UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

HEBER LOMBARDI DE CARVALHO

**Método de análise para a coordenação dos processos
de produção sob a ótica de redes de inovação
colaborativas apoiado por agente inteligente evolutivo**

São Carlos
2012

HEBER LOMBARDI DE CARVALHO

MÉTODO DE ANÁLISE PARA A COORDENAÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO SOB A ÓTICA DE REDES DE INOVAÇÃO COLABORATIVAS APOIADO POR AGENTE INTELIGENTE EVOLUTIVO

Tese apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para a
obtenção do Título de Doutor em
Engenharia de Produção.

Área de concentração:
Processos e Gestão de Operações

Orientador: Prof. Associado Dr. Fábio Müller Guerrini

São Carlos

2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Atendimentos ao Usuário do Serviço de
Biblioteca – EESC/USP.

C331m Carvalho, Heber Lombardi de
 Método de análise para a coordenação dos processos
de produção sob ótica de redes de inovação
colaborativas apoiado por agente inteligente evolutivo.
/ Heber Lombardi de Carvalho; orientador Fábio Müller
Guerrini. São Carlos, 2012.

 Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Área de Concentração em
Processos e Gestão de Operações -- Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

 1. Coordenação dos processos de produção. 2.
Inovação. 3. Redes colaborativas. 4. Computação
evolutiva. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **HEBER LOMBARDI DE CARVALHO**.

Título da tese: "Método de análise para a coordenação dos processos de produção sob a ótica de redes de inovação colaborativas apoiado por agente inteligente evolutivo".

Data da defesa: 31/08/2012

Comissão Julgadora:

Prof. Associado **Fábio Müller Guerrini (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Prof. Dr. **Fernando Bernadi de Souza**
(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho/UNESP - Bauru)

Prof. Dr. **Kleber Francisco Espôsto**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Prof. Dr. **Edson Walmir Cazarini**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Prof. Associado **Alexandre Cláudio Botazzo Delbem**
(Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação/USP)

Resultado:

Aprovado

Aprovado

Aprovado

Aprovado

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Prof. Titular **Henrique Rozenfeld**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

Dedicatória

Ao meu pai, Lindolfo (*in memoriam*)

À minha mãe, Marlene

À minha mulher Beatriz

Ao meu filho Nicolás

Agradecimentos

Agradeço a Deus porque Ele me concedeu energia, colocou as pessoas certas no meu caminho, teve muita paciência, manteve-me saudável e equilibrado para não desistir de nada. Nem do meu excelente emprego nem deste incrível desafio de pesquisar.

Agradeço ao meu orientador e amigo Fábio que foi além da técnica, pois, por todos esses anos, depositou confiança, fez-me acreditar que esse trabalho seria possível, passou-me muita segurança, cobrou e também me motivou nas horas certas e com sabedoria me passou a inteligência de sempre aprender. Isso não tem preço. Quando digo do seu jeito de nos orientar ficam todos invejados da sua dedicação. Obrigado Professor. A epígrafe é para você.

Agradeço ao Professor e amigo Alexandre do ICMC-USP que com sagacidade entendeu a necessidade da pesquisa e prontamente se dispôs com o seu conhecimento e contribuiu grandemente para o sucesso desse trabalho.

Agradeço à minha mulher Beatriz que aguentou firme todos esses anos pois, além de auxiliar na pesquisa e também nas revisões suportou as ausências. Como companheira é inigualável seu amor, carinho, compreensão, apoio e dedicação à nossa parceria.

Agradeço ao meu filho Nicolas, já *virtuoso* no violino, que apenas com 7 anos foi um combustível motivador para esse trabalho e precisou ter também bastante paciência, pois indagava: “Papai quando você termina seu livro para ficar comigo o dia inteiro?”.

Agradeço ao meu Pai Lindolfo (*in memoriam*). Ele dizia que conhecimento ninguém toma. Meu grande amigo, conselheiro que, sabiamente, na nossa iniciação, trocava a cada livro lido e explicado a ele por presentes. Estou fazendo o mesmo com o Nicolas. Pai você sempre será meu grande herói.

Agradeço à minha mãe que é uma guerreira. Não canso de dizer que herdei de você a insistência com a vida. Você vem sempre com a célebre frase “Só falta mais uma picaretada. Calma você já vai achar ouro”. Eu te amo Mãe. Obrigado por tudo.

Ao meu irmão Eneas pelo carinho, pelo amor em Cristo e pela amizade.

À minha irmã Mariane que só me fortalece com seu amor e, mesmo sem saber, com conselhos divinos.

Ao meu cunhado Marcel que, além de ser da família, também nos apóia em tudo.

À minha segunda mãe e querida sogra Nelly (*in memorian*) que, infelizmente, partiu pouco antes da conclusão desse trabalho. O seu apoio, a sua energia, a sua motivação, o seu enorme otimismo e a sua compreensão foram fundamentais.

A toda família da minha mulher. Fausto meu cunhado, tia Beti, tia Marina (*in memorian*), tia Lucy, ao pesquisador que me serve de exemplo e que admiro muito, o tio Arno e também a Josefa. Como sempre todos ávidos pelo meu sucesso. Mais uma vez compartilho essa vitória com todos vocês. Obrigado por todo o carinho.

Ao meu sogro, Eng^o Faustino (*in memorian*), pela admiração mútua declarada e por também exercer papel importante na minha motivação em pesquisar.

Ao meu amigo Ricardo Garrido (o Pantcho), que foi essencial no projeto piloto desse trabalho. Obrigado camarada.

À Universidade de São Paulo - USP que proporcionou o desenvolvimento desta pesquisa com colaboradores e infraestrutura excepcionais do departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos - EESC e do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC.

A todos os meus amigos que, de alguma forma, me deram apoio e colaboraram com este trabalho.

Às organizações empresariais que forneceram preciosos dados e se prontificaram a colaborar com a ciência.

Epígrafe

“...Miguilim queria ver se o homem estava mesmo sorrindo para ele, por isso é que o encarava.

- Por que você aperta os olhos assim? Você não é limpo de vista? Vamos até lá. Quem é que está em tua casa?

- É Mãe, e os meninos...

Estava Mãe, estava tio Terêz, estavam todos. O senhor alto e claro se apeou. O outro, que vinha com ele, era um camarada. O senhor perguntava à Mãe muitas coisas do Miguilim. Depois perguntava a ele mesmo: - "Miguilim, espia daí: quantos dedos da minha mão você está enxergando? E agora?"

Miguilim espremia os olhos. Drelina e Chica riam. Tomezinho tinha ido se esconder.

- Este nosso rapazinho tem a vista curta. Espera aí, Miguilim...

E o senhor tirava os óculos e punha-os em Miguilim, com todo o jeito.

- Olha, agora!

Miguilim olhou. Nem não podia acreditar! Tudo era uma claridade, tudo novo e lindo e diferente, as coisas, as árvores, as caras das pessoas. Via os grãosinhos de areia, a pele da terra, as pedrinhas menores, as formiguinhas passeando no chão de uma distância. E tonteava. Aqui, ali, meu Deus, tanta coisa, tudo... O senhor tinha retirado dele os óculos, e Miguilim ainda apontava, falava, contava tudo como era, como tinha visto. Mãe esteve assim assustada; mas o senhor dizia que aquilo era do modo mesmo, só que Miguilim também carecia de usar óculos, dali por diante. O senhor bebia café com eles. Era o doutor José Lourenço, do Curvelo. Tudo podia. Coração de Miguilim batia descompasso, ...”

João Guimarães Rosa

“Professor, amigo e orientador Fábio. Obrigado pelos óculos!!!”

