valores obtidos pode ser feita com o auxílio do Excel conforme demonstrado na figura 23. Nesse caso as funcionalidades

foram ordenadas em ordem decrescente pelo valor *Limiting*, que representa o vetor final de prioridade de cada critério em relação a todo o conjunto de critérios avaliados, para que seja possível visualizar os itens avaliados na ordem do mais importante para o menos importante de acordo com os julgamentos realizados. O valor da coluna *normalized by cluster* representa o valor de cada critério dentro de seu grupo ou dimensão (*cluster*).

Figura 23: Vetores de prioridades das funcionalidades do AHP no Excel

Name	Normalized By Cluster	Limiting
Previsao de Vendas	0.44068	0.184673
Estoque Atual Real	0.40538	0.124016
Historico Demandas	0.29272	0.122667
Plano Mestre de Producao	0.54916	0.082239
Estoque de Seguranca	0.26747	0.081826
Lead Time de Pedidos de Vendas	0.15374	0.064428
Lote Economico de Aquisicao	0.14396	0.044041
Geracao de Ordens de Producao	0.24794	0.037131
Simulacao Futura	0.07074	0.029646
Planejamento de Producao	0.42160	0.028967
Ponto de Pedido	0.09051	0.027688
Programacao de Producao	0.53409	0.019687
Classificacao ABC de Materiais	0.04212	0.017651
Reprogramar Producao a partir de Alteracao de Pedidos	0.83334	0.016406
Necessidade Liquida	0.05341	0.016338
Simulacoes a partir de Pedidos de Vendas	0.23336	0.016034
Previsao de Entrada e Saida de MP	0.09685	0.014504
Lote Economico de Producao	0.18165	0.012481
Filosofia Just in Time	0.03927	0.012015
Pedidos de Compra	0.07310	0.010947
Controle de Producao	0.29294	0.010798
Estimar Capacidade de Producao	0.09194	0.006317
Calculo do MRP I	0.03295	0.004934
Sequenciamento de Producao	0.12965	0.004779
Grafico de Gantt	0.16666	0.003281
Carga de Maquinas	0.04598	0.003159
Integracoes com Sistemas Supervisores	0.02547	0.001750
Calculo do MRP II	0.04332	0.001597

Fonte: O próprio autor

Apresentadas as informações relacionadas à metodologia utilizada e aos procedimentos operacionais, seguem na próxima seção as informações de coleta, análise dos dados e resultados.

## 6 Coleta, Análise dos Dados e Resultados

Nessa seção estão as informações relacionadas a coleta de dados realizada para a pesquisa, a análise dos dados obtidos e os resultados gerados com base nessa análise.

### 6.1 Especialistas selecionados

Os especialistas participantes da pesquisa foram selecionados com base em seu conhecimento em gestão da produção e em implantação de sistemas ERP na gestão da produção. A diversidade de experiências e conhecimento entre os especialistas selecionados apoia-se na afirmação de Parente e Parente (2011) que uma maior diversidade de experiências pode ser necessária para aumentar a precisão do estudo realizado.

Inicialmente foram identificados 15 especialistas, porém após uma análise na sua experiência e conhecimento somente 6 foram selecionados para responder de fato as duas rodadas da pesquisa. A seleção dos 6 especialistas com conhecimento mais profundo nos temas relacionados à pesquisa e consequente redução do painel foi realizada com base na afirmação de Worrell *et al* (2012), que um painel com quatro especialistas é apropriado quando os mesmos possuem profundo conhecimento no assunto estudado.

O quadro 13 demonstra de forma resumida o conjunto de conhecimento e experiências dos especialistas selecionados.

Todos os especialistas entrevistados nessa pesquisa possuem amplo conhecimento e experiência em implantação de sistemas ERP na gestão da produção, mesmo aqueles que ocupam e/ou ocuparam cargos nas áreas de Tecnologia da Informação. A coluna do quadro 13 com os principais cargos ocupados demonstra o relacionamento profissional de cada um dos especialistas, enquanto a coluna formação apresenta seu relacionamento acadêmico e a coluna participação em implantações demonstra a experiência dos especialistas com o processo de implantação de sistemas ERP.

Quadro 13: Relacionamento profissional e acadêmico dos especialistas

	Principais cargos Ocupados	Formação Principal	Participação em Implantações
E1	Gerente de Logística e Planejamento. Consultor em implantação de ERP. Coordenador de PCP.	Mestrando em Engenharia de Produção. Black Belt Lean Seis Sigma. Engenheiro Mecatrônico.	Entre 25 e 30 projetos.
E2	Gerente de TI Chefe de TI Analistas de sistemas	Academia SAP módulo MM. MBA - Gestão Empresarial. Bacharel em Gestão de Negócios.	Entre 15 e 20 projetos.
E3	Consultor em implantação de ERP.	Mestre em Administração. MBA em Sistemas da Informação. Bacharel em Administração de Empresas.	Entre 50 e 55 projetos.
E4	Gerente de projetos em implantação de sistemas.	MBA em Gerenciamento de Projetos. MBA em Gestão de Processos de Negócios. Bacharel em Análise de Sistemas Administrativos.	Entre 35 e 40 projetos.
E5	Consultor em Restauração de ERP. Certificado em Bloco K, Controle da Produção e do Estoque no SPED Fiscal – IOB. Gerente de TI.	Academia TAXBRA, para SD e MM SAP. Pós em Gestão de TI Especialização em Gestão da Produção e Materiais. MBA Em Gestão de Negócios. Bacharel em Administração de Empresas.	Entre 20 e 25 projetos.
E6	Gerente de Logística e Planejamento. Gerente Industrial. Gerente de Planejamento. Supervisor de Produção e Planejamento.	Mestre em Engenharia de Produção. MBA em Gestão Empresarial. Engenheiro Mecânico.	Entre 5 e 10 projetos.

Fonte: O próprio autor

## 6.2 Comentários dos especialistas

Os especialistas pesquisados foram questionados depois da primeira entrevista quanto aos fatores que norteiam os seus julgamentos, e os comentários dos mesmos estão transcritos a seguir.

**Especialista 1:** “Tomei como base a minha experiência em implantações, focando nas informações básicas que a organização precisa para produzir. Em seguida o pensamento foi no processo de evolução da organização com relação a cultura e adaptação às ferramentas. Uma questão levada em consideração nas decisões também foi o custo de implantação.”

**Especialista 2:** “Utilizei minha experiência em projetos de implantação, porém confesso que penso muito também na segurança que cada uma das funcionalidades proporciona para a operação depois do sistema já implantado.”

**Especialista 3:** “Penso na importância de cada funcionalidade no processo de implantação com base na minha experiência em projetos. Penso também na interdependência entre as funcionalidades, que pode variar de uma empresa para a outra, mas nesse julgamento considero o que acho ideal para a maioria delas.”

**Especialista 4:** “Meus julgamentos são baseados na importância de cada funcionalidade na geração de informações e resultados úteis para o processo de gestão da produção, mas penso também na adaptação da cultura e dos processos no decorrer da implantação.”

**Especialista 5:** “Penso no processo de implantação, considerando mais importante as funcionalidades relacionadas aos cadastros iniciais e inventário. Acredito que tudo começa como um inventário confiável aliado a informações precisas de consumo e necessidades de produção.”

**Especialista 6:** “Utilizo minha visão do processo de implantação associada às políticas das empresas por onde passei. Penso também na interdependência das funcionalidades considerando os processos que conheço. Penso ainda que as repostas podem ser diferentes dependendo do ramo de atividade da empresa onde o sistema será implantado; vejo isso como um motivo para divergências entre as respostas apresentadas pelos outros especialistas.”

Na segunda rodada de aplicação do questionário, os especialistas também teceram comentários quanto à manutenção ou alteração se seus julgamentos em relação ao que haviam julgado na primeira rodada. A seguir está a transcrição dos comentários relevantes de cada especialista.

**Especialista 1:** “Revisei algumas respostas refletindo sobre as respostas dos outros especialistas, mas sem deixar de considerar a necessidades de prover informações básicas e essenciais para a organização, bem como o processo de evolução e a adaptação dos envolvidos à ferramenta que está sendo implantada.”

**Especialista 2:** “Minhas respostas foram revisadas em parte pensando nas questões de cadastros e inventário citadas pelo especialista 5. Mesmo assim não consigo deixar de pensar na segurança que as funcionalidades proporcionam para o processo depois de implantadas.”

