

DOI: 10.5748/9788599693124-13CONTECSI/PS-3983

PRIORIZAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES PARA IMPLANTAÇÃO DO ERP NA GESTÃO DA PRODUÇÃO PELA INTEGRAÇÃO DOS MÉTODOS AHP E DELPHI
PRIORITIZATION OF THE FUNCTIONS FOR ERP IMPLEMENTATION ON PRODUCTION MANAGEMENT BY INTEGRATION OF AHP AND DELPHI METHODS.

Abilio Augusto dos Passos (Centro Universitário de Araraquara, São Paulo, Brasil) - guttopassos@gmail.com

Fábio Ferraz Júnior (Centro Universitário de Araraquara, São Paulo, Brasil) - fabio.ferraz@sensoft.com.br

Cláudio Luis Piratelli (Centro Universitário de Araraquara, São Paulo, Brasil) - clpiratelli@uniara.com.br

Marcelo Eloy Fernandes (Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil) - marceloeloyfernandes@gmail.com

Frequently 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 was 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 full system.

Keywords: ERP. ERP Implementation. Production Management. Delphi Method. AHP.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com 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. 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. A opção de muitas organizações por projetos de implantação dos sistemas de informação de forma condensada e com data definida para finalização do processo de aprendizado e do ajuste entre processos e sistema leva a perda significativa no aproveitamento das funcionalidades disponíveis (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://panoramaconsulting.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 pelo 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.

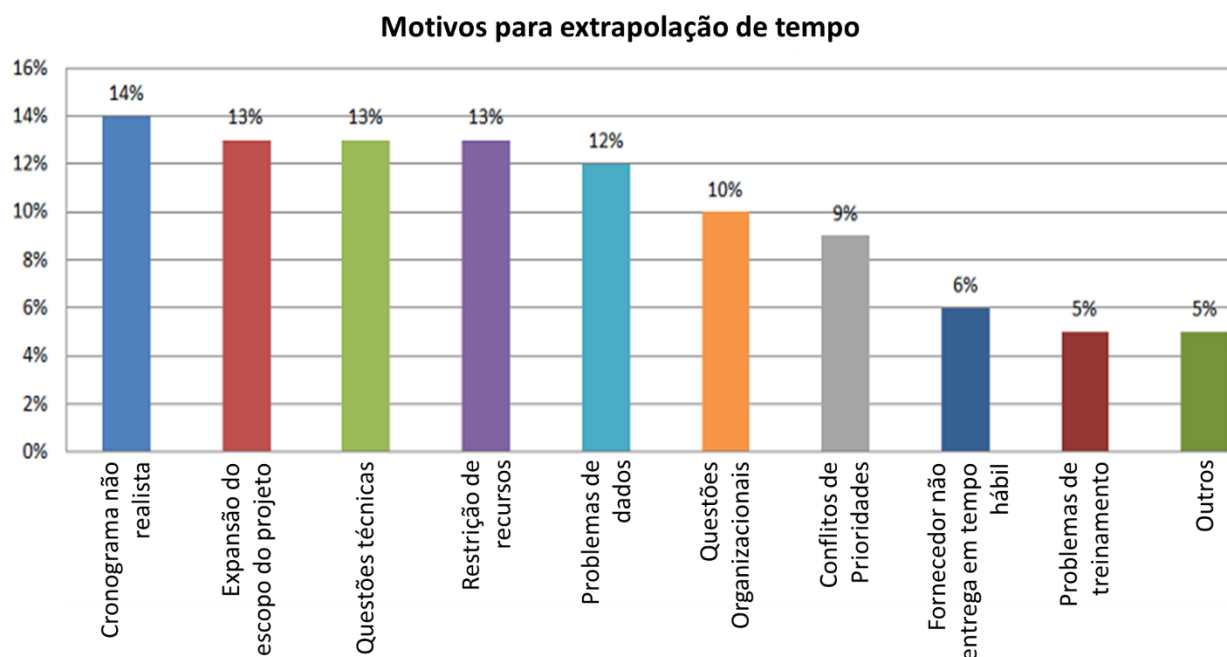
Nota-se que a partir de 2010 os índices de extrapolação no custo aumentaram, com uma redução apenas em 2014. Em contra partida houve um aumento no índice de extrapolação da duração dos projetos em 2014, sendo este o pior índice dos últimos cinco anos.