Resumo

No contexto da engenharia de produção a pesquisa analisa a coordenação do processo de produção. As principais frentes de gerentes de planejamento e de controladoria são o atendimento à demanda do mercado e os custos de produção divergentes em relação ao plano inicial. Verifica-se que há uma lacuna processual entre dois processos organizacionais, a análise de controladoria direcionada a custos realizados e a análise de planejamento e controle da produção voltada ao atendimento da demanda. A assimetria do uso do mesmo conjunto de dados com visões críticas distintas, contudo com intenções finais similares, motivam o trabalho. Levanta-se a hipótese da análise dos dados com fundamentação conceitual estruturada para abranger a rede de colaboração produtiva. O objetivo é, então, estabelecer um método de análise para a coordenação do processo de produção, elaborado sob a ótica de redes de inovação colaborativas apoiado por agente inteligente evolutivo. A fundamentação conceitual da coordenação do processo de produção, da inovação e da função de produção compõem a estrutura da revisão literária. Pelo método de pesquisa, sob o recorte analítico de vertentes teóricas de redes, uma inovação promovida pela pesquisa foi o mapeamento e a associação de variáveis processuais internas ao nó principal da rede aos nós processuais externos. Uma aplicação tecnológica comercial não é suficiente para interpretar esse ambiente dinâmico e orientado à mudança. O algoritmo DAMICORE, sob a égide evolutiva da biologia, encontra nós homólogos e interpreta o rótulo dos nós processuais validados em campo. O novo método de análise para a coordenação do processo de produção é aferido em rede por um projeto piloto e replicado, então, em vinte e uma redes com resultados melhores comparativamente ao método tradicional. Assim, a pesquisa cria um novo paradigma de análise para processos em rede e demonstra a representatividade de variáveis associadas a nós processuais, desde que eleitas conceitualmente e validadas por especialistas da área.

Palavras-chave: Coordenação dos processos de produção; inovação; redes colaborativas; computação evolutiva.

Abstract

In the industrial engineering context this research examines the coordination of production process. The main concerns of planning managers and controllers are the demand oscillation and deviation of budget production costs. There is a lack between two processes, the controlling analysis aimed at real costs and planning analysis aimed at demand. The motivation of this work is the asymmetry of the use of the same data set from different perspectives but with similar goals. It is possible to elaborate the hypothesis to analyse of structured data with the conceptual basis to study the cooperative network. The goal is to establish a method of analysis for the coordination of production process systematized from the perspective of innovation collaborative networks where this method is compiled by evolutionary concepts with an intelligent agent application. The literature review comprises the coordination of production process, the innovation concepts and the production function concepts. The method of research applies variables belonging to internal process to external process from principal network node, this approach it is done under the analytical of theoretical networks basis. The method of research is designed to find variables belonging to internal process to relate to external process variables from principal network node, this approach it is done under the analytical of theoretical networks basis. This way has promoted a innovation for the work. A commercial technological application is not enough to mining data set from this dynamic and change oriented environment. The DAMICORE algorithm under the evolutionary concepts from biology area can find correlated nodes validated with the field data. The new method of analysis for the coordination of production process is adjusted by a pilot project then it is replicated in twenty-one networks with amazing results when compared to the current method. The research creates a new paradigm for process analysis and demonstrates the variables power representation and association from network processes if they are under conceptual basis to validate by experts.

Key-words: Coordination of production processes; innovation; collaborative networks; evolutionary computation.

Lista de Figuras

Figura 1: Modelos que compõe a metodologia EKD e respectivas interações.....	59
Figura 2: Relacionamento dos modelos EKD com geração orientada pelo método de pesquisa.....	63
Figura 3: Modelo do processo analisado - <i>As-Is</i>	68
Figura 4: Modelo de objetivos do método tradicional de análise - <i>As-Is</i>	70
Figura 5: Modelo de regras de negócio método tradicional de análise - <i>As-Is</i>	72
Figura 6: Modelo processos de negócio método tradicional de análise - <i>As-Is</i>	74
Figura 7: Modelo de atores e recursos método tradicional de análise - <i>As-Is</i>	76
Figura 8: Modelo de conceitos método tradicional de análise - <i>As-Is</i>	78
Figura 9: Modelo de componentes e requisitos técnicos método tradicional de análise - <i>As-Is</i>	79
Figura 10: Rede com variáveis representantes dos nós processuais - <i>need-for-change</i>	92
Figura 11: Cenários DNA do Processo 1 decomposto.....	102
Figura 12: Cenários DNA do Processo 2 decomposto.....	105
Figura 13: Cenários DNA do Processo 3 decomposto.....	108
Figura 14: Rede R001 Processo 1.4 clusterizado pelo DAMICORE – texto e DNA.....	109
Figura 15: Distância e nós correlatos Rede R001 – Processo 1.4.....	110
Figura 16: Gráficos de desempenho e comparação entre os métodos.....	116
Figura 17: Modelo de objetivos do método de análise elaborado pela pesquisa - <i>To-be</i>	119
Figura 18: Modelo de regras de negócio do método de análise elaborado pela pesquisa - <i>To-be</i>	121
Figura 19: Modelo de regras e objetivos do método de análise elaborado pela pesquisa - <i>To-be</i>	123
Figura 20: Modelo processos de negócio do método de análise elaborado pela pesquisa - <i>To-be</i>	127
Figura 21: Modelo de atores e recursos do método de análise elaborado pela pesquisa - <i>To-be</i>	129
Figura 22: Modelo de conceitos do método de análise elaborado pela pesquisa - <i>To-be</i>	132
Figura 23: Modelo componentes e requisitos técnicos- método de análise elaborado pela pesquisa - <i>To-be</i>	135
Figura 24: Desempenho do método elaborado pela pesquisa na base sintética	158
Figura 25: Nó principal.....	160
Figura 26: Nó secundário produtivo.....	160
Figura 27: Nó secundário cliente.....	161
Figura 28: Compilação da pesquisa	161
Figura 29: Resumo da obra.....	162

Lista de Quadros

Quadro 1: Variáveis eleitas teoricamente e validadas em campo para análise.....	82
Quadro 2: Perfil das redes analisadas.....	84
Quadro 3: Banco de Dados planejados da R001– exemplo construtivo.....	86
Quadro 4: Banco de Dados Reais da R001 – exemplo construtivo.....	86
Quadro 5: Variáveis justificadas no uso pelo relacionamento conceitual	89
Quadro 6: Associações entre as variáveis e o nós da rede.....	95
Quadro 7: Variáveis representantes dos nós da rede.....	97
Quadro 8: Variáveis representantes dos nós da rede com ligações de baixa intensidade.....	98
Quadro 9: Variáveis representantes dos nós da rede com ligações de alta intensidade.....	99
Quadro 10: Comparativo entre os métodos.....	113
Quadro 11: Comparativo do desempenho na base sintética.....	158

Lista de abreviaturas e siglas

BI	Business Intelligence
DAMICORE	Data Mining of Code Repositories
DM	Data Mining
DW	DataWarehouse
EIS	Executive Information Systems
EKD	Enterprise Knowledge Modelling
ERP	Enterprise Resource Planning
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
FN	Fast Newman
NCD	Normalized Compression Distance
NJ	Neighbor Joining
OECD	Organisation for Economic Co-operation an Development
OLAP	Online Analytical Processing
SPRU	Science Policy Research Unit
S&OP	Sales and Operation Planning

Sumário

1 Introdução.....	25
1.1 Tema e contexto	25
1.2 Lacuna.....	27
1.3 Questões-chave e hipótese	28
1.4 Objetivo.....	29
1.5 Justificativa	29
1.6 Método de pesquisa	30
1.7 Estrutura do trabalho	31
2 Revisão bibliográfica.....	32
2.1 Redes Colaborativas	33
2.1.1 Cooperação	34
2.1.2 Formação e gerência de redes	35
2.1.3 Ciclo de vida de redes	38
2.1.4 Transferência tecnológica e geração de conhecimento em redes	39
2.1.5 Sistemas produtivos dinâmicos sob a perspectiva de redes.....	40
2.2 Inovação	41
2.3 Coordenação dos processos de produção	45
2.4 Função Produção	48
2.5 Inteligência de Negócios e Sistemas Integrados de Gestão.....	50
2.6 Inteligência Artificial: Computação Evolutiva	51
2.6.1 Computação evolutiva	52
2.6.2 Nova abordagem para formação e identificação de clusters	53
3 Método de pesquisa	56
3.1 Fundamentação método de pesquisa.....	56
3.2 Metodologia Enterprise Knowledge Development - EKD.....	58
3.3 Orientação do método de pesquisa - modelos EKD relacionados.....	62
4 Coleta de Dados	64
4.1 Orientação teórica	64
4.2 Protocolo da pesquisa no Estudo de Caso	65
4.2.1 Modelo do processo analisado – Estado Atual (As-Is).....	67
4.2.2 Método tradicional de análise – Estado Atual (As-Is).....	69
4.2.3 Levantamento e eleição das variáveis	80