**Especialista 3:** “Revisei praticamente todas as minhas respostas pensando ainda na interdependência entre as funcionalidades do ponto de vista do processo de implantação, uma vez que os sistemas, na maioria das vezes, permitem a utilização isolada, mesmo que através de customizações, de funcionalidades independentes. Penso em uma média dos casos, pois como já comentei, os julgamentos podem variar dependendo do ramo de atividade da organização.”

**Especialista 4:** “Para rever os meus julgamentos tomei como base uma média visual dos julgamentos dos demais especialistas, mas sempre observando a relevância de cada funcionalidade na geração de informações e resultados úteis para a organização. Nesse contexto também penso nas funcionalidades relacionadas a cadastros e inventários.”

**Especialista 5:** “Revisei algumas respostas observando as respostas dos demais especialistas, porém o principal fator que norteia meus julgamentos ainda é a necessidades de cadastros e inventários disponíveis e confiáveis em primeiro plano.”

**Especialista 6:** “Revisei algumas de minhas respostas analisando as respostas dos demais especialistas, especialmente aquelas que percebo ter ficado longe dos demais julgamentos. Continuo pensando que as repostas podem ser diferentes dependendo do ramo de atividade da organização onde o sistema será implantado. Não deixo de pensar na interdependência das funcionalidades de acordo com minha experiência.”

No final da entrevista da segunda rodada o comentário do especialista 3 chamou atenção para a importância do desdobramento do problema feito pelo método AHP. O especialista comentou que já tinha uma sequência definida empiricamente, porém esta divergia da sequência obtida depois de realizados os seus julgamento. O mesmo revisou todos os seus julgamentos par a par e reafirmou seus julgamentos. Em comentário o especialista expressou que em sua percepção o método AHP torna mais seguro o processo decisório porque leva o decisor a analisar profundamente todas as alternativas de decisão.

### 6.3 Sequência de implantação obtida com a pesquisa

Nessa subseção está a sequência de implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção a partir da pesquisa realizada.

As tabelas 14 e 15 apresentam a sequência obtida através do cálculo da média geométrica do vetor final de prioridade gerado pela avaliação de cada um dos especialistas entrevistados. As funcionalidades estão ordenadas pelo vetor final de prioridade, do maior para o menor.

Tabela 14: Média Geométrica (consenso) da primeira rodada

<b>Média Geométrica (Consenso) - RODADA 1</b>			
<b>Critério</b>	<b>Média Geométrica Vetor Final</b>	<b>Média Geométrica Normalizada</b>	<b>% de Representatividade</b>
Estoque Atual Real	0,1148	0,1816	18,2%
Estoque de Seguranca	0,0452	0,0715	7,2%
Calculo do MRP I	0,0432	0,0683	6,8%
Necessidade Liquida	0,0375	0,0593	5,9%
Previsao de Vendas	0,0363	0,0574	5,7%
Lote Economico de Aquisicao	0,0238	0,0376	3,8%
Ponto de Pedido	0,0232	0,0367	3,7%
Lead Time de Pedidos de Vendas	0,0229	0,0362	3,6%
Pedidos de Compra	0,0228	0,0361	3,6%
Previsao de Entrada e Saida de MP	0,0219	0,0346	3,5%
Plano Mestre de Producao	0,0213	0,0336	3,4%
Lote Economico de Producao	0,0207	0,0328	3,3%
Estimar Capacidade de Producao	0,0206	0,0326	3,3%
Geracao de Ordens de Producao	0,0181	0,0286	2,9%
Programacao de Producao	0,0180	0,0285	2,8%
Planejamento de Producao	0,0173	0,0273	2,7%
Carga de Maquinas	0,0158	0,0250	2,5%
Classificacao ABC de Materiais	0,0140	0,0222	2,2%
Historico Demandas	0,0131	0,0207	2,1%
Calculo do MRP II	0,0118	0,0186	1,9%
Filosofia Just in Time	0,0113	0,0179	1,8%
Simulacoes a partir de Pedidos de Vendas	0,0105	0,0166	1,7%
Simulacao Futura	0,0098	0,0156	1,6%
Integracoes com Sistemas Supervisores	0,0095	0,0151	1,5%
Gráfico de Gantt	0,0091	0,0145	1,4%
Controle de Producao	0,0084	0,0133	1,3%
Sequenciamento de Producao	0,0065	0,0102	1,0%
Reprogramar Producao a partir de Alteracao de Pedidos	0,0048	0,0077	0,8%

Fonte: O próprio autor

Nota-se na tabela 14 que o critério de maior representatividade na primeira rodada é o Estoque Atual Real, que manteve-se na primeira posição conforme pode ser observado na tabela

15. No entanto o percentual de representatividade da funcionalidade de Estoque Atual Real aumentou de 18,2% na primeira rodada para 24,1% na segunda rodada. O mesmo ocorreu com a funcionalidade Estoque de Segurança, que manteve-se na segunda posição e teve seu percentual de representatividade aumentado de 7,2% para 8,7%. Essas duas observações denotam a importância dos estoques no processo de implantação do ERP e seu impacto na gestão da produção.

Tabela 15: Média Geométrica (consenso) da segunda rodada

<b>Média Geométrica (Consenso) - RODADA 2</b>			
<b>Critério</b>	<b>Média Geométrica Vetor Final</b>	<b>Média Geométrica Normalizada</b>	<b>% de Representatividade</b>
Estoque Atual Real	0,1819	0,2413	24,1%
Estoque de Segurança	0,0656	0,0871	8,7%
Necessidade Líquida	0,0542	0,0719	7,2%
Previsão de Vendas	0,0428	0,0568	5,7%
Lote Econômico de Aquisição	0,0389	0,0517	5,2%
Cálculo do MRP I	0,0373	0,0495	4,9%
Ponto de Pedido	0,0339	0,0450	4,5%
Pedidos de Compra	0,0309	0,0411	4,1%
Lead Time de Pedidos de Vendas	0,0308	0,0408	4,1%
Previsão de Entrada e Saída de MP	0,0216	0,0287	2,9%
Lote Econômico de Produção	0,0185	0,0246	2,5%
Plano Mestre de Produção	0,0181	0,0241	2,4%
Planejamento de Produção	0,0179	0,0238	2,4%
Classificação ABC de Materiais	0,0164	0,0217	2,2%
Programação de Produção	0,0162	0,0215	2,1%
Filosofia Just in Time	0,0148	0,0196	2,0%
Simulação Futura	0,0146	0,0194	1,9%
Estimar Capacidade de Produção	0,0145	0,0192	1,9%
Geração de Ordens de Produção	0,0138	0,0184	1,8%
Histórico Demandas	0,0131	0,0174	1,7%
Gráfico de Gantt	0,0107	0,0142	1,4%
Simulações a partir de Pedidos de Vendas	0,0088	0,0117	1,2%
Cálculo do MRP II	0,0088	0,0117	1,2%
Carga de Máquinas	0,0074	0,0098	1,0%
Integrações com Sistemas Supervisores	0,0066	0,0088	0,9%
Controle de Produção	0,0059	0,0079	0,8%
Sequenciamento de Produção	0,0056	0,0074	0,7%
Reprogramar Produção a partir de Alteração de Pedidos	0,0038	0,0050	0,5%

Fonte: O próprio autor

A tabela 16 permite comparar o resultado da sequência de implantação das funcionalidades que foi determinada através da média geométrica normalizada dos vetores finais de prioridades obtidos nas duas rodadas de entrevistas. Nota-se que além das duas

primeiras funcionalidades, e as três últimas permaneceram inalteradas em sua posição na segunda rodada, quando comparadas com a primeira rodada.