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

ANO	CUSTO (Milhões)	% DE EXTRAPOLAÇÃO DE CUSTO	DURAÇÃO	% DE EXTRAPOLAÇÃO DE DURAÇÃO	% DE RETORNO DE 50% OU MENOS DE BENEFÍCIOS
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

O gráfico da figura 1, também extraído do ERP Report (2015), demonstra que entre as principais razões para os atrasos 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

Conforme pode-se notar na figura 1, 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.

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.

Nesse contexto essa pesquisa tem como principal objetivo aplicar o método de apoio a decisão para encontrar a melhor sequência de implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção, porém o modelo estudado pode ser replicado para as demais áreas das organizações.

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 conflitos de prioridades, responsável por nove por cento das extrapolações de tempo dos projetos, conforme demonstrado na figura 1.

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) cita na conclusão de sua pesquisa que a implantação dos sistemas ERP dividida em fases resolve diferentes incertezas em diferentes fases.

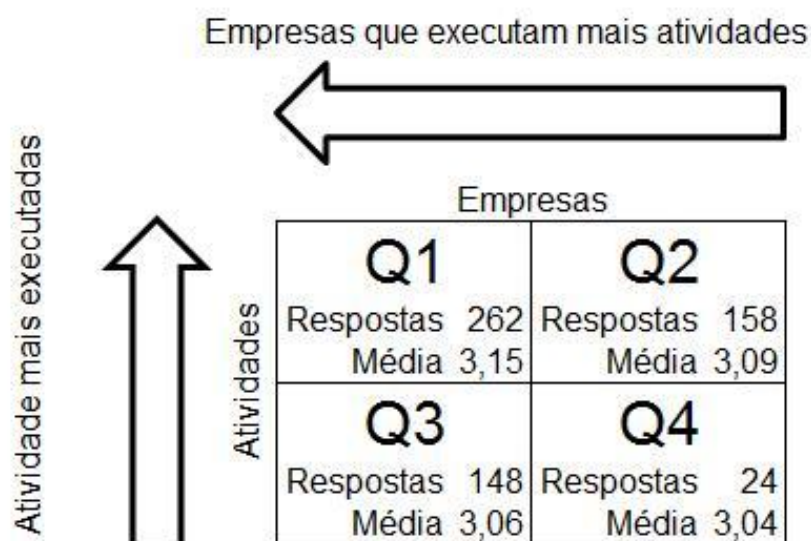
O principal objetivo dessa pesquisa é identificar a melhor sequência de implantação das funcionalidades do ERP na gestão da produção, com base na evolução gradual como recomendado por Wu, Ong e Hsu (2008); Davenport (2012) e Ahmad e Cuenca (2013).

Outro objetivo é 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 para a gestão da produção identificadas por Oliveira e Silveira (2010) para propor uma sequência para a implantação adequada.

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, reduzindo assim custos de implantação melhorando o entendimento das pessoas quanto ao sistema. Este reforça ainda que a mudança na cultura organizacional é inevitável.

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.

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, entretanto não foi encontrado na literatura algo que demonstra a melhor sequência para essa implantação.

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.

2 ERP (Enterprise Resource Planning)

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)