4.2.4	Perfil das redes analisadas	83
4.2.5	Coleta e elaboração do Banco de Dados	85
4.2.6	Aplicação e validação teórica.....	87
5	Análise dos dados	90
5.1	Recorte analítico de redes – Necessidade para a Mudança (<i>Need-for-Change</i>)...	90
5.2	Aplicação e análise do algoritmo inteligente DAMICORE.....	96
5.3	Análise de indicadores – comparativo entres os métodos	111
6	Resultados - método de análise elaborado pela pesquisa - Estado Futuro (<i>To-Be</i>).....	117
6.1	Modelo de objetivos - Estado Futuro (<i>To-Be</i>)	118
6.2	Modelo de regras de negócio - Estado Futuro (<i>To-Be</i>).....	120
6.3	Modelo de processos de negócios - Estado Futuro (<i>To-Be</i>).....	124
6.4	Modelo de atores e recursos - Estado Futuro (<i>To-Be</i>).....	128
6.5	Modelo de conceitos - Estado Futuro (<i>To-Be</i>)	130
6.6	Modelo de componentes e requisitos técnicos - Estado Futuro (<i>To-Be</i>)	133
7	Conclusão.....	136
8	Referências	140
	Apêndice A – Aplicações em inteligência artificial.....	153
	Apêndice B – Base sintética.....	157
	Apêndice C – Ilustração da rede analisada.....	159

1 Introdução

1.1 Tema e contexto

A coordenação dos processos de produção em relação ao plano decisório, dividido em estratégico, tático e operacional, está no ambiente tático. Semanticamente, a coordenação dos processos de produção, em uma visão processual, permite nomear quatro processos que representam a dinâmica produtiva de uma operação fabril. Os processos compreendem o planejamento, a demanda e compras; a internalização de insumos, conhecido também como “ Logística *Inbound* ”; a manufatura; e a externalização de produtos acabados e serviços também chamado de “Logística *Outbound*” (PASINETTI, 1959, 1966, 1978 ,2003 e 2005 e LANDESMANN e SCAZZIERI, 1996).

Como contribuição para os avanços da área, o processo de produção foi descrito e modelado por Landesmann e Scazierri (1996) com características comuns entre si. Essas características podem, em um primeiro momento, contribuir para eficiência e otimização pontuais do processo de produção. Entretanto, a ausência de um método estruturado para interpretar as variáveis processuais em comum e a relação entre elas somada à alta rotatividade de recursos que implica perda de conhecimento, a coordenação dos processos de produção se encontra deficiente para gerar resultados orientados pela inovação.

Na abordagem da função produção que engloba o conjunto de insumos, de capital e de trabalho quando colocados em função de um dado volume de produção resultam em produtos e/ou serviços. A coordenação dos processos de produção amplia o campo de atuação. A preocupação para estabelecer e entender controles não deve estar restrita a um único ponto fabril e, sim a uma rede produtiva.

Esse contexto gerencial quando não preparado para os impulsos internos e/ou externos oriundos de processos de inovação causa impactos negativos estruturais significativos no processo produtivo. Os impulsos são mudanças geradas pela combinação dos desejos de consumo com o processo de inovação que permeia a cadeia produtiva. Com isso, a fim de

satisfazer desejos e metas estratégicas, essa fase tática intermediária a ser analisada carente de conhecimento estruturado, força a gerência a implantar otimizadores sistêmicos de análise diretamente no plano operacional. No entanto, a análise se encerra por seguir uma tendência padronizada e deficiente entre analistas de controladoria e planejamento e controle da produção. (BAUMOL, 2008, 2005 e 2004).

Os impactos, com relações diretas ou indiretas, acarretam em prejuízos ao produto, pois, os critérios competitivos baseados em custo, prazo e qualidade, não são completamente considerados nas análises tradicionais estabelecidas nas organizações.

Essa deficiência é paliativamente coberta por sistemas de apoio a decisão de alta complexidade de modelagem e de implantação. Além disso, a manutenção desses sistemas necessita de recursos humanos dedicados para extração de dados e à combinação deles para geração de cenários táticos.

Sob um recorte analítico de redes de empresas, esse processo se dá, geralmente, em empresas que fazem parte de uma rede colaborativa. Isso significa que alguma demanda em comum une os participantes da rede. Essa demanda principal parte das grandes empresas que acabam instituindo uma relação entre os participantes da rede que podem ser de fornecimento de insumos, de semi-elaborados ou até de serviços.

O escopo da pesquisa está, assim, nas fronteiras da engenharia de produção com o tema da coordenação dos processos de produção no que se refere às informações pertinentes à fabricação e à montagem de produtos e/ou serviços. A inovação reside em disponibilizar artifícios robustos para a montagem da função produção a fim de garantir a construção, a utilização, o questionamento e a busca do seu equilíbrio.

Os dados de maximização de lucro, economia de escala e de escopo são analisados para apoiar as decisões dos níveis táticos da coordenação do processo de produção de redes produtivas. Assim, na pesquisa, os dados de planejamento são direcionados às táticas fabris, que começam com a premissa de atendimento a demanda com o menor custo e maior lucro possíveis, e não às vendas, mesmo sendo úteis para isso no cotidiano das empresas. Dessa forma, disponibiliza-se a análise para os envolvidos no processo para a tomada de decisões comerciais e direcionamento de vendas.

Como limitante ficam os agrupamentos dos dados de matéria-prima e dos dados de fornecedores, que passaram por uma padronização sistematizada pela teoria da firma que contém a função produção. Essa adequação, no entanto, devido ao acordo de confidencialidade exigido pelas empresas analisadas, preserva a atuação do método desenvolvido pela pesquisa.

Nesse contexto, se insere a coordenação do processo de produção, um nível tático com a finalidade de implantar ações eficazes para alcançar os objetivos e equilíbrio da função produção. Os objetivos são delineados pela estratégia de uma empresa que está contida em uma rede colaborativa de operações produtivas.

1.2 Lacuna

A análise tradicional do processo de produção se orienta para explicar variações do plano de operações e vendas. As frentes do plano de operação e vendas são baseadas em custo, em estoque, em demanda e em capacidade. O foco está nas variáveis que separadamente pertencem a cada uma destas frentes, como por exemplo: a quantidade e o valor da situação de estoque em dado momento; o atendimento à demanda para uma certa família de produtos; a diminuição da margem bruta de um determinado produto; um recorde de produção de um ponto produtivo da cadeia fabril dentre outros que representam separadamente as frentes.

Nos processos delineados e contemplados na coordenação dos processos de produção, Landesmann e Scazzieri (1996) mostram que o conteúdo de um processo produtivo é composto pelos conjuntos de tarefas, de agentes e de materiais em processo. Os autores também afirmam que, para a coordenação dos processos de produção dosar as quantidades de insumos, de capital e de volume não é uma atividade simples e rápida. A estrutura de análise das decisões tomadas nesse processo requer tempo operacional de especialistas, analistas de planejamento e controle da produção e de analistas de controladoria especializados em custo, para analisarem os bancos de dados, conhecidos como *datawarehouses* dos sistemas integrados de gestão, os *Enterprise Resource Planning* (ERPs).

Os *datawarehouses* são grandes bancos de dados separados dos sistemas integrados de gestão e construídos a partir dos dados deles, os ERPs, que contém as atividades organizacionais. Neles, os DWs, deve constar um desenho processual que possibilite a extração e análise dos dados para tomada de decisão tático-gerencial. Essa extração e cruzamento dos dados históricos existentes com múltiplas perspectivas, visões e versões diferentes para análises rápidas são denominadas pelo termo em inglês *Online Analytical Processing* – os OLAPs.

Os sistemas *Online Analytical Processing* - OLAP sem direcionamento e método resultam em planilhas de alto custo operacional e de entendimento complexo. Instaura-se, então, nas empresas, um processo de geração analítica de cenários e políticas-ação de tentativa e erro com alta dependência de especialistas que tentam explicar as variações causadas pela coordenação do processo de produção. Há, portanto, uma lacuna a ser explorada diante da inexistência de um processo de análise integrada não estabelecido entre setores distintos, o de controladoria e o de planejamento das empresas para momentos e orientações divergentes.

1.3 Questões-chave e hipótese

A pesquisa analisa as seguintes questões-chave:

A análise em pontos isolados de uma rede colaborativa da coordenação dos processos de produção contribui com o desempenho do nível decisório tático?