Tabela 16: Comparação entre as prioridades definidas na primeira e na segunda rodada

#	RODADA 1		RODADA 2	
	Critério	Média Geométrica Normalizada	Critério	Média Geométrica Normalizada
1	16-Estoque Atual Real	0,1816	16-Estoque Atual Real	0,2413
2	17-Estoque de Segurança	0,0715	17-Estoque de Segurança	0,0871
3	1-Cálculo do MRP I	0,0683	20-Necessidade Líquida	0,0719
4	20-Necessidade Líquida	0,0593	25-Previsão de Vendas	0,0568
5	25-Previsão de Vendas	0,0574	19-Lote Econômico de Aquisição	0,0517
6	19-Lote Econômico de Aquisição	0,0376	1-Cálculo do MRP I	0,0495
7	21-Ponto de Pedido	0,0367	21-Ponto de Pedido	0,0450
8	24-Lead Time de Pedidos de Vendas	0,0362	3-Pedidos de Compra	0,0411
9	3-Pedidos de Compra	0,0361	24-Lead Time de Pedidos de Vendas	0,0408
10	5-Previsão de Entrada e Saída de MP	0,0346	5-Previsão de Entrada e Saída de MP	0,0287
11	4-Plano Mestre de Produção	0,0336	9-Lote Econômico de Produção	0,0246
12	9-Lote Econômico de Produção	0,0328	4-Plano Mestre de Produção	0,0241
13	7-Estimar Capacidade de Produção	0,0326	10-Planejamento de Produção	0,0238
14	2-Geração de Ordens de Produção	0,0286	22-Classificação ABC de Materiais	0,0217
15	14-Programação de Produção	0,0285	14-Programação de Produção	0,0215
16	10-Planejamento de Produção	0,0273	18-Filosofia Just in Time	0,0196
17	6-Carga de Máquinas	0,0250	26-Simulação Futura	0,0194
18	22-Classificação ABC de Materiais	0,0222	7-Estimar Capacidade de Produção	0,0192
19	23-Histórico Demandas	0,0207	2-Geração de Ordens de Produção	0,0184
20	12-Cálculo do MRP II	0,0186	23-Histórico Demandas	0,0174
21	18-Filosofia Just in Time	0,0179	27-Gráfico de Gantt	0,0142
22	11-Simulações a partir de Pedidos de Vendas	0,0166	11-Simulações a partir de Pedidos de Vendas	0,0117
23	26-Simulação Futura	0,0156	12-Cálculo do MRP II	0,0117
24	8-Integrações com Sistemas Supervisores	0,0151	6-Carga de Máquinas	0,0098
25	27-Gráfico de Gantt	0,0145	8-Integrações com Sistemas Supervisores	0,0088
26	13-Controle de Produção	0,0133	13-Controle de Produção	0,0079
27	15-Sequenciamento de Produção	0,0102	15-Sequenciamento de Produção	0,0074
28	28-Reprogramar Produção a partir de Alteração de Pedido	0,0077	28-Reprogramar Produção a partir de Alteração de Pedido	0,0050

Fonte: O próprio autor

A sequência de implantação definida através da média geométrica normalizada dos vetores finais de prioridade obtido na rodada 2 desse estudo pode ser considerada como a sequência ideal de implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção em função de considerar um amplo conjunto de conhecimento e experiências. Entretanto é importante analisar em cada processo de implantação as restrições relacionadas ao segmento de negócio da organização onde o processo está sendo realizado.

Observou-se que a taxa de contribuição das funcionalidades, que é representada pela média geométrica normalizada, não teve alterações significativas da primeira para a segunda rodada de julgamentos.

É importante ressaltar ainda a relevância da análise dos julgamentos individuais de cada especialista entrevistado na primeira e segunda rodada, disponíveis nos apêndices A e B

respectivamente, levando em consideração sua experiência e suas convicções quanto as necessidades da organização.

As inconsistências das matrizes de comparações de cada respondente devem também ser levadas em conta na análise dos resultados, e as mesmas podem ser vistas na subseção a seguir.

#### 6.4 Análise das inconsistências das matrizes de comparações.

A análise das inconsistências aqui realizada tem como objetivo avaliar as alterações dos níveis de inconsistências entre a primeira e a segunda rodada de entrevistas.

A tabela 17 demonstra todas as inconsistências nos julgamentos dos especialistas dentro de cada critério estabelecido nesse estudo e o indicador dos valores que baixaram na segunda rodada em relação a primeira rodada de repostas.

Analisando-se os valores de inconsistências dos julgamentos dos subcritérios (funcionalidades) dentro de cada critério (dimensões), tomando o valor obtido na primeira rodada, comparado com o valor obtido na segunda rodada tem-se trinta comparações de inconsistências, sendo cinco critérios e seis especialistas. Dos trinta valores de inconsistência obtidos na segunda rodada, vinte três valores foram mais baixos que o valor da primeira rodada, o que representa setenta e sete por cento do total de comparações.

Na análise das inconsistências obtidas nos julgamentos dos critérios, nota-se que somente duas, das seis comparações tiveram valor de inconsistência mais baixo na segunda rodada em relação ao valor obtido na segunda rodada.

Tabela 17: Análise das inconsistências as matrizes de comparação

Dimensões	Especialista 1		Especialista 2		Especialista 3		Especialista 4		Especialista 5		Especialista 6							
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2						
Politica de Estoques	0,1729	0,1347	↓	0,2921	0,2436	↓	0,1783	0,1456	↓	0,1666	0,0196	↓	0,3744	0,2689	↓	0,2165	0,1467	↓
Previsoes	0,1299	0,1425	↑	0,2018	0,1692	↓	0,1843	0,0354	↓	0,1012	0,0269	↓	0,2695	0,1775	↓	0,0303	0,1228	↑
MRP I	0,1490	0,2040	↑	0,2406	0,2297	↓	0,1530	0,1322	↓	0,1303	0,0152	↓	0,2678	0,0997	↓	0,1776	0,1993	↑
MRPII-Planejamento	0,1686	0,1131	↓	0,1140	0,2035	↑	0,1916	0,0896	↓	0,1515	0,0280	↓	0,2635	0,2057	↓	0,1729	0,1395	↓
MRPII-Programa/Controle	0,0995	0,1279	↑	0,1951	0,1957	↑	0,1587	0,0768	↓	0,1515	0,0598	↓	0,2559	0,2363	↓	0,2623	0,1298	↓
Entre Dimensões	0,1091	0,1177	↑	0,2176	0,0571	↓	0,1451	0,1965	↑	0,1003	0,0284	↓	0,3128	0,3128	↑	0,1187	0,1453	↑

Fonte: O próprio autor

Os especialistas foram alertados sempre que o valor de inconsistência ultrapassava 0,10, porém nos casos onde o valor permaneceu acima de 0,10 os mesmos afirmaram que aquele era seu julgamento independentemente do valor apresentado no teste de inconsistência.

A redução nos valores de inconsistências pode ser interpretada como uma melhora na confiabilidade dos julgamentos dos especialistas na segunda rodada em relação a primeira, com exceção do Especialista 1.

Em seguida estão as avaliações relacionadas ao coeficiente de concordância de Kendall entre os julgamentos dos especialistas.

### **6.5 Análise de concordância entre os julgamentos dos especialistas.**

Para avaliar o nível de concordância entre as respostas dos especialistas utilizou-se o cálculo do coeficiente de concordância de Kendall com auxílio do *Software Minitab*.

Para essa avaliação foram enumeradas todas as funcionalidades de 1 a 28, e ordenadas com base no resultado final dos vetores de prioridades do maior para o menor. Os dados foram compilados em uma planilha eletrônica em seguida inseridos no *software Minitab*. Para enumerar as funcionalidades foi respeitada a ordem das mesmas apresentadas no resultado final de prioridades do *software Superdecisions*.

Segundo Okoli e Pawlowski (2004) o coeficiente de concordância de Kendall pode ser utilizado para medir o grau de concordância dos avaliadores entre si. Em uma escala de 0 a 1, 1 (um) representa total concordância entre os avaliadores, enquanto 0 (zero) representa que a concordância é nula no grupo de avaliadores.

O coeficiente de concordância de Kendall entre todos os avaliadores na primeira rodada de entrevistas foi de 0,25, e reduziu para 0,20 na segunda rodada. Quanto maior o coeficiente de concordância de Kendall, maior a convergência entre as opiniões dos entrevistados. No presente estudo o coeficiente de concordância entre os avaliadores pode ser considerado baixo já na primeira rodada. Houve ainda uma redução no grau de concordância entre os especialistas, demonstrando que há baixo consenso na priorização da implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção.

Observando-se os comentários dos especialistas, comparado com o coeficiente de concordância de Kendall encontrado é possível perceber que o baixo índice de consenso entre os mesmos deve-se aos diferentes ramos de atividades com o qual cada um possui maior experiência, bem como seu senso de prioridade nos quesitos de processo que norteiam a implantação do ERP.

Todos os especialistas revisaram suas respostas na segunda rodada de entrevistas, porém não consideraram as respostas dos demais para rever todas as decisões. Em algumas comparações todos os especialistas comentaram que não concordavam com as demais respostas e gostariam de manter sua resposta anterior ou apenas rever o valor do grau de importância atribuído.