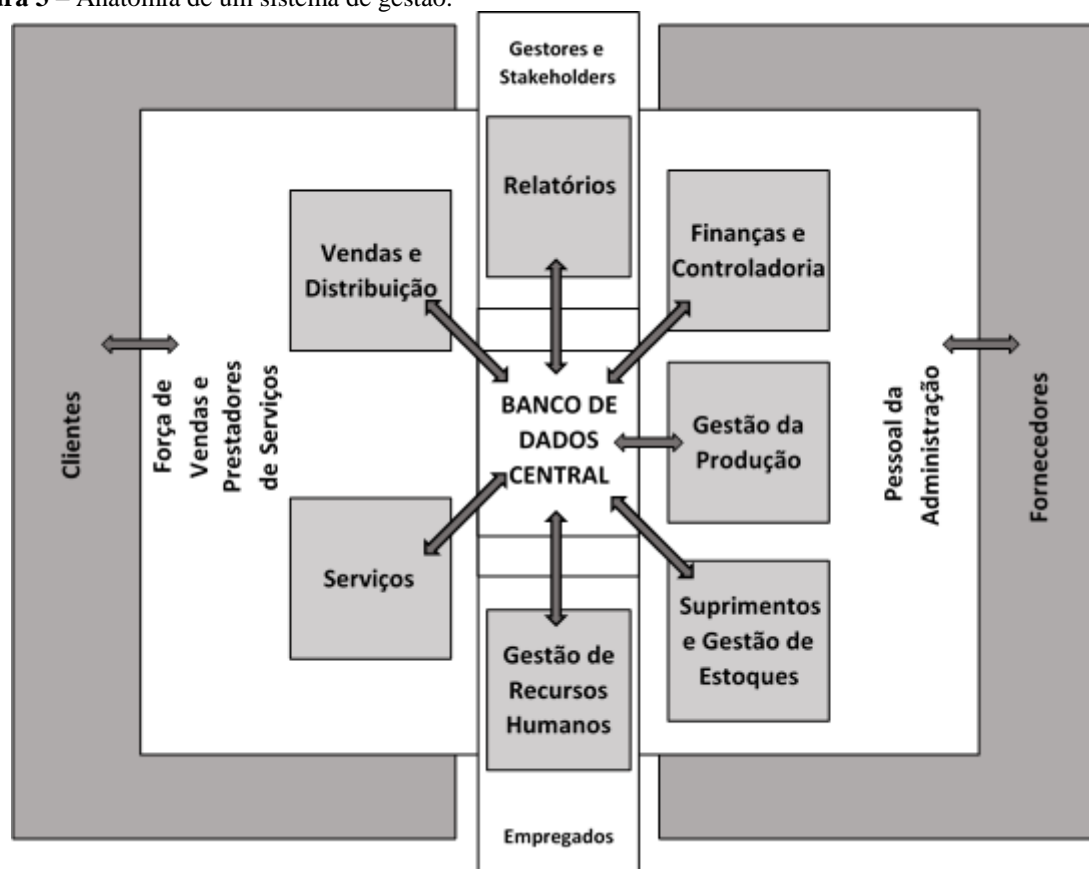
Segundo Souza (2000) e Xu (2014) a sigla ERP foi inicialmente utilizada pela empresa americana de pesquisas Gartner Group, com a intenção de definir o sistema como uma evolução dos sistemas MRP II (Manufacturing Resource Planning). O MRP II por sua vez, é uma evolução dos sistemas MRP I (Material Requirement 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).

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.

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.

Figura 3 – Anatomia de um sistema de gestão.



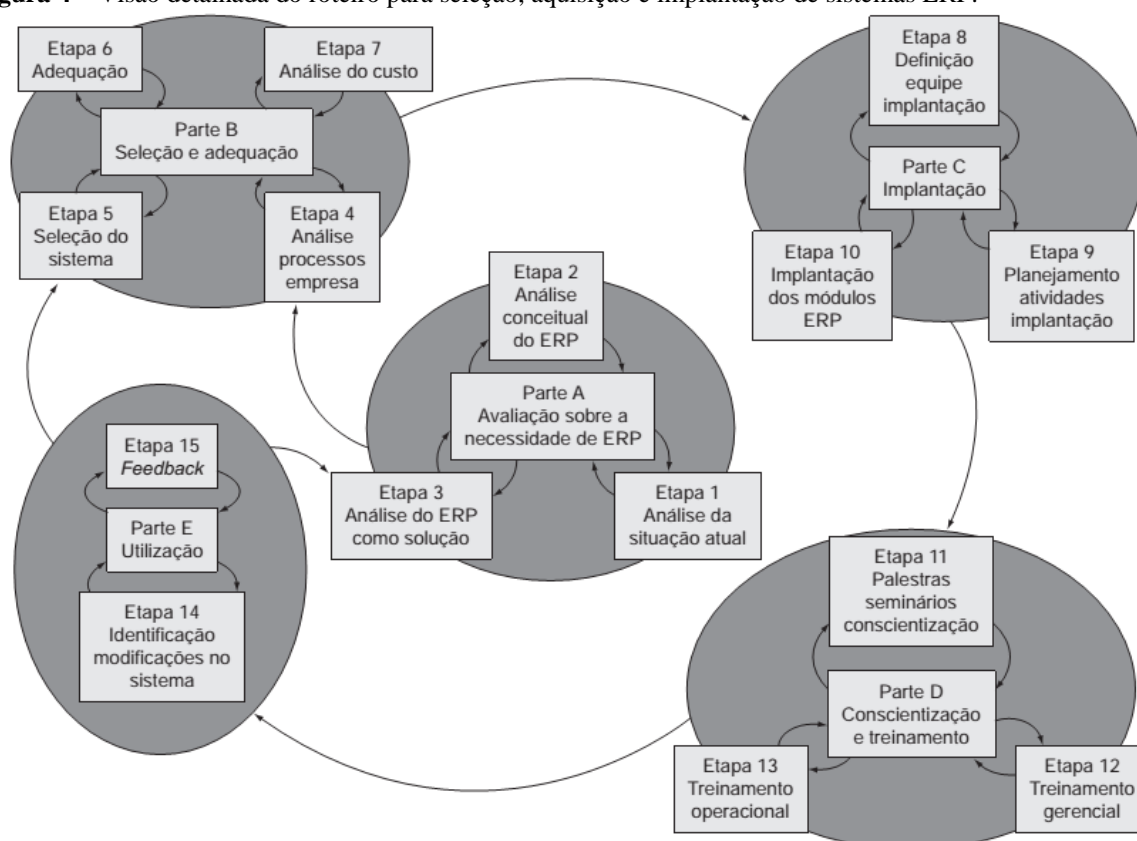
Fonte – DAVENPORT (2012)