A análise da coordenação dos processos de produção com uma visão integrada e o relacionamento entre processos de uma rede colaborativa contribui com o desempenho do nível decisório tático?

O trabalho de pesquisa lança a hipótese:

Um processo pertencente ao nó principal ou secundário de uma rede produtiva, se mapeado em rede, com variáveis baseadas na coordenação do processo de produção, nos conceitos de inovação e da função produção, examinado com o apoio de um agente inteligente evolutivo, que interprete estruturadamente e confronte dados planejados com dados reais, propicia gerar um método de análise mais eficaz que o método tradicional.

1.4 Objetivo

O objetivo da pesquisa é estabelecer um método de análise para a coordenação do processo de produção, elaborado sob a ótica de redes de inovação colaborativas apoiado por agente inteligente evolutivo.

Como objetivo secundário o método de análise proposto visa contribuir para a melhora do desempenho organizacional na análise da coordenação do processo de produção. Com a aplicação na rede produtiva e não mais em pontos isolados, o método correlaciona os nós de forma integrada. De maneira que essa busca estruturada, fundamenta, questiona, apoia e revisa o equilíbrio da função produção.

1.5 Justificativa

Para Olsak e Ziemba (2007) a geração de *Online Analytical Processing - OLAP* tem a finalidade de apoiar o processo de tomada de decisão. Os autores afirmam que a criação de enormes bases de dados com informações de produção e critérios de análise geram volumes redundantes, pois são orientados pela percepção e experiência de um decisor apoiado por um número pequeno de especialistas.

Em vista disso, o trabalho se justifica para suprir a deficiência decisória de nível tático em ambientes dinâmicos. Questões cotidianas que aparecem mediante o comportamento da cadeia produtiva geram impactos diretos nos

fatores de compra de insumos, de investimento em capital, do aumento, da diminuição ou da terceirização da capacidade que afetam o equilíbrio da função produção. Nesse âmbito tático, é possível, então, extrair vantagens competitivas orientadas pelos requisitos da inovação.

Logo, surge uma oportunidade de inserção e combinação teórica e prática de pesquisa ao se abordar a coordenação dos processos de produção sob as vertentes teóricas de redes de inovação. Nesse aspecto, é propícia a utilização de técnicas avançadas de otimização adaptáveis a contextos flexíveis e em constantes mudanças contidas na computação evolutiva.

Para Fogel (1999) e Back *et al* (1997) a computação evolutiva é um conjunto de técnicas com alto grau de generalização, de flexibilidade e adaptabilidade para utilização em problemas complexos e modeláveis matematicamente. Para esse complexo agrupamento de fatores dinâmicos representados por meio da função produção a computação evolutiva será a ferramenta de apoio técnico para o alcance do objetivo da pesquisa.

Sendo assim, há fundamentos para a implantação de um método de análise para o *modus operandi* da coordenação dos processos de produção. Pois, o método de análise se estiver orientado sob as diretrizes de coleta da inovação consolidadas pela OECD (2007), sob o apoio de um agente inteligente evolutivo e sob o recorte analítico de redes, melhora o nível de análise para aumento do desempenho da organização em relação à função produção.

1.6 Método de pesquisa

Conforme orienta Yin (2005), um método de pesquisa deve conter uma relação entre a revisão bibliográfica e o estudo de caso. A revisão da literatura é composta pelas bases e diretrizes da inovação, pela coordenação dos processos de produção, pela perspectiva das análises das vertentes teóricas de redes colaborativas, pelas técnicas da computação evolutiva, pelas análises das combinações resultantes da função produção e pelos respectivos impactos causados nela.

Perpassando por todo o processo tanto conceitual quanto na coleta em campo, há a utilização da metodologia de modelagem, *Enterprise Knowledge*

Development – EKD, para apoio e estruturação dos modelos de referência detectados na pesquisa. A metodologia EKD se faz presente com as técnicas de modelagem ao longo de toda a pesquisa e geração dos modelos de forma consensual.

Deste modo, o estudo de caso se divide entre a preocupação de modelar o consenso do entendimento tradicional e atual da análise da coordenação do processo de produção e a constatação da lacuna explorada pela pesquisa que consiste na ausência teórica e estruturada de um método de análise mais abrangente. Em seguida, no estudo de caso se encontram as condições de formatar um processo padrão da coordenação dos processos de produção para entrada de dados a serem comparados. Em posse do processo padrão, os dados do estudo de caso auxiliam na confirmação e na validação do modelo em campo com a coleta de dados para confrontar as análises dos dados e a geração de resultados. Essa fase compreende a replicação literal e teórica do método para garantir a consistência dele e o distanciamento da influência de quem o cria (YIN, 2005).

1.7 Estrutura do trabalho

O capítulo 1 introduz e contextualiza a pesquisa. O capítulo 2 aborda a revisão da literatura. O capítulo 3 contém o método de pesquisa. O capítulo 4 descreve-se a coleta dos dados. No capítulo 5 analisam-se os dados. O capítulo 6 com os resultados, declara-se o método de análise estruturado pela pesquisa. O capítulo 7 conclui a pesquisa.

2 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica engloba os assuntos pertinentes à resolução do problema que a pesquisa se propõe a resolver. O trabalho se dá em torno da sistematização de um método de análise para coordenação dos processos de produção, no âmbito tático em redes colaborativas, orientado pelas diretrizes da inovação (OCDE, 2007). Diferentemente do que se encontra no mercado, os *Business Intelligence* - BIs, atuam para o âmbito estratégico, quando deveriam atuar também para o âmbito tático, onde se verifica a lacuna que a pesquisa preenche. Os BIs, necessitam de alta intervenção humana com a freqüente geração de *Online Analytical Processing* – OLAPs em *datawarehouses* oriundos dos ERPs.

De forma que, para se refutar ou para se comprovarem as características demandadas pela hipótese, de se desenhar tecnicamente um processo pertencente a um nó principal ou a um nó secundário de uma rede produtiva e encontrar variáveis que representem um processo, doravante, nós produtivos processuais da rede, que solicitam orientação da inovação e de uma tecnologia para apoiar a dinamicidade da busca pelo equilíbrio da função produção, faz-se necessária uma investigação na literatura que permita relacionar e justificar a utilização dos conceitos declarados.

O interrelacionamento da revisão literária se dá, deste modo, por intermédio da análise dos conceitos da inovação, da coordenação do processo de produção e da função produção. Estes conceitos são agrupados sob o recorte analítico de redes colaborativas. Este aporte teórico compila os dados produtivos da coordenação do processo de produção e são examinados com o apoio de um agente inteligente evolutivo, que está habilitado, como afirmam Sanches, Cardoso e Delbem (2011), a interpretar estruturadamente os conceitos e a confrontar o planejamento da rede com dados reais, de forma dinâmica e flexível, uma vez que os ambientes produtivos estão em constante mudança como confirmam Gershuny e Robinson (1988), Georgescu-Roegen (1990) e Landesmann e Scazzieri (1996).

Assim, além da interrelação entre os conceitos declarados há o propósito conceitual de inserir os artigos clássicos, os autores de ruptura e os que estão na fronteira do conhecimento.

A revisão da literatura se desdobra nas seções subsequentes com a ordem lógica de aplicação, da abrangência à especificidade dos conceitos abordados. A seção 2.1 analisa as vertentes de redes colaborativas. A seção 2.2 explana sobre a inovação. A seção 2.3 aborda os conceitos de coordenação do processo de produção e as decisões no plano tático. A seção 2.4 exemplifica a utilidade da função produção. A seção 2.5 explana os principais tópicos referentes aos *Business Intelligence Systems* (BIs) e a relação com os *Enterprise Resource Planning* (ERP). A seção 2.6 trata de inteligência artificial, mais precisamente da subárea de computação evolutiva.

2.1 Redes Colaborativas

A pesquisa possui o viés de redes devido ao fato que a coordenação do processo de produção está a exceder os limites internos à organização. Para Baumol (2004), a atuação da coordenação da produção vai além de transformar insumos, montar produtos e disponibilizá-los para vendas. Com o alto nível de exigência do consumidor e com o aumento expressivo da demanda em todos os setores da economia, a inovação, segundo Erickson e Rothberg (2009), faz-se necessária às organizações. Portanto, a coordenação dos processos de produção expande e rompe as fronteiras em busca de conhecimento e de vantagens competitivas. Isso torna o assunto de redes colaborativas uma premissa básica ao estudo. Sob uma ótica sistematizada pela literatura é possível identificar os padrões e portanto melhorá-los.