Mesmo com o baixo coeficiente de concordância encontrado pelo cálculo matemático, a média geométrica dos vetores de prioridades individuais ainda pode ser considerada um consenso do grupo. Costa e Belderrain (2009) ressaltam em seu artigo que quando um grupo é formado por indivíduos que não apresentam entrosamento e objetivos comuns, eles tendem a agir de acordo com suas preferências, seus valores e objetivos. Um exemplo é citado pelos autores acerca do caso de uma organização com filiais em diversos países do mundo. A diversidade de culturas e valores de cada filial não permite que se chegue a um consenso nos julgamentos. Portanto, deve-se determinar as prioridades de cada filial, para depois agregá-las e obter a síntese da organização.

No estudo realizado por Parente e Parente (2011) os autores constataram que o nível de concordância entre os participantes do grupo não estava significativamente correlacionado à acurácia dos cenários, concluindo que uma maior diversidade de experiências pode ser necessária para aumentar a precisão do estudo realizado.

Conforme sugerem Costa e Belderrain (2009), as prioridades individuais podem ser sintetizadas tanto por meio de média geométrica ou média aritmética.

De acordo com Forman e Peniwati (1998 apud COSTA e BELDERRAIN, 2009), as pessoas normalmente sentem-se confortáveis em utilizar média aritmética para calcular médias, de uma forma geral. Isto pois geralmente trabalham com medidas e números em escalas com significado intervalar. No entanto, quando se trabalha com medidas em escalas de magnitudes como é sempre o caso no AHP, tanto a média geométrica como a aritmética tem significado. No entanto, a média geométrica é mais consistente com o significado intrínseco aos julgamentos e prioridades no método AHP, dado que elas são dadas em uma escala de magnitudes.

A seguir, no quadro 18, está relacionada a concentração da experiência profissional dos especialistas para a análise do coeficiente de concordância de Kendall entre pares, para que se possa avaliar a influência da similaridade de experiência com o coeficiente de concordância.

Quadro 18: Concentração de experiência dos especialistas

Especialista	Experiência	Participação em Implantações
Especialista 1	Indústria de peças com produção seriada, autopeças e consultoria em implantação de sistemas ERP.	Entre 25 e 30 projetos.
Especialista 2	Indústria de bens de capital e autopeças, atuando sempre na área de sistemas e gestão de TI.	Entre 15 e 20 projetos.
Especialista 3	Consultoria em implantação de sistemas com atuação em diversos ramos de atividade.	Entre 50 e 55 projetos.
Especialista 4	Industria têxtil, consultoria e gestão de projetos em implantação de sistemas ERP.	Entre 35 e 40 projetos.
Especialista 5	Indústria de autopeças e consultoria em processos de gestão da produção com ERP. 30 anos em gestão de TI.	Entre 20 e 25 projetos.
Especialista 6	Indústria química, autopeças e naval. Gestão de produção e logística.	Entre 5 e 10 projetos.

Fonte: O próprio autor

Essa análise foi motivada pelo comentário de alguns dos especialistas durante as entrevistas salientando que as respostas podem ser diferentes dependendo do ramo de atividade da empresa onde o sistema ERP está sendo implantado. Alguns especialistas comentaram também durante sua revisão de respostas na segunda rodada que se identificarem em duas respostas com outro especialista.

A tabela 19 apresenta a análise de concordância de Kendall entre todos os pares de especialistas na primeira e na segunda rodada. O coeficiente foi calculado como no *software* Minitab para cada par de especialistas.

Tabela 19: Coeficiente de concordância de Kendall entre pares de especialistas

	Rodada 1					Rodada 2				
	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5
E2	0,53					0,43				
E3	0,64	0,51				0,47	0,36			
E4	0,56	0,42	0,73			0,52	0,70	0,46		
E5	0,66	0,60	0,63	0,52		0,57	0,60	0,44	0,60	
E6	0,52	0,54	0,50	0,57	0,53	0,48	0,63	0,50	0,63	0,44

Fonte: O próprio autor

O especialista 6 percebeu uma certa similaridade entre as suas respostas e as respostas do especialista 1. Essa percepção se confirma quando analisamos o coeficiente de concordância de Kendall entre os especialistas 6 e 1. Na primeira rodada o coeficiente foi de 0,52, porém na segunda rodada reduziu para 0,48.

Os especialistas 2 e 5 apresentarem o coeficiente de concordância igual a 0,60, próximo do 0,70 considerado ideal, nas duas rodadas. Os especialistas 2 e 5 tem a maior parte de sua experiência tratando os processos a partir da gestão de TI e em indústria de auto peças.

Os especialistas 3 e 4, ambos com ampla experiência em implantação de ERP na gestão da produção, tiveram um coeficiente de concordância de 0,73 na primeira rodada, porém esse valor reduziu para 0,46 na segunda rodada, depois das revisões de ambos. Vale ressaltar que o coeficiente do especialista 4 aumentou de 0,42 para 0,70 da primeira para a segunda rodada quando comparado com o especialista 2, apesar de não haver similaridade significativa entre as experiências dos mesmos.

Nessa subseção foi avaliado o coeficiente de concordância de Kendall entre os julgamentos dos especialistas, bem como as razões que explicam o resultado encontrado. Em seguida estão as considerações finais dessa pesquisa.

## 7 Considerações Finais

O objetivo geral da presente pesquisa foi cumprido com a obtenção da sequência de implantação das funcionalidades do ERP a partir da priorização com o uso do método AHP. O método AHP foi útil para desdobrar o problema da pesquisa em pequenas decisões para a geração dos vetores de prioridades e assim a sequência final de implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção.

A utilização do *software Superdecisions* facilitou muito a aplicação dos questionários e obtenção dos resultados calculados pelo mesmo. Em complemento ao *Superdecisions*, o *software Minitab* também foi de grande utilidade na obtenção dos coeficientes de concordância entre especialistas para entendimento do consenso e da influência da experiência de cada um nos julgamentos realizados.

O método Delphi, utilizado como apoio na pesquisa também foi útil no processo de escolha dos especialistas participantes da pesquisa e na realização de duas rodadas para testar e entender as questões relacionadas a obtenção de consenso no cenário onde há culturas e pensamentos diferentes acerca do problema de decisão estudado.

A obtenção de consenso através da média geométrica utilizada em processos de decisão com o método AHP mostrou ser uma ferramenta prática e de grande utilidade quando há limitação na obtenção de consenso através dos julgamentos individuais, especialmente quando realizados com especialistas fisicamente distantes, e sem disponibilidade para a participação de discussões acerca do problema estudado. As falas dos especialistas contribuíram para o entendimento quanto as razões que norteiam o processo de decisão realizado por cada indivíduo.

O modelo hierárquico desenvolvido nessa pesquisa foi útil na obtenção da sequência de implantação das funcionalidades, inclusive na avaliação dos especialistas entrevistados, e pode ser replicado para outros processos de decisão relacionados à implantação do ERP, mesmo em outras áreas da organização como Controladoria, Recursos Humanos, Logística de Distribuição, CRM entre outros.

A utilização do método AHP em conjunto com o *Software Superdecisions* no processo de priorização da implantação das funcionalidades do ERP, permitindo a implantação de forma sequenciada, pode trazer ganhos significativos no processo de implantação reduzindo o índice de falhas na definição dos escopos e tempos de projetos.

## 7.1 Limitações da pesquisa

Não foram muitas as limitações encontradas durante a realização da pesquisa, entretanto pode ser destacada a disponibilidade de tempo dos especialistas para responder a pesquisa, pois a mesma apresentou a necessidade de concentração para a conclusão com índices baixos de inconsistência nas matrizes de decisões. Em uma das entrevistas foi necessário interromper o trabalho em função do cansaço do entrevistado para nova realização no dia seguinte. Em outros casos foi necessário realizar entrevistas em horários alternativos como à noite e finais de semana.

## 7.2 Ideias para trabalhos futuros

O modelo para priorizar e encontrar a melhor sequência de implantação das funcionalidades do ERP pode ser testado e utilizado em outras áreas da organização como Controladoria, Recursos Humanos, Logística de Distribuição, CRM entre outros. O modelo pode ainda ser utilizado no planejamento de implantação do ERP inteiro em uma organização.

Caso não haja meios para identificar as funcionalidades na literatura, as mesmas podem ser identificadas por um *brainstorming*, por duas ou três rodadas do método Delphi, ou ainda com base no portfólio de funcionalidade disponíveis na ferramenta adotada.