2.1 Implantação de Sistemas ERP

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.

Mendes e Escrivão Filho (2007) apresentam um roteiro para seleção, aquisição e implantação de sistemas ERP dividido em cinco partes e quinze etapas conforme apresentado na figura 4.

Figura 4 – Visão detalhada do roteiro para seleção, aquisição e implantação de sistemas ERP.



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

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.

2.2 Funcionalidades do ERP na gestão da produção

Oliveira e Silveira (2010) realizaram uma extensa 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 1 ao 4. 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 1 contém as funcionalidades identificadas por Oliveira e Silveira (2010) para a dimensão de Política e manutenção de estoques.

Quadro 1 – 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 Ganesi (1994)(Cap.3); Martins e Laugení (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 Ganesi (1994)(Cap.4) Martins e Laugení (1998)(Cap. 13)

Fonte – OLIVEIRA e SILVEIRA (2010)

O quadro 2 contém as funcionalidades identificadas por Oliveira e Silveira (2010) para a dimensão de Previsões, com as referências dos Artigos, Teses, Dissertações Livros pesquisadas pelos autores.

Quadro 2 – 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 Laugení (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 3, 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 3 – 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 Ganesi (1994)(Cap.4); Martins e Laugení (1998)(Cap.9,11); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.14); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap.13,15); 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)(Cap.11,13); Slack, Chambers e Johnston (2002)(Cap.14); Davis, Aquiliano e Chase(2001)(Cap.13,15); Gaither e Frazier (2002)(Cap.8); Ritzman e Krajewski(2002)(Cap.12)

Fonte – OLIVEIRA e SILVEIRA (2010)

O quadro 4 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.

Quadro 4 – 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)(Cap.10); 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) (Cap.4); 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)

As funcionalidades do ERP identificadas por Oliveira e Silveira (2010) e apresentadas nos quadros 1 ao 4 foram utilizadas com base para a realização dessa pesquisa.

3 AHP (Analytic Hierarchy Process)

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 de 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 5, possibilita ao tomador de

decisão realizar julgamentos relacionados aos elementos comparados par a par baseados no grau de importância de cada um deles.

Quadro 5 – Escala fundamental de SAATY

Importância	Definição	Explicação
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)

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.

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.
- 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 (DE LIMA et al, 2007).

Quando mais de um especialista realiza a priorização dos critérios e subcritérios através do método AHP 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; DA COSTA e BELDERRAIN, 2009)

Da 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.