Dessa forma, para uma compreensão mais detalhada, o assunto de redes colaborativas é dividido em cinco camadas de análise, como segue. A seção 2.1.1 trata o conceito de cooperação, a seção 2.1.2 aborda a formação e gerência de redes, a seção 2.1.3 conceitua o ciclo de vida de redes, a seção 2.1.4 traz a transferência tecnológica e geração de conhecimento em redes e a seção 2.1.5 aborda os sistemas produtivos dinâmicos ou ambientes ágeis de produção sob a perspectiva de redes.

2.1.1 Cooperação

A cooperação geralmente vem imbuída do conceito de ajuda mútua. Entretanto, para Amato (2000), as principais necessidades que levam à cooperação interempresas são os retornos mútuos de unir conhecimento e competências, de compartilhar riscos, custos e recursos em pesquisa e desenvolvimento, como por exemplo, fortalecer o poder de compra, elevar a qualidade de produtos e serviços a fim de melhorar nacional ou internacionalmente, a atuação nos mercados com o intuito de manter ou de aumentar as margens de lucro.

Alvarez *et al* (2009), Gnyawali e Park (2009) e Soriano e Urbano (2009) afirmam que a cooperação entre empresas será mais difundida quando a relação risco *versus* confiança no compartilhamento de conhecimento ficar mais fluida e menos fomal. Uma forma de atenuar essa relação é a sistematização para redes proposta por Nooteboom (2004). Ele mostra que os objetivos da cooperação entre empresas dividem-se em três classes, a eficiência, a competência e o posicionamento, que podem ser mensuradas mediante indicadores de desempenho.

Nooteboom (2004) evidencia que a eficiência em uma cooperação pode ser medida pelo aumento e diversificação da economia de escala e de escopo; pelo incremento mais efetivo de sistemas de controle; utilização máxima da capacidade produtiva; diluição do risco quantificável e previsto junto à outras organizações; número maior de combinações e variedade de produtos; variações de preço na carteira e diminuição dos custos com logística.

Quanto à competência, as metas citadas por Nooteboom (2004) ao serem alcançadas, mostram os efeitos positivos da cooperação. São eles: geração de novas habilidades através de competências complementares; aprendizado por interação; domínio geográfico da região; flexibilidade da configuração das plantas produtivas.

Já o posicionamento, variável considerada importante por Nooteboom (2004), em uma cooperação, significa satisfazer as condições políticas locais, sem que isso seja empecilho; ter acesso a outros mercados, determinando e

criando novos padrões de produção e consumo e ser ou tornar-se mais competitivo no setor atuante.

Para aumentar as chances de sucesso no processo de inovar, Nooteboom (2004) propõe uma sistematização para a cooperação entre empresas. A busca por vantagens competitivas em cooperação entre redes de empresas é também salientada por Danilovic e Winroth (2005), Freel e Jong (2009) e Kirkels e Duysters (2010), contudo demonstram a ausência de sistematização cooperativa.

A visão *schumpeteriana* exposta por Fagerberg (2002), no quesito competição tecnológica, no qual ele considerava uma das origens do processo de inovação, influencia Beije (1998), Faulkner (1995), Ritala e Laukkanen (2009), Park e Leydesdorff (2010), Lee *et al* (2010) que demonstram que a cooperação tecnológica se torna uma necessidade básica para aumento da competitividade, porém, atualmente, com a necessidade de se fazer um recorte analítico de vertentes teóricas de redes para enriquecer o processo.

Beije (1988) mostra a eficiência da cooperação tecnológica entre clientes e subcontratados que geram conhecimento para inovações. Já Faulkner (1995) relata a expansão desse conceito de cooperação tecnológica internacionalmente com alianças estrategicamente voltadas para a geração de inovação em ambientes cooperativos. Ritala e Laukkanen (2009) discutem a criação e a apropriação de valor tecnológico em redes de inovação. Eles demonstram a diferença entre colaboração e competição. E, segundo eles, a colaboração entre competidores resulta em inovações radicais, principalmente na indústria de alta tecnologia.

2.1.2 Formação e gerência de redes

A formação e gerência de redes, quando não forçadas por uma situação imposta pelo cliente ou pelo detentor do maior nó da rede, devem planejar os desdobramentos após o desfecho e dissolução da rede. É o que comentam e alertam Akyus e Rehan (2009), Möller e Svahn (2009) e Aylen (2010) para que os problemas gerados não venham mitigar a aliança cooperativa trazendo mais prejuízos.

Deste modo, Fornahl e Brenner (2003), Arya e Lin (2007), Luo *et al* (2010) descrevem as principais vantagens de um relacionamento interorganizacional: o compartilhamento de riscos, divisão de lucros, participação de novos mercados, pesquisa e desenvolvimento, aquisição de novas competências e aprimoramento das competências centrais. Em contrapartida, Nonaka e Takeuchi (1997) descrevem algumas desvantagens: choque cultural, conflitos políticos, desencontro informacional, embate no estabelecimento de um líder moderador do relacionamento interorganizacional, desmotivações, incertezas, competição interna mais acirrada e aumento da probabilidade do oportunismo, como ressaltam Nooteboom (2004) e Williamson (1999). Para Nooteboom (2004), Bartlett e Goshal (1989), Bleeke e Ernst (1991) e Soh e Roberts (2003), a troca de conhecimento gera inovação, o que, conseqüentemente, leva à obtenção de vantagens competitivas em um relacionamento entre empresas.

Nooteboom (2004) reúne, com uma abordagem integrada, uma fundamentação conceitual unificada sobre formação e gerência de redes entre empresas. A colaboração, quando acontece e é bem-sucedida, sofre o questionamento: Quais as metas da colaboração? Qual a estrutura que se terá para atingir as metas? Qual a forma de governança e como será o processo dessa forma cooperativa de se operar? Para Nooteboom (2004) as metas estão agrupadas em eficiência, competência e posicionamento. A estrutura de um relacionamento interorganizacional considera a identidade e as características das empresas na rede, a estrutura da rede na qual as empresas estão incorporadas e o tipo e a intensidade das ligações entre as companhias.

Nooteboom (2004) declara que a governança da rede compreende, essencialmente, a análise e tratamento de riscos na gestão do relacionamento interorganizacional. O conceito de processo de formação de redes coincide com Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2003) que afirmam que o ciclo de vida da empresa virtual e da sua infraestrutura compreendem o monitoramento e a evolução de um relacionamento interorganizacional.

Nooteboom (2004) sistematiza o processo de formação da rede em quatro fases: início do relacionamento interorganizacional, que está baseado em controle do posicionamento, lucro, força e flexibilidade; gestão do

relacionamento interorganizacional baseado na previsibilidade e no tempo de resposta; adaptação pela qual passa, em seguida, o processo, onde os contratos são menos detalhados e o nível de confiança é maior; e a dissolução do relacionamento interorganizacional.

Para Nohria (1992) e Waarden (1992) os critérios de uma tipologia de redes estão baseados nos mecanismos de coordenação, no grau de centralização da rede e no grau de formalização da rede. Seguindo esse raciocínio, Grandori e Soda (1995) classificam as redes como sociais, burocráticas e proprietárias.

Grandori e Soda (1995) afirmam que as redes sociais se caracterizam pela informalidade, ou seja, não há existência de um contrato formal. Já nas redes burocráticas é imprescindível uma formalização via contrato para regular fluxos de fornecimento de produtos e/ou serviços. As redes proprietárias possuem a característica de acordos firmados entre os acionistas da organização relativos aos direitos de propriedade.

Como consequência do estudo anterior, Sacomano Neto e Truzzi (2004) identificam duas configurações de redes: redes como forma de governança e redes como forma de análise.

As redes como forma de governança para Podonly e Page (1998) e Bititci et al (2007) são as relações entre os atores econômicos que entram em ação, isto é, um gênero organizacional, sem hierarquia nem mercado, uma alternativa ao mercado e à verticalização. Já nas redes, sob uma forma analítica, para Sacomano Neto e Truzzi (2004) o estudo que se faz é dirigido para as relações internas ou externas à organização.