A atividade de sequenciamento da implantação das funcionalidades pode ser utilizada nas fases iniciais do planejamento do projeto, ou ainda nas fases de negociação contratual, dividindo assim o repasse dos recursos financeiros ao fornecedor do sistema e à consultoria responsável pela implantação do *software*.

Nessa pesquisa foi utilizado o método AHP para a priorização das funcionalidades do ERP (critérios), porém o método Delphi também oferece o teste de consenso para um processo de priorização direta pelo cálculo do coeficiente de concordância de Kendall. Uma pesquisa para identificar as vantagens e desvantagens de cada uma dessas alternativas, demonstrando em detalhes a aplicação do teste de concordância de Kendall pode ser feita para esclarecer a melhor alternativa para uso de cada método.

Pode-se realizar uma pesquisa para avaliar se o sequenciamento da implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção tem impacto positivo na melhora do grau de utilização das funcionalidades do ERP.

Conforme sugerido pelos especialistas entrevistados na pesquisa, pode ser realizada uma mesa redonda para discutir os pesos atribuídos pelos demais onde cada um defender seu

ponto vista quanto à importância de cada funcionalidade e ouvir o ponto de vista dos demais para então avaliar uma possível mudança de opinião, discutindo as razões que tornam uma funcionalidade mais importante que outra no processo de implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção.

## Referências

- AHMAD, M. Munir; CUENCA, Ruben Pinedo. Critical success factors for ERP implementation in SMEs. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 29, n. 3, p. 104-111, 2013.
- AKKERMANS, Henk A. *et al.* The impact of ERP on supply chain management: Exploratory findings from a European Delphi study. **European Journal of Operational Research**, v. 146, n. 2, p. 284-301, 2003.
- ALVARENGA, Mário Lúcio Ferreira. **Metodologia para verificação do sucesso na implantação de ERP (Enterprise Resource Planning) baseada nos fatores críticos de sucesso** – aplicação na indústria mineira. 2003. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- CERRI, Michel Lenon; CAZARINI, Edson Walmir. Diretrizes para implantação de ERPs. **XXIV Encontro Nac. De Eng. De Produção**, 2004.
- CHANG, Ling-Hsing; GABLE, Guy. A critique of the Delphi method in the context of IS key issues studies. **PACIS 2000 Proceedings**, p. 82, 2000.
- CHEN, Ming-Kuen; WANG, Shih-Ching. The use of a hybrid fuzzy-Delphi-AHP approach to develop global business intelligence for information service firms. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 11, p. 7394-7407, 2010.
- COSTA, Thiago Cardoso da; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. Decisão em grupo em métodos multicritério de apoio à decisão. 2009.
- DAVENPORT, Thomas H. Putting the Enterprise into the Enterprise System. **Harvard Business Review**, February 2012.
- DE MEDEIROS JUNIOR, Alberto; PEREZ, Gilberto; SHIMIZU, Tamio. CLASSIFICAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE ERP: UM ESTUDO UTILIZANDO A TÉCNICA DELPHI (DOI: 10.5329/RESI.2010.0901001). **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação ISSN 1677-3071 doi: 10.5329/RESI**, v. 9, n. 1, 2010.
- DE OLIVEIRA, Cleber Almeida; BELDERRAIN, Mischel Carmen N. Considerações sobre a obtenção de vetores de prioridades no AHP. 2008.
- FELCAR, A.H. **Comunicação e gestão da informação com o uso de TI: Estudo multicaso em pequenas empresas do setor de informática de Ribeirão Preto-SP**. 155p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

FREITAS, André Luís Policani; TREVIZANO, Waldir Andrade; COSTA, Helder Gomes. Uma abordagem multicritério para problemas decisórios com múltiplos grupos de avaliadores. **Investigação Operacional**, v. 28, p. 133-149, 2008.

GOMES, L.F.; ARAYA, M.C.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GRABOT, Bernard *et al.* ERP 2.0, What For and How?. **Computers in Industry**, v. 65, n. 6, p. 976-1000, 2014.

HSU, Chia-Chien; SANDFORD, Brian A. The Delphi technique: making sense of consensus. **Practical assessment, research & evaluation**, v. 12, n. 10, p. 1-8, 2007.

KEIL, Mark; LEE, Hyung Koo; DENG, Tianjie. Understanding the most critical skills for managing IT projects: A Delphi study of IT project managers. **Information & Management**, v. 50, n. 7, p. 398-414, 2013.

LANDETA, Jon; BARRUTIA, Jon; LERTXUNDI, Aitziber. Hybrid Delphi: A methodology to facilitate contribution from experts in professional contexts. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 9, p. 1629-1641, 2011.

LIMA, Manuella de Oliveira; PINSKY, Daniel; IKEDA, Ana Akemi. A Utilização do Delphi em Pesquisas Acadêmicas em Administração: um Estudo nos Anais do EnAnpad. In: XI SEMEAD – Seminários em Administração FEA-USP, 2008.

LIMA, Miguelangelo Geimba de *et al.* Using analytic hierarchy process for analysis and choice of Brazilian Cargo Airlines. In: **International Symposium on the Analytic Hierarchy Process**. 2007. p. 3-8.

LINSTONE, Harold A.; TUROFF, Murray. The Delphi Method. **Techniques and applications**, v. 53, 1975 (2002). Disponível em: <http://is.njit.edu/pubs/delphibook/>

\_\_\_\_\_. Delphi: A brief look backward and forward. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 9, p. 1712-1719, 2011.

LORENZEN, L.E.; WOELK, P.O.; DENKENA, B.; SCHOLZ, T., TIMM, I.J.; HERZOG, O. **Integrated process planning and production control**. Institute of Production Engineering and Machine Tools (IFW), University of Hanover, Hanover; Center for Computing Technologies (TZI), University of Bremen, 2006

MANIFESTO, CHAOS. Think Big, Act Small. **The Standish Group International Inc**, 2013.

MARTINS, F. A. S.; PADILHA, T. C. C.. Sistemas ERP: características, custos e tendências. **Produção**, São Paulo-SP, v. 15, n. 1, p. 102-113, jan-abr 2005.

MARTINS, Roberto Antonio. Abordagens quantitativa e qualitativa. In: **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 47-63, 2012.

MARTINS, Antonio Roberto; MELLO, Carlos Henrique Pereira; TURRIONI, João Batista. Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção. **São Paulo: Editora Atlas**, 2014.

MORABITO NETO, R.; PUREZA, V. **Modelagem e simulação**. In: MIGUEL, Paulo A. Cauchick (Org). Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações, v. 2, p. 169-198, 2012.

MENDES, Juliana Veiga; ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. Atualização tecnológica em pequenas e médias empresas: proposta de roteiro para aquisição de sistemas integrados de gestão (ERP). **Gestão e Produção**, v. 14, n. 2, p. 281-293, 2007.

MCKAY, Kenneth N.; BLACK, Gary W. The evolution of a production planning system: A 10-year case study. Department of Management Sciences, University of Waterloo, Waterloo, Ont. N2L 3G1, Canada; College of Business, University of Southern Indiana, Evansville, IN 47712, USA. **Science Direct: Computers in Industry**, 2007, 58, 756–771.

NASCIMENTO, Leila Paula Alves da Silva. Aplicação militar do método AHP com as abordagens *Ratings* e BOCR: O Projeto F-X2. 2010. 150 folhas. Tese de mestrado, área de Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

OKOLI, Chitu; PAWLOWSKI, Suzanne D. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. **Information & Management**, v. 42, n. 1, p. 15-29, 2004.

OLIVEIRA, A. L. P.; SILVEIRA, M. A. P., **ERP in the production area**: User's opinions about needs being met. JISTEM Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação. TECSI FEA USP. Vol. 7, No. 3, 2010, p. 517-544

PANORAMA CONSULTING SOLUTIONS. *2015 ERP REPORT, 2015*. Disponível em: <<http://panorama-consulting.com/resource-center/2015-erp-report/>> Acessado em: 28/04/2015.

PARENTE, Rick; ANDERSON-PARENTE, Janet. A case study of long-term Delphi accuracy. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 9, p. 1705-1711, 2011.

PARTHASARATHY, Sudhaman; SHARMA, Srinarayan. Determining ERP customization choices using nominal group technique and analytical hierarchy process. **Computers in Industry**, v. 65, n. 6, p. 1009-1017, 2014.

SAATY, Thomas L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Makron Books, 1991.