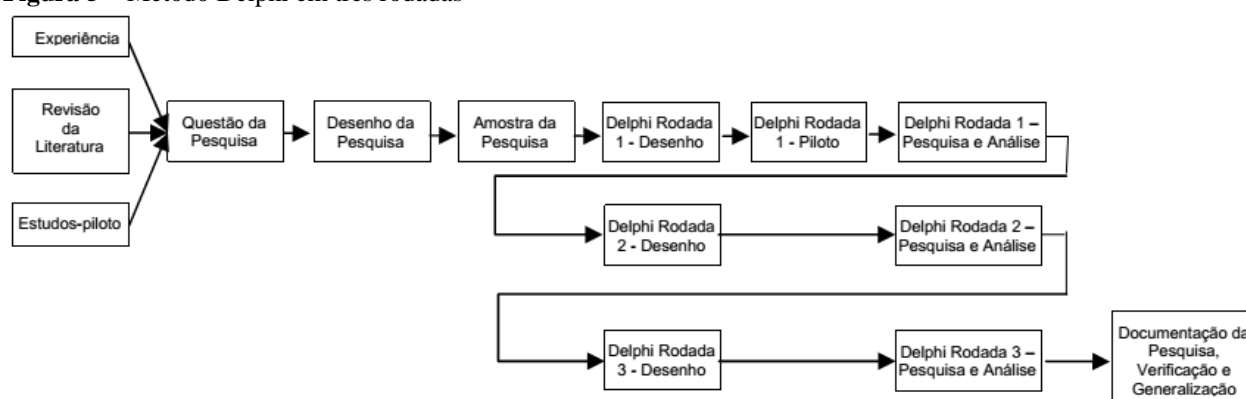
4 MÉTODO DELPHI

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.

Figura 5 – Método Delphi em três rodadas

Fonte – LIMA, PINSKI e IKEDA (2008)

A Figura 5 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. 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.

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 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.

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.

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

5 METODOLOGIA

Utilizou-se nesse trabalho uma fusão de dois métodos de pesquisa. O AHP foi usado para identificar a hierarquia das funcionalidades do ERP por grau de importância na Gestão da Produção. O método Delphi 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 foi escolhido o 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 utiliza 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 é 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.

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.

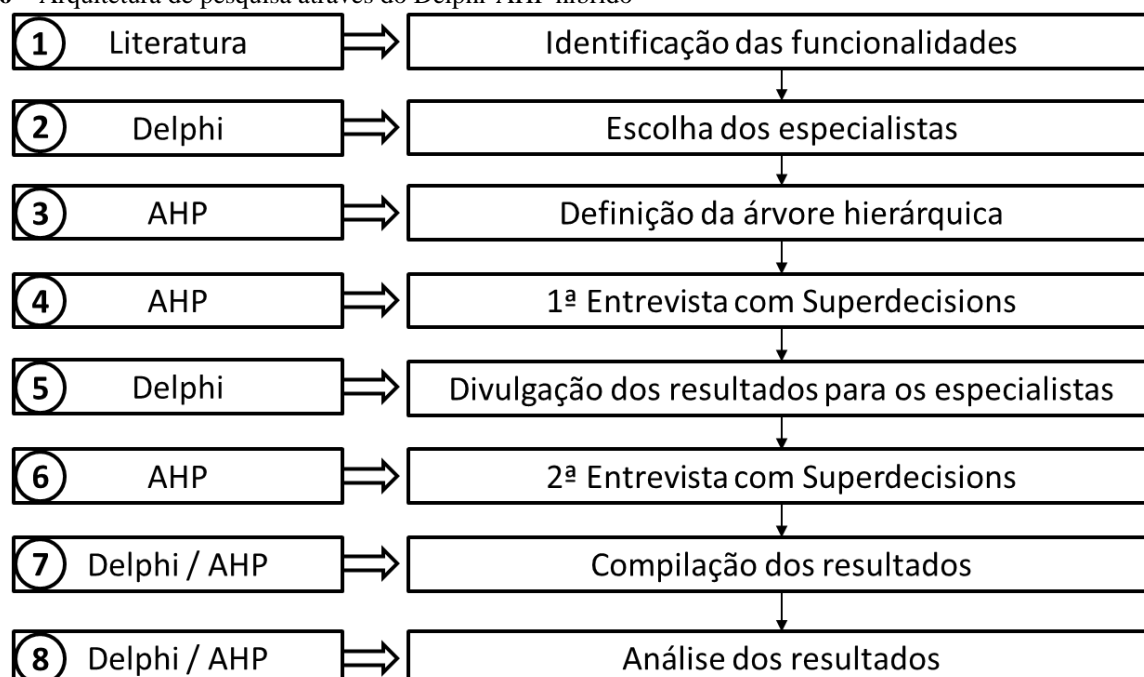
Morabito Neto e Pureza (2012) cita que na modelagem/simulação o pesquisador manipula variáveis, o que caracteriza uma abstração da realidade.