Um ponto a ser destacado é a caracterização morfológica sugerida por Britto (2002), na qual definem-se os elementos morfológicos de uma rede por nós, posições, ligações e fluxos. Os nós representam agentes, objetos ou, até mesmo, eventos processuais em uma rede. As posições identificam o papel dos nós na divisão do trabalho ou das atividades. As ligações mostram a intensidade do relacionamento com o qual os atores estão conectados. Por fim, os fluxos, que por meio das ligações, podem ser recursos tangíveis como matérias-primas ou intangíveis como dados e informações.

2.1.3 Ciclo de vida de redes

As redes, após consolidadas em um negócio e na visão dos participantes, podem, conforme Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2003), receber uma vertente de análise orientada pelo conceito universal de projeto: o ciclo de vida nas organizações virtuais. Ele favorece, mediante o processo de formação da rede, um ambiente propício à colaboração. As organizações virtuais acontecem, segundo Heintz *et al* (1999), Harbilas *et al* (2002), Schlenoff *et al* (2000) e Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2003), Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2009) e Sari *et al* (2006), para atender às necessidades e à demanda de mercado.

Esse processo está estruturado mediante aquelas empresas que se propõem a trabalhar em redes colaborativas. Assim, a estrutura, para Wasserman (1994), Powel, Koput e Smith-Doer (1996), Stuart (1998) e Nooteboom (2004), é composta por agentes com maior ou menor influência na rede, sendo imprescindível a presença de um moderador. As características básicas de um moderador de rede dinâmica são: imparcialidade; incorruptibilidade; orientação a resultados; capacidade de desembaraçar relações; diminuir tempo e custos de transação; ter foco estratégico; visar à eficiência do relacionamento.

Faz-se necessário o conhecimento das fases do ciclo de vida de redes para se determinar o grau de controle a se empenhar no relacionamento, como sugere Nooteboom (2004). Para Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2003) e Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2009) as organizações virtuais são uma espécie de mecanismos para geração e formação de redes. As principais etapas do ciclo de vida são: a criação da rede, a entrada da rede em operação, um desenvolvimento evolutivo e por fim dissolução da rede.

A criação está relacionada à configuração e ao estabelecimento das atividades, dos trâmites legais e dos procedimentos em geral. A operação concretiza e controla os processos de negócio a fim de atingir os objetivos estabelecidos na fase de criação da rede. O desenvolvimento, também conhecido como evolução, verifica a necessidade de troca ou acréscimo de parceiros e faz a revisão de metas. Uma vez que as metas acordadas estejam

satisfeitas e atingidas, o projeto, por assim dizer, encerra-se e a fase de dissolução acontece na organização virtual ou na rede colaborativa.

2.1.4 Transferência tecnológica e geração de conhecimento em redes

A transferência de conhecimento é considerada pelos principais autores sobre o assunto, o item de relevância em redes. Em redes de cooperação a transferência de conhecimento já faz parte dos impulsos para inovação. Esses impulsos são oriundos da prática e da aplicação de métodos para atividades específicas de inovação ou da troca natural do conhecimento. Isso é discutido por Ritter e Gemünden (2003), Soh e Roberts (2003), Swan e Scarbrough (2005) e Yoshimura et al (2005). Chituc *et al* (2008), Chituc e Nof (2007), Nonaka e Takeuchi (1997), Bogenrieder e Nooteboom (2003) e Boschma e Lambooy (2002), que consideram que o conhecimento é e será cada vez mais o meio para se obter vantagens competitivas mediante a inovação em redes.

Ritter e Gemunden (2003) afirmam que o foco empresarial está no papel das relações interorganizacionais para o desenvolvimento da inovação. Para tanto é necessário um entrelaçamento tecnológico entre firmas e, portanto, um investimento em desenvolvimento de produtos e processos. E a OCDE (2007), Ponds *et al* (2010), Frenz e Gillies (2009) e Kim e Park (2009) complementam que o investimento no conhecimento organizacional e em *marketing* também resulta em inovação. Dessa forma, para Uzzi (1997) e Ahuja (2000), Kodama (2009), Narula e Santangelo (2009) e Ratinho e Henriques (2010), a administração do conhecimento em redes de inovação é tarefa crítica na obtenção de vantagens competitivas.

Importante ressaltar as observações empíricas de Breschi e Catalini (2010), Cherry e Robillard (2008), Prahalad e Ramaswamy (2004), Nonaka e Takeuchi (1997) e Kodama (2005) que, para se obter a inovação, é preciso que os conhecimentos teóricos e tácitos sejam, de alguma forma, sistematizados mediante análise e necessidade da organização, a fim de, em

seguida, serem transformados em conhecimento prático, operacional e inovador.

Por essa linha a pesquisa se orienta ao utilizar o processo de sistematização do conhecimento por intermédio de conceitos evolutivos como capital social gerador de práticas para inovação (OCDE, 2007).

2.1.5 Sistemas produtivos dinâmicos sob a perspectiva de redes

Frayret *et al* (2001), Jin-Hai *et al* (2003), Coronado, Sarhadi e Millar (2002) e Brown e Bessant (2003) afirmam que os sistemas produtivos estão cada vez mais orientados à mudança. Fischer *et al* (2004), Miranda *et al* (2009) e Thorgren *et al* (2009) afirmam que, além da dinamicidade, a produção tem que se antecipar às mudanças, ser dirigida a produzir em pequena escala e de forma modular e complementam Tsai (2009) e Wi *et al* (2009), ser necessária a existência de cooperação em rede.

Por esse viés, produzir em um ambiente de produção ágil consiste na habilidade de fabricar bens e/ou serviços orientados para geração do lucro em ambiente de contínua e imprevisível mudança. Devor, Graves e Mills (1997), Nair *et al* (2009), Ribeiro *et al* (2009) e Jong e Freel (2010) destacam que esse será o principal modelo de competitividade para a nova geração.

Goldman, Nagel e Preiss (1995), Cao e Dowlatshahi (2005), Goranson (2000) e Camarinha Matos e Afsarmanesh (2003), Emden *et al* (2006), Chung *et al* (2009) e Armoutis (2008) ao abordarem a cooperação em ambientes ágeis, concordam que as organizações virtuais são uma formação temporária com objetivos alinhados e que combinam as competências centrais para obtenção de vantagens competitivas de forma ótima para sistemas dinâmicos.

A tecnologia da informação é considerada por Cao e Dowlatshahi (2005), Coronado, Sarhadi e Millar (2002) e Goranson (2000) a que facilita, catalisa e impulsiona um ambiente de produção ágil. A tecnologia da informação reduz também o tempo de produção, melhora a qualidade de produtos, processos, informações e reduz o controle administrativo hierárquico. Rycroft e Kash (2004), Kottila e Roni (2008) e Hanaki *et al* (2010) demonstram que um ambiente de produção ágil sistematizado em uma

organização virtual alinhado com tecnologia da informação produzem muito mais impactos e efeitos positivos no desempenho dos negócios do que quando aplicados apenas isoladamente.

2.2 Inovação

Schumpeter (1949) foi pioneiro no desenvolvimento da fundamentação conceitual da inovação. A visão estática de mercado abordada por Adam Smith, é complementada por Schumpeter que adota a concepção marxista ao afirmar que as inovações criam novos espaços econômicos a partir da exploração de novas oportunidades de negócio. Isso segue, conforme Fagerberg (2002), o pensamento de Marx, no qual a economia capitalista necessita de um mecanismo permanente de progresso técnico. Essa lei do movimento é a capacidade da organização realizar mudanças estruturais por meio das inovações.

Como principal contribuição para a inovação, Schumpeter abordou a competição tecnológica entre firmas, a invenção, o empreendedorismo e a evolução capitalista complementar à visão marxista. Ele deixou clara a distinção entre invenção, inovação e difusão e era favorável à destruição criadora como forma das inovações acontecerem com impulsos oriundos de um empreendedor individual ou coletivo.

Schumpeter teorizou cinco visões que caracterizam a orientação à inovação de uma firma. A busca de um novo bem/mercadoria que influencie o processo de forma inovadora. O estabelecimento de um novo método de produção. A busca e/ou a criação de um novo mercado. Uma nova fonte de suprimento. E, com dependência de concentração ou fragmentação da estrutura de mercado, um estabelecimento de uma nova organização industrial.