\_\_\_\_\_. The Analytic Hierarchy Process- What it is and how it is used. **Mathl Modelling**, s.l, v.9, n.3-5, p.161-176, 1987

\_\_\_\_\_. How to make a decision : The Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research** , s.l, v.48, p.9-26 ,1990.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Cesar Alexandre de. **Sistemas integrados de gestão empresarial: estudos de casos de implementação de sistemas ERP**. 2000, 253 p. Dissertação (Mestrado em Administração). FEA/USP, São Paulo, 2000.

SUBRAMANIAN, Nachiappan; RAMANATHAN, Ramakrishnan. A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 2, p. 215-241, 2012.

TEITTINEN, Henri; PELLINEN, Jukka; JÄRVENPÄÄ, Marko. ERP in action—Challenges and benefits for management control in SME context. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 14, n. 4, p. 278-296, 2013.

TELES, Francismilton; SILVA, Ricardo Moreira. Avaliação da satisfação dos usuários de sistemas ERP nas médias empresas de confecção do vestuário de Fortaleza. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 2, p. 533-559, 2014.

TENHIÄLÄ, Antti; HELKIÖ, Pekka. Performance effects of using an ERP system for manufacturing planning and control under dynamic market requirements. **Journal of Operations Management**, 2014.

TURRIONI, J.B.; MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá; Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, 2012.

VAIDYA, Omkarprasad S.; KUMAR, Sushil. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of operational research**, v. 169, n. 1, p. 1-29, 2006.

WILLIS, R.; CHIASSON, Mike. Do the ends justify the means? A Gramscian critique of the processes of consent during an ERP implementation. **Information Technology & People**, v. 20, n. 3, p. 212-234, 2007.

WORRELL, James L.; DI GANGI, Paul M.; BUSH, Ashley A. Exploring the use of the Delphi method in accounting information systems research. **International Journal Of Accounting Information Systems**, v. 14, n. 3, p. 193-208, 2012.

WU, Liang-Chuan; ONG, Chorng-Shyong; HSU, Yao-Wen. Active ERP implementation management: A Real Options perspective. **Journal of Systems and Software**, v. 81, n. 6, p. 1039-1050, 2008.

XU, Lan. The evaluation of ERP sandtable simulation based on AHP. **Physics Procedia**, v. 33, p. 1924-1931, 2012.

## Apêndice A – Respostas individuais dos especialistas: Rodada 1

Critério	Subcritério	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6	Subcritério
Política de estoque	Estoque Atual Real	5	9	9	6	6	5	Estoque de Segurança
	Estoque Atual Real	4	7	9	4	2	5	Filosofia Just in Time
	Estoque Atual Real	3	7	9	4	6	1	Lote Econômico de Aquisição
	Estoque Atual Real	5	1	9	3	6	1	Necessidade Líquida
	Estoque Atual Real	3	7	9	3	6	3	Ponto de Pedido
	Estoque de Segurança	5	3	7	5	6	3	Filosofia Just in Time
	Estoque de Segurança	6	3	5	3	1	13	Lote Econômico de Aquisição
	Estoque de Segurança	4	3	5	3	3	5	Necessidade Líquida
	Estoque de Segurança	3	7	5	3	6	1	Ponto de Pedido
	Filosofia Just in Time	4	5	5	4	5	5	Lote Econômico de Aquisição
	Filosofia Just in Time	3	5	5	4	5	5	Necessidade Líquida
	Filosofia Just in Time	3	5	5	4	1	13	Ponto de Pedido
	Lote Econômico de Aquisição	5	1	5	5	4	7	Necessidade Líquida
	Lote Econômico de Aquisição	3	5	3	5	1	17	Ponto de Pedido
Necessidade Líquida	3	1	1	3	4	5	7	Ponto de Pedido
Previsões	Classificação ABC de Materiais	5	9	4	5	6	3	Histórico Demandas
	Classificação ABC de Materiais	6	5	4	5	5	1	Lead Time de Pedidos de Vendas
	Classificação ABC de Materiais	6	5	4	4	5	7	Previsão de Vendas
	Classificação ABC de Materiais	2	5	6	5	5	5	Simulação Futura
	Histórico Demandas	5	7	5	3	5	5	Lead Time de Pedidos de Vendas
	Histórico Demandas	2	7	3	3	5	3	Previsão de Vendas
	Histórico Demandas	2	7	4	4	5	3	Simulação Futura
	Lead Time de Pedidos de Vendas	4	1	1	4	2	6	Previsão de Vendas
	Lead Time de Pedidos de Vendas	4	5	4	4	5	5	Simulação Futura
Previsão de Vendas	8	5	5	3	6	1	Simulação Futura	
MRPI	Calculo do MRP I	6	5	7	2	6	5	Geração de Ordens de Produção
	Calculo do MRP I	5	5	7	3	5	7	Pedidos de Compra
	Calculo do MRP I	7	9	5	3	6	3	Plano Mestre de Produção
	Calculo do MRP I	5	7	4	3	6	5	Previsão de Entrada e Saída de MP
	Geração de Ordens de Produção	5	7	7	4	6	1	Pedidos de Compra
	Geração de Ordens de Produção	5	7	5	4	5	5	Plano Mestre de Produção
	Geração de Ordens de Produção	5	7	5	3	6	5	Previsão de Entrada e Saída de MP
	Pedidos de Compra	7	5	4	3	6	5	Plano Mestre de Produção
	Pedidos de Compra	2	1	1	3	6	1	Previsão de Entrada e Saída de MP
Plano Mestre de Produção	6	5	1	12	5	5	Previsão de Entrada e Saída de MP	
MRPII - Planejamento	Carga de Máquinas	6	4	7	4	6	1	Estimar Capacidade de Produção
	Carga de Máquinas	5	2	1	15	5	3	Integrações com Sistemas Supervisores
	Carga de Máquinas	5	1	1	5	4	5	Lote Econômico de Produção
	Carga de Máquinas	8	2	5	3	5	9	Planejamento de Produção
	Carga de Máquinas	5	1	15	3	5	5	Simulações a partir de Pedidos de Vendas
	Estimar Capacidade de Produção	6	1	11	14	5	5	Integrações com Sistemas Supervisores
	Estimar Capacidade de Produção	5	3	4	4	5	1	Lote Econômico de Produção
	Estimar Capacidade de Produção	8	9	6	3	5	7	Planejamento de Produção
	Estimar Capacidade de Produção	6	3	6	4	5	3	Simulações a partir de Pedidos de Vendas
	Integrações com Sistemas Supervisores	6	3	1	1	4	5	Lote Econômico de Produção
	Integrações com Sistemas Supervisores	8	1	1	1	4	5	Planejamento de Produção
	Integrações com Sistemas Supervisores	5	3	3	1	4	5	Simulações a partir de Pedidos de Vendas
	Lote Econômico de Produção	3	3	4	3	5	7	Planejamento de Produção
Lote Econômico de Produção	2	1	14	3	5	5	Simulações a partir de Pedidos de Vendas	
Planejamento de Produção	3	3	1	14	5	9	Simulações a partir de Pedidos de Vendas	
MRP II - Programa/ Controle	Calculo do MRP II	6	7	5	3	6	5	Controle de Produção
	Calculo do MRP II	8	7	4	3	6	1	Programação de Produção
	Calculo do MRP II	5	1	14	4	6	5	Sequenciamento de Produção
	Controle de Produção	3	7	4	3	5	3	Programação de Produção
	Controle de Produção	4	1	1	4	3	5	Sequenciamento de Produção
	Controle de Produção	4	5	4	3	5	3	Sequenciamento de Produção
Programação de Produção	5	5	6	4	6	5	Reprogramar Produção a partir de Alteração de Pedidos	

Julgamentos individuais dos subcritérios (funcionalidades) referentes a primeira rodada de entrevistas.

Critério	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6	Critério
MRP I	5	1	1	4	6	5	MRP II - Planejamento
MRP I	4	5	5	4	6	3	MRP II - Programa/Controle
MRP I	4	9	3	2	6	5	Política de Estoques
MRP I	4	5	7	3	6	3	Previsões
MRP II - Planejamento	4	7	4	3	6	3	MRP II - Programa/Controle
MRP II - Planejamento	5	7	4	3	6	7	Política de Estoques
MRP II - Planejamento	6	7	4	3	6	3	Previsões
MRP II - Programa/Controle	6	7	7	3	6	5	Política de Estoques
MRP II - Programa/Controle	7	5	4	3	6	5	Previsões
Política de Estoques	2	7	5	4	6	7	Previsões

Julgamentos individuais dos critérios (dimensões) referentes a primeira rodada de entrevistas.