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.

A figura 6 apresenta em ordem cada etapa da pesquisa relacionada ao método utilizado para sua realização.

Figura 6 – Arquitetura de pesquisa através do Delphi-AHP híbrido

Fonte – O próprio autor

5.1 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). A árvore hierárquica foi construída com base nessas funcionalidades.

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 ± 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.

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 que sete funcionalidades, o que não é recomendável em um só grupo.

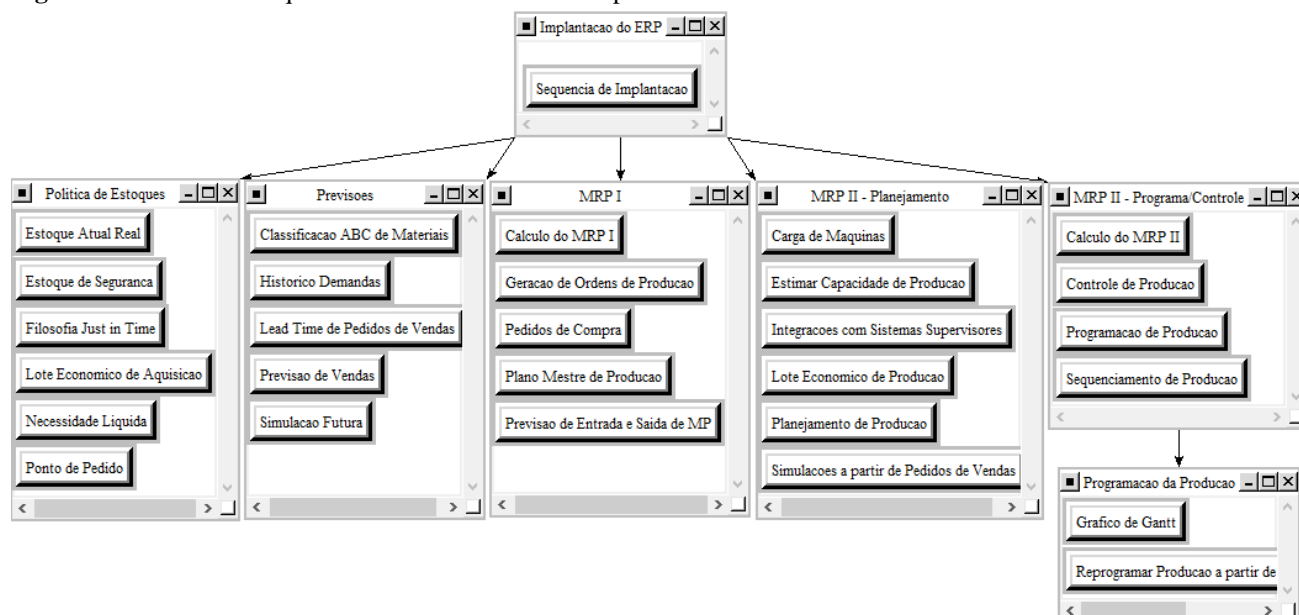
A seguir estão as adequações realizadas utilizando como ponto de partida os quadros 1 ao 4 obtidos na pesquisa de Oliveira e Silveira (2010) e apresentados na seção 2.2.

- O grupo de funcionalidade MRP II foi subdividido em MPR 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”.