No início da década de 80, após a crise do petróleo de 1979, a teoria clássica, para Nelson e Winter (1982), por exemplo, não explicava o que provocou a nova orientação da economia. Eles compartilham com Schumpeter o conceito da inovação por meio da competição tecnológica, como motor do desenvolvimento capitalista. No entanto, Nelson e Winter discutem a mudança econômica com paralelismo nos conceitos da biologia de

seleção darwinista. Eles complementam esse raciocínio ao abordarem a inovação com as incertezas de resultados, que dependem de fatores históricos, da seleção da inovação e da difusão dela e do potencial das empresas maiores inovarem em razão da disponibilidade de recursos que promovem assim, a imitação, ou a adaptação da inovação, de rotinas existentes, como defendido pelos autores.

Outro complemento à teoria de Schumpeter é dado por estudiosos da universidade de Sussex do Reino Unido, especificamente da Unidade de Pesquisa em Ciência Política (*Science Policy Research Unit* - SPRU). Os autores Perez (1983), Dosi (1988) e principalmente Freeman (1995) têm uma visão mais voltada à tecnologia e às atividades a ela ligadas como fatores preponderantes à inovação.

Perez (1983) explica os ciclos de vida dos sistemas tecnológicos, seus paradigmas e o relacionamento das tecnologias no plano sócio-econômico. A autora descreve o que influencia as tecnologias no desenvolvimento das populações, quais os fatores que estas tecnologias levam em conta para serem aprimoradas e o impacto delas na sociedade e no desenvolvimento dos países. Ela estabelece ainda um paralelo entre o desenvolvimento da indústria automotiva com a indústria de microeletrônica ao apresentar as características desta última em relação às novas tecnologias e quais são as taxas de oportunidades no desenvolvimento estratégico. Perez (1983) mostra que os processos e produtos foram forçados a serem mudados com o advento da microeletrônica, o que possibilitou a criação de novos mercados e empresas para participarem dessa oportunidade tecno-econômica.

Dosi (1988), inspirado no trabalho de Thomas Kuhn que abordava as revoluções científicas na década de 60, teorizou como acontecem os paradigmas tecnológicos e suas respectivas trajetórias com os impactos que as mudanças técnicas ocasionam. Dosi (1982) discute a característica da economia possuir a mudança técnica. E, se pauta pelas trajetórias tecnológicas que, quando bem definidas, são classificadas por ele de mudanças técnicas contínuas. As descontínuas estão relacionadas ao surgimento e a eclosão emergente de novos paradigmas tecnológicos.

Dosi (1982) discute também a demanda puxada *versus* a tecnologia empurrada.

A demanda puxada está atrelada ao mercado e suas nuances. Como se as variações de perfil no consumo de mercado determinassem o rumo tecnológico das inovações. A tecnologia empurrada está associada à mudança técnica e a inovações de ruptura com paradigmas anteriores, fatores econômicos e à ciência.

Dosi (1982) aborda alguns conceitos do porquê algumas tecnologias emergem ao invés de outras. Isso, segundo o autor, está diretamente ligado aos fatores empreendedores e à maturidade do país e da organização em questão que, como exemplo, têm-se os sistemas nacionais de inovação e o quanto o vínculo da empresa está relacionado ao setor de pesquisa, reforça Freeman (1995).

Outra faceta discutida por Dosi foram as irregularidades no processo de geração de novas tecnologias e o progresso técnico do setor em questão, pois, os padrões de especialização e todas as suas peculiaridades de eficiência e o poder de alocar inovações a um determinado setor são próprios de cada país ou região. Isso se deve à dimensão dos avanços tecnológicos, ou seja, a diferença ou o déficit tecnológico dependem da agilidade de difusão e de implantação do setor específico aliada à eficiência e à autonomia dada por políticas governamentais de inovação àquele setor.

Freeman (1995), por sua vez, reforça as afirmações *schumpeterianas* com relação ao papel dos empreendedores na economia de inovações. Os empreendedores discutem e acrescentam, além do Estado como empreendedor, outras modernas instituições como impulsionadoras das inovações.

São considerados sistemas nacionais de inovações por Freeman (1995): as áreas ligadas à Educação, que promovem e disseminam em escolas a cultura de inovações de diversas maneiras; o relacionamento entre indústrias, que pode ser formalizado e possuir programas de trocas de conhecimento, de aprendizado, de negociações dentre outros; a quantidade de instituições técnicas e científicas públicas ou privadas que, obviamente pelo caráter tecnológico estão diretamente envolvidas com inovações; as tradições culturais, que também podem direcionar o rumo das inovações de um país, por exemplo, se faz parte da cultura de um país ser exportador de matéria-prima fica mais difícil implantar sistemas que promovam as inovações; e as

políticas governamentais que assim como para Schumpeter (1942), também para Freeman (1995) exercem o maior poder de influências sobre os outros sistemas nacionais, pois, obviamente com incentivos do Estado, políticas tributárias, isenções e outros programas, os restantes dos sistemas são diretamente beneficiados. Com essa classificação básica sugerida por Freeman (1995) é possível visualizar como todos esse fatores e sistemas nacionais de inovação influenciam na capacidade de inovação de um país.

Autores contemporâneos como Druehl e Porteus (2010), Micheli e Manzoni (2010), Sebora *et al* (2010), Talke *et al* (2010), confirmam as bases da inovação em aplicações específicas, no entanto, retificam que a importância da inovação está em considerá-la um aspecto da estratégia de negócios. Bianchi *et al* (2010), Melnyk *et al* (2010) e Menguc e Auh (2010) corroboram que a finalidade última das organizações é, por intermédio da inovação, a obtenção de vantagens competitivas para a manutenção e/ou aumento do lucro. Barge-Gil (2010), Canet-Giner *et al* (2010), Darnall *et al* (2010) consideram que a inovação propicia desempenho ou pelo crescimento da demanda ou pela redução dos custos operacionais.

Por intermédio do Manual de Oslo, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (2007) sistematizou as diretrizes para coleta e interpretação dos dados sobre inovação e afirma que a invenção, a ideia, a pesquisa e o desenvolvimento são um dos primeiros passos a se dar para se obter uma inovação. Para a OCDE (2007) a inovação necessita dos passos científicos, técnicos, comerciais e financeiros para produzir, criar e comercializar produtos, serviços, processos e/ou equipamentos novos ou incrementados.

Uma inovação assim, efetiva-se quando uma transação comercial oriunda de um novo produto, serviço, processo ou equipamento se realiza. Logo, pode-se afirmar que inovar é desenvolver ou melhorar novos produtos, processos, serviços ou equipamentos através das fases enunciadas por Kotler e Armstrong (2003). São elas: gerar ideias; selecionar ideias; desenvolver conceito; criar estratégia de marketing; estratégia de negócio; desenvolver ou melhorar produto, serviço, processo ou equipamento; comercializar a inovação. Deste modo, o Manual de Oslo – OCDE (2007),

classifica a inovação em quatro gêneros: a de produto, a de processo, a organizacional e a de marketing.

Tigre (2006) conclui, mediante o contexto da organização que, uma vez consolidados os conceitos de inovação, é necessária a adoção de uma estratégia de inovação. Isso significa que uma gestão de inovação precisa considerar e rever constantemente, mediante uma frequência inicialmente adotada e depois percebida, a estratégia conforme as restrições condicionantes internas e externas à empresa forem variando.

Segundo a classificação dada por Tigre (2006), há para a gestão da inovação as seguintes estratégias: a ofensiva, onde os riscos e os benefícios são altos e requerem da empresa que a adota alta capacitação técnica criativa e de investimento; a defensiva, que basicamente aguarda os pioneiros inovarem, aprende com os erros deles e depois implanta a inovação tentando tomar-lhes posteriormente a liderança; a imitativa, similar à defensiva, no entanto sem a pretensão de tomar a liderança, mas apenas participar do mercado; a dependente, que geralmente possui uma relação meramente operacional, onde a empresa não possui conhecimento e participa de uma rede de forma a executar as inovações propostas e/ou impostas por outras companhias; a tradicional, que se resume a mercados quase estáticos, porém com grande movimentação e alta sensibilidade a preços, o que impele a organização a investir em grandes inovações.