## Apêndice B – Respostas individuais dos especialistas: Rodada 2

Critério	Subcritério	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6	Subcritério
Política de estoque	Estoque Atual Real	6	9	5	3	6	6	Estoque de Segurança
	Estoque Atual Real	5	7	9	6	4	5	Filosofia Just in Time
	Estoque Atual Real	4	7	6	4	6	4	Lote Econômico de Aquisição
	Estoque Atual Real	4	1	7	2	6	4	Necessidade Líquida
	Estoque Atual Real	4	1	7	5	6	5	Ponto de Pedido
	Estoque de Segurança	5	3	8	4	6	5	Filosofia Just in Time
	Estoque de Segurança	4	3	5	2	3	3	Lote Econômico de Aquisição
	Estoque de Segurança	4	4	6	2	5	5	Necessidade Líquida
	Estoque de Segurança	2	1	6	3	6	3	Ponto de Pedido
	Filosofia Just in Time	4	5	4	3	1	1	Lote Econômico de Aquisição
	Filosofia Just in Time	3	5	4	5	5	5	Necessidade Líquida
	Filosofia Just in Time	3	5	7	2	1	1	Ponto de Pedido
	Lote Econômico de Aquisição	5	1	4	3	4	5	Necessidade Líquida
	Lote Econômico de Aquisição	2	2	3	2	1	4	Ponto de Pedido
Necessidade Líquida	3	1	3	4	5	5	Ponto de Pedido	
Previsões	Classificação ABC de Materiais	5	9	4	3	6	3	Histórico Demandas
	Classificação ABC de Materiais	3	5	3	2	5	3	Lead Time de Pedidos de Vendas
	Classificação ABC de Materiais	5	5	5	3	5	6	Previsão de Vendas
	Classificação ABC de Materiais	4	5	5	3	3	3	Simulação Futura
	Histórico Demandas	5	7	2	4	5	4	Lead Time de Pedidos de Vendas
	Histórico Demandas	2	7	2	5	5	3	Previsão de Vendas
	Histórico Demandas	2	7	3	2	1	1	Simulação Futura
	Lead Time de Pedidos de Vendas	2	2	4	2	6	4	Previsão de Vendas
	Lead Time de Pedidos de Vendas	4	5	4	3	3	2	Simulação Futura
	Previsão de Vendas	5	1	2	4	6	5	Simulação Futura
MRPI	Calculo do MRP I	6	5	8	5	1	15	Geração de Ordens de Produção
	Calculo do MRP I	5	1	8	3	5	5	Pedidos de Compra
	Calculo do MRP I	7	9	5	4	1	14	Plano Mestre de Produção
	Calculo do MRP I	5	7	2	2	5	1	Previsão de Entrada e Saída de MP
	Geração de Ordens de Produção	5	7	6	3	6	1	Pedidos de Compra
	Geração de Ordens de Produção	5	7	3	2	1	5	Plano Mestre de Produção
	Geração de Ordens de Produção	3	7	5	4	5	5	Previsão de Entrada e Saída de MP
	Pedidos de Compra	6	5	5	2	4	3	Plano Mestre de Produção
	Pedidos de Compra	2	1	6	2	6	1	Previsão de Entrada e Saída de MP
Plano Mestre de Produção	6	5	3	3	5	5	Previsão de Entrada e Saída de MP	
MRPII - Planejamento	Carga de Máquinas	3	4	4	3	3	3	Estimar Capacidade de Produção
	Carga de Máquinas	3	2	4	3	5	3	Integrações com Sistemas Supervisores
	Carga de Máquinas	5	2	5	2	6	5	Lote Econômico de Produção
	Carga de Máquinas	6	2	2	4	1	6	Planejamento de Produção
	Carga de Máquinas	5	2	3	2	5	5	Simulações a partir de Pedidos de Vendas
	Estimar Capacidade de Produção	6	1	5	5	5	5	Integrações com Sistemas Supervisores
	Estimar Capacidade de Produção	2	3	4	2	5	3	Lote Econômico de Produção
	Estimar Capacidade de Produção	8	9	3	2	3	5	Planejamento de Produção
	Estimar Capacidade de Produção	4	1	4	4	3	3	Simulações a partir de Pedidos de Vendas
	Integrações com Sistemas Supervisores	3	3	6	4	5	3	Lote Econômico de Produção
	Integrações com Sistemas Supervisores	6	1	2	6	5	7	Planejamento de Produção
	Integrações com Sistemas Supervisores	4	3	4	2	5	4	Simulações a partir de Pedidos de Vendas
	Lote Econômico de Produção	3	3	5	3	3	4	Planejamento de Produção
Lote Econômico de Produção	2	1	2	3	3	5	Simulações a partir de Pedidos de Vendas	
Planejamento de Produção	3	3	3	4	6	6	Simulações a partir de Pedidos de Vendas	
MRP II - Programa/ Controle	Calculo do MRP II	6	7	6	2	6	3	Controle de Produção
	Calculo do MRP II	6	7	5	2	6	3	Programação de Produção
	Calculo do MRP II	5	2	4	3	4	5	Sequenciamento de Produção
	Controle de Produção	3	7	3	3	5	3	Programação de Produção
	Controle de Produção	4	2	4	3	4	3	Sequenciamento de Produção
Programação de Produção	4	5	3	4	5	3	Sequenciamento de Produção	
Programação de Produção	5	5	3	2	6	5	Reprogramar Produção a partir de Alteração de Pedidos	

Julgamentos individuais dos subcritérios (funcionalidades) referentes a segunda rodada de entrevistas.

Critério	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6	Critério	
MRP I	5	1	1	2	6	3	MRP II - Planejamento	
MRP I	4	5	7	3	6	3	MRP II - Programa/Controle	
MRP I		4	9	7	2	6	3	Politica de Estoques
MRP I		4	5	4		6	3	Previsões
MRP II - Planejamento	4	7	4	2	6	5	MRP II - Programa/Controle	
MRP II - Planejamento		4	7	7	3	6	4	Politica de Estoques
MRP II - Planejamento		6	7	4	3	6	5	Previsões
MRP II - Programa/Controle		6	7	9	4	6	3	Politica de Estoques
MRP II - Programa/Controle		6	5	7	3	6	5	Previsões
Politica de Estoques		2	7	6	5	6	4	Previsões

Julgamentos individuais dos critérios (dimensões) referentes a primeira rodada de entrevistas.