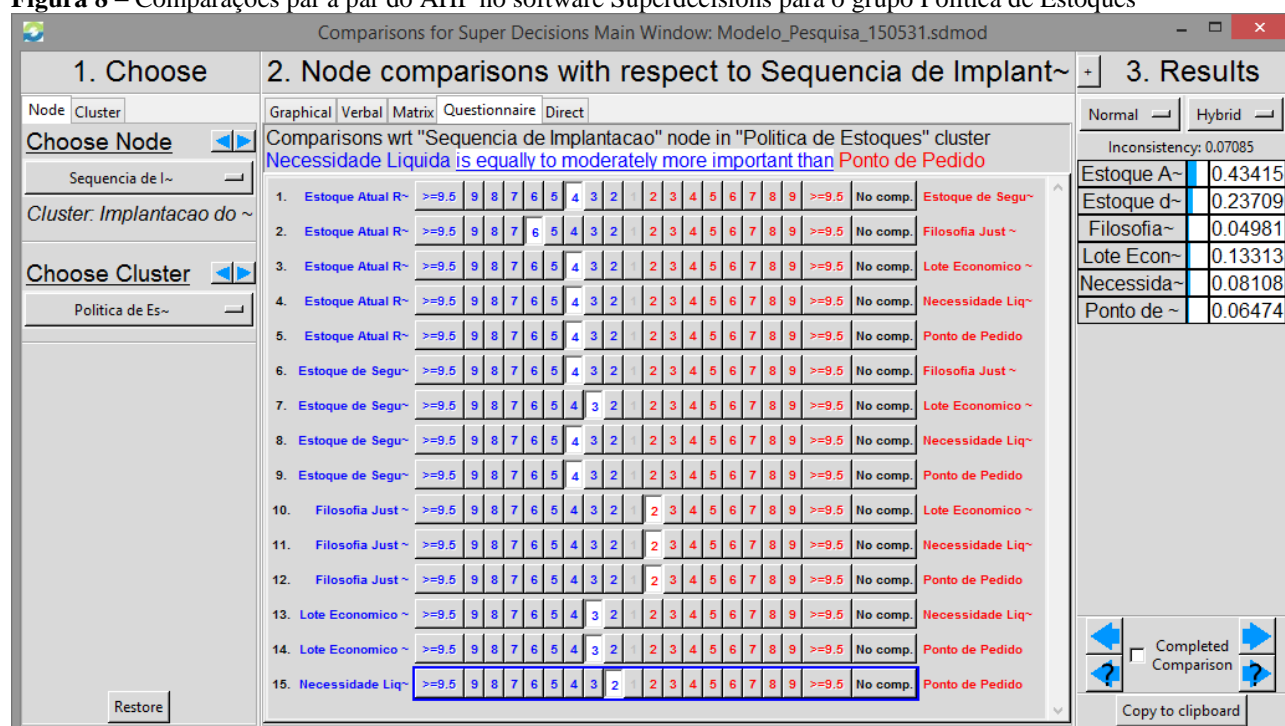
A figura 7 apresenta a árvore hierárquica depois da aplicação dessas adequações.

Figura 7 – 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 automaticamente pelo software Superdecisions com base na árvore hierárquica conforme exemplo da figura 8.

Figura 8 – Comparações par a par do AHP no software Superdecisions para o grupo Política de Estoques

Fonte – O próprio autor

6 COLETA, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

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 maior experiência e conhecimento 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 6 demonstra de forma resumida o conjunto de conhecimento e experiências dos especialistas selecionados.

Quadro 6 – 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	Academia SAP modulo MM.	Entre 15 e 20

	Chefe de TI Analistas de sistemas	MBA - Gestão Empresarial. Bacharel em Gestão de Negócios.	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

6.1 Sequência de implantação obtida com a pesquisa

A tabela 7 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 7 – 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, levando em consideração sua experiência e suas convicções quanto as necessidades da organização.

A tabela 8 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, sendo cinco critérios e seis especialistas, tem-se trinta comparações de inconsistências. 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 8 – Análise das inconsistências as matrizes de comparação

	Especialista 1		Especialista 2		Especialista 3		Especialista 4		Especialista 5		Especialista 6							
Dimensões	R1	R2		R1	R2		R1	R2		R1	R2		R1	R2				
Política 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	↓
Previsões	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 0,20, porém nos casos onde o valor permaneceu acima de 0,20 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.

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 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 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.

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.

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.

CHIASSE, M.; WILLIS, R. **Do the ends justify the means?** A Gramscian critique of the processes of consent during an ERP implementation. Faculty of Business Administration, Lakehead University, Thunder Bay, Canada, and Department of Management Science, Management School, Lancaster University, Lancaster, UK. *Information Technology & People* Vol. 20 No. 3, 2007 p. 212-234

DA COSTA, Thiago Cardoso; 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 LIMA, Miguelangelo Geimba 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.

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.

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.

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.

LINSTONE, Harold A.; TUROFF, Murray. The Delphi Method. **Techniques and applications**, v. 53, 1975.

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

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: **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.

NASCIMENTO, Leila Paula Alves da Silva. Aplicação militar do método AHP com as abordagens *atings* 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.

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.