2.3 Coordenação dos processos de produção

A coordenação dos processos de produção é tema para gerentes de níveis decisórios táticos das organizações. Para Landesmann e Scazzieri (1996) a preocupação está em explorar as implicações das práticas decisórias neste âmbito de tomadores de decisão. Isso fez com que os autores expusessem uma representação para os padrões da coordenação do processo de produção. A pesquisa considera os padrões de coordenação existentes nos três níveis de análise do processo produtivo. São eles as tarefas, os agentes e os materiais em processo.

De uma análise que parte da visão macro-microeconômica, Landesmann e Scazzieri (1996) mostram que tais padrões de coordenação se

atrelam à alguma mudança econômica estrutural existente em subsistemas dinâmicos. Isso significa que os padrões de coordenação se rearranjam conforme as mudanças tecnológicas que estão associadas às mudanças de nível, de classe social e de classe econômica, influenciando diretamente a estrutura da demanda e, assim, a estrutura organizacional interna do processo de produção. Então, as mudanças organizacionais e tecnológicas claramente redefinem o arranjo das tarefas, das capacidades e da compra de materiais.

Por esse ponto de vista, para Pasinetti (2003), Gershuny e Robinson (1988), Georgescu-Roegen (1990) e Landesmann e Scazzieri (1996), a coordenação do processo produtivo tem de estar sincronizada à dinâmica econômica, para diminuir os impactos das mudanças de nível e da estrutura da demanda, porque a não sincronização subutiliza recursos da rede e ou organização produtiva. Por essa necessidade de sincronismo, promovida por impulsos inovativos, externos ou internos que, de alguma forma, geram impacto na rede, a ligação conceitual da coordenação do processo de produção com a inovação e com as vertentes de redes se faz premente e se justifica.

Em uma análise um pouco mais aprofundada, Landesmann e Scazzieri (1996) decompõem os níveis de análise, as tarefas, os agentes e os materiais em processo e abstraem uma representação genérica para cada um deles: as tarefas possuem relação de vizinhança dada por $N(j, T_k)$ onde “j” e “k” estabelecem o nível de dependência entre elas; os agentes, que podem ser de todo o gênero de recurso empreendido no processo, são representados pela matriz de capacidade $\bar{C} \equiv [c_{kc}]$, onde “k” é a linha que especifica a base dos elementos de entrada e “c” é a coluna da matriz que representa qual o tipo de capacidade estabelecida pelo processo; já os materiais em processo são também modelados por uma relação de vizinhança dada por $N(i, j, m_{jk})$, onde “i, j e k” exprimem a seqüência de transformação produtiva e, “a” é o dado intervalo de tempo para a relação entre “i”, “j” e “k”.

A associação tecnológica pela prisma da coordenação dos processos de produção é corroborada por Zangouinezhad e Moshabaki (2009). Os autores afirmam a importância do investimento do capital estrutural que é influenciado

pela inteligência competitiva que detectada na operação cotidiana com análise de dados do planejamento de controle da produção, por exemplo. Askin e Krishnan (2009) comprovam, em um problema específico de estoque, essa análise ao estudarem um processo de produção puxada e concluem com solução ótima com modelo analítico oriundo de conhecimento transbordado intraempresa. Para Azaron et al (2009), Baumol (2004, 2005 e 2008), Bennett (2009), Borges et al (2009) e Boulaksil e Fransoo (2009) a coordenação do processo de produção possui um papel cada vez mais decisivo devido ao volume de inovações que podem ser intra ou extra organização.

Confirmam a sistematização de Landesmann e Scazzieri (1996) os autores Taskin e Unal (2009), Erickson e Rothberg (2009), Jeang e Chung (2009), ao afirmarem que o planejamento do nível tático é deficiente e carece de definições das barreiras decisórias. Isso obviamente causa impacto no desempenho da empresa até para a implantação de iniciativas de inovação.

Para Mulvey et al (2009), Nascimento et al (2009), a confiança e a robustez da operação depende da implementação da estratégia definida pela alta administração. Quando a estratégia vem orientada por diretrizes inovativas, os autores ressaltam a importância de sistemas de informação para apoiar decisões para o nível tático e que executem a função de conexão entre as camadas estratégicas e operacionais da companhia. Rapp (2009), Silva (2009), Sung e Maravelias (2009), Verlinden et al (2009), Wang e Li (2009), Wee e Wu (2009), Zhao et al (2009) e Zhen et al (2009) comprovam com sistemas específicos para resolução de problemas pontuais que, no entanto, conseguem realizar essa ligação entre as camadas decisórias da companhia.

Pasinetti (1959, 1966, 1978, 2003 e 2005) evidencia a existência do aumento das margens de lucro ligado diretamente à condução da coordenação dos processos de produção. Isso se aplica em duas vias econômicas, a via da demanda e a via das inovações intraorganização. As inovações podem ser em produto ou em processo e, com menor frequência, contudo de modo crescente, as inovações que influenciam a coordenação dos processos de produção também podem ser organizacionais ou em *marketing* (OECD, 2007).

2.4 Função Produção

Pela declaração da hipótese de pesquisa com o propósito de encontrar e de agrupar variáveis que possam representar de forma legítima o processo de produção por um viés analítico, o trabalho utiliza conceitos da microeconomia que por intermédio da descrição da firma estrutura a função produção. Para Mansfield *et al* (2002) e Pindyck e Rubinfeld (2006), as diversas combinações entre mão-de-obra, matérias-primas e investimento de capital para finalidades produtivas sugerem uma relação. Para esses autores, a função produção descreve o relacionamento entre os insumos do processo produtivo e o seu produto resultante. Isso é a generalização padronizada do volume de produção que foi gerado pela combinação de insumos específicos.

Na microeconomia, para avaliar a produção há a necessidade do estabelecimento da análise em uma unidade produtiva de bens, produtos e/ou serviços com o objetivo de maximizar resultados referentes ao lucro e à produção. Essa unidade produtiva manipula bens, produtos e/ou serviços, para transformá-los em um processo de produção que na teoria da produção são classificados como fatores de produção. A produção é a transformação desses fatores que resultam em outros bens, produtos e/ou serviços. O processo de produção é o conjunto de técnicas combinadas, que quando aplicadas aos fatores de produção resultam em bens, produtos e/ou serviços. Constatando assim, como consequência, na necessidade de mensuração da eficiência produtiva, na utilização de uma dada tecnologia viável aplicada aos fatores de produção que se dispõe para a produção de bens e/ou serviços desejados, como afirma Farrel (1957). Por fim, a função produção deve representar a quantidade máxima que se pode obter de bens, produtos e/ou serviços em relação aos fatores de produção e a quantidade deles empregados na produção combinados em uma tecnologia existente e viável à fabricação de bens e/ou serviços (FERGUSON, 1994 e ALBUQUERQUE, 1986).

Uma representação sugerida por Pindyck e Rubinfeld (2006) é se dado um volume “ q ”, um trabalho “ L ” e um capital “ K ”, tem-se a expressão associada “ $q = F(K,L)$ ”. A expressão mostra a dependência entre a quantidade de produto, o volume “ q ”, com a quantidade dos insumos trabalho

“ L ” e capital “ K ” (PINDYCK e RUBINFELD, 2006). Diante desse conceito de que a função produção indica o máximo de produtos e/ou serviços que podem ser obtidos com a combinação dos fatores de produção por um determinado processo de produção, uma representação largamente utilizada é dada pela expressão “ $q = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ”, onde “ q = quantidade máxima produzida produtos e/ou serviços” e “ $x_1, x_2, \dots, x_n$ = as quantidades utilizadas dos diferentes fatores de produção e aplicados na produção” (FERGUSON, 1994 e ALBUQUERQUE, 1986).

As variações e combinações que resultam na função produção, para Antony (2009), podem ser estabelecidas mediante a necessidade da empresa. Importante ressaltar que essa é, para Hermenlingmeier (2010), que estuda a competição entre empresas, uma forma universal de avaliação do desempenho organizacional para os processos decisórios.

A função produção auxilia, quando estruturada, nas decisões relacionadas à produção no momento das análises de equilíbrio. As decisões contemplam os ajustes de insumos, as quantidades de trabalho e de capital a serem aplicados, as restrições orçamentárias, os planejamentos, os investimentos dentre outras que podem estar inseridas nos contextos de curto ou de longo prazo (PINDYCK e RUBINFELD, 2006).

Para Mansfield *et al* (2002), as análises para