## Apêndice C – Vetores de prioridades calculados: Rodada 1

Name	Especialista 1		Especialista 2		Especialista 3		Especialista 4		Especialista 5		Especialista 6	
	Normalized By Cluster	Limiting										
Cálculo do MRP I	0,0330	0,0049	0,5575	0,0731	0,5647	0,1714	0,3718	0,1112	0,1393	0,0174	0,3920	0,0542
Geração de Ordens de Produção	0,2479	0,0371	0,0335	0,0044	0,2402	0,0729	0,1801	0,0538	0,0622	0,0078	0,0512	0,0071
Pedidos de Compra	0,0731	0,0109	0,1713	0,0225	0,0345	0,0105	0,2886	0,0863	0,5233	0,0652	0,0699	0,0097
Plano Mestre de Produção	0,5492	0,0822	0,0716	0,0094	0,0809	0,0245	0,0887	0,0265	0,0330	0,0041	0,3237	0,0448
Previsão de Entrada e Saída de MP	0,0969	0,0145	0,1661	0,0218	0,0797	0,0242	0,0708	0,0212	0,2422	0,0302	0,1632	0,0226
Carga de Máquinas	0,0460	0,0032	0,1255	0,0204	0,1276	0,0165	0,3872	0,0574	0,2686	0,0164	0,0535	0,0156
Estimar Capacidade de Produção	0,0919	0,0063	0,3871	0,0629	0,4105	0,0531	0,2445	0,0362	0,0484	0,0029	0,1158	0,0339
Integrações com Sistemas Supervisores	0,0255	0,0018	0,1049	0,0171	0,1389	0,0180	0,0372	0,0055	0,4293	0,0261	0,0331	0,0097
Lote Econômico de Produção	0,1817	0,0125	0,1644	0,0267	0,2129	0,0276	0,1453	0,0215	0,1409	0,0086	0,1598	0,0467
Planejamento de Produção	0,4216	0,0290	0,0560	0,0091	0,0550	0,0071	0,1157	0,0171	0,0836	0,0051	0,5559	0,1626
Simulações a partir de Pedidos de Vendas	0,2334	0,0160	0,1622	0,0264	0,0550	0,0071	0,0700	0,0104	0,0292	0,0018	0,0820	0,0240
Cálculo do MRP II	0,0433	0,0016	0,0640	0,0036	0,5470	0,0370	0,1729	0,0164	0,6196	0,0184	0,4799	0,0417
Controle de Produção	0,2929	0,0108	0,1839	0,0103	0,0606	0,0041	0,2734	0,0260	0,0462	0,0014	0,2472	0,0215
Programação de Produção	0,5341	0,0197	0,6450	0,0361	0,1299	0,0088	0,4684	0,0445	0,2309	0,0069	0,2061	0,0179
Sequenciamento de Produção	0,1297	0,0048	0,1071	0,0060	0,2625	0,0178	0,0853	0,0081	0,1033	0,0031	0,0668	0,0058
Estoque Atual Real	0,4054	0,1240	0,4816	0,2819	0,5955	0,2687	0,3910	0,1379	0,4241	0,2217	0,2436	0,0080
Estoque de Segurança	0,2675	0,0818	0,2040	0,1194	0,1919	0,0866	0,1449	0,0511	0,0951	0,0497	0,1215	0,0040
Filosofia Just in Time	0,0393	0,0120	0,0284	0,0166	0,0219	0,0099	0,0386	0,0136	0,0855	0,0447	0,0530	0,0017
Lote Econômico de Aquisição	0,1440	0,0440	0,0621	0,0363	0,0945	0,0427	0,0618	0,0218	0,0482	0,0252	0,1466	0,0048
Necessidade Líquida	0,0534	0,0163	0,1249	0,0731	0,0377	0,0170	0,2473	0,0872	0,2352	0,1229	0,3887	0,0127
Ponto de Pedido	0,0905	0,0277	0,0990	0,0579	0,0586	0,0264	0,1165	0,0411	0,1120	0,0585	0,0467	0,0015
Classificação ABC de Materiais	0,0421	0,0177	0,0870	0,0025	0,1595	0,0063	0,5191	0,0314	0,1379	0,0352	0,0559	0,0245
Histórico Demandas	0,2927	0,1227	0,0278	0,0008	0,0815	0,0032	0,2141	0,0129	0,0661	0,0169	0,1676	0,0724
Lead Time de Pedidos de Vendas	0,1537	0,0644	0,3636	0,0105	0,4625	0,0182	0,1251	0,0076	0,2450	0,0625	0,0566	0,0244
Previsão de Vendas	0,4407	0,1847	0,3636	0,0105	0,2525	0,0099	0,0924	0,0056	0,5172	0,1320	0,3705	0,1599
Simulação Futura	0,0707	0,0296	0,1580	0,0046	0,0441	0,0017	0,0493	0,0030	0,0338	0,0086	0,3484	0,1504
Gráfico de Gantt	0,1667	0,0033	0,8333	0,0300	0,8571	0,0075	0,2000	0,0089	0,8571	0,0059	0,8333	0,0149
Reprogramar Produção a partir de Alteração de Pedidos	0,8333	0,0164	0,1667	0,0060	0,1429	0,0013	0,8000	0,0356	0,1429	0,0010	0,1667	0,0030

## Apêndice D – Vetores de prioridades calculados: Rodada 2

Name	Especialista 1		Especialista 2		Especialista 3		Especialista 4		Especialista 5		Especialista 6	
	Normalized By Cluster	Limiting										
Calculo do MRP I	0,5628	0,0868	0,4465	0,0586	0,0459	0,0105	0,4185	0,1040	0,0661	0,0082	0,4090	0,0589
Geração de Ordens de Produção	0,1036	0,0160	0,0722	0,0095	0,2266	0,0518	0,0618	0,0153	0,0627	0,0078	0,0520	0,0075
Pedidos de Compra	0,0408	0,0063	0,2575	0,0338	0,5638	0,1289	0,1599	0,0397	0,5544	0,0691	0,0811	0,0117
Plano Mestre de Produção	0,2382	0,0367	0,0299	0,0039	0,1197	0,0274	0,0973	0,0242	0,0712	0,0089	0,2927	0,0422
Previsão de Entrada e Saída de MP	0,0546	0,0084	0,1940	0,0254	0,0440	0,0101	0,2625	0,0652	0,2456	0,0306	0,1653	0,0238
Carga de Máquinas	0,0517	0,0038	0,0610	0,0099	0,0841	0,0043	0,1093	0,0165	0,2058	0,0125	0,0497	0,0048
Estimar Capacidade de Produção	0,1013	0,0074	0,3475	0,0565	0,2555	0,0132	0,2491	0,0377	0,0569	0,0035	0,1327	0,0128
Integrações com Sistemas Supervisores	0,0379	0,0028	0,1606	0,0261	0,0376	0,0019	0,0424	0,0064	0,4431	0,0270	0,0355	0,0034
Lote Econômico de Produção	0,1908	0,0139	0,1902	0,0310	0,4093	0,0211	0,1586	0,0240	0,1390	0,0085	0,2286	0,0221
Planejamento de Produção	0,4336	0,0316	0,1205	0,0196	0,0603	0,0031	0,3802	0,0575	0,1101	0,0067	0,4587	0,0443
Simulações a partir de Pedidos de Vendas	0,1848	0,0135	0,1201	0,0195	0,1532	0,0079	0,0604	0,0091	0,0452	0,0028	0,0949	0,0092
Calculo do MRP II	0,0488	0,0019	0,0541	0,0030	0,5885	0,0152	0,1942	0,0198	0,6006	0,0178	0,2992	0,0151
Controle de Produção	0,2998	0,0116	0,1552	0,0087	0,0610	0,0016	0,2524	0,0258	0,0484	0,0014	0,1484	0,0075
Programação de Produção	0,5173	0,0201	0,6358	0,0356	0,1180	0,0030	0,4692	0,0479	0,2430	0,0072	0,4727	0,0239
Sequenciamento de Produção	0,1341	0,0052	0,1549	0,0087	0,2325	0,0060	0,0842	0,0086	0,1081	0,0032	0,0797	0,0040
Estoque Atual Real	0,4536	0,1352	0,4217	0,2470	0,4979	0,2901	0,3825	0,1513	0,4651	0,2430	0,4360	0,1016
Estoque de Segurança	0,2135	0,0636	0,1712	0,1002	0,2563	0,1493	0,1596	0,0631	0,0893	0,0467	0,1222	0,0285
Filosofia Just in Time	0,0377	0,0112	0,0296	0,0173	0,0229	0,0133	0,0428	0,0169	0,0510	0,0266	0,0381	0,0089
Lote Econômico de Aquisição	0,1381	0,0412	0,1043	0,0611	0,1053	0,0613	0,1006	0,0398	0,0494	0,0258	0,0943	0,0220
Necessidade Líquida	0,0583	0,0174	0,1316	0,0771	0,0434	0,0253	0,2504	0,0991	0,2314	0,1209	0,2683	0,0625
Ponto de Pedido	0,0988	0,0294	0,1417	0,0830	0,0743	0,0433	0,0641	0,0253	0,1138	0,0595	0,0411	0,0096
Classificação ABC de Materiais	0,0470	0,0196	0,0910	0,0026	0,4780	0,0519	0,1749	0,0096	0,1256	0,0321	0,0517	0,0234
Histórico Demandas	0,3161	0,1315	0,0286	0,0008	0,1397	0,0152	0,0609	0,0033	0,0478	0,0122	0,1659	0,0749
Lead Time de Pedidos de Vendas	0,1696	0,0706	0,4482	0,0130	0,2412	0,0262	0,2598	0,0142	0,2332	0,0595	0,0924	0,0417
Previsão de Vendas	0,3676	0,1529	0,2277	0,0066	0,0825	0,0089	0,4146	0,0227	0,5397	0,1377	0,4846	0,2189
Simulação Futura	0,0996	0,0414	0,2044	0,0059	0,0586	0,0064	0,0899	0,0049	0,0537	0,0137	0,2054	0,0928
Gráfico de Gantt	0,8334	0,0167	0,8333	0,0296	0,2499	0,0008	0,6667	0,0319	0,8571	0,0062	0,8333	0,0199
Reprogramar Produção a partir de Alteração de Pedidos	0,1667	0,0033	0,1667	0,0059	0,7501	0,0023	0,3333	0,0160	0,1429	0,0010	0,1667	0,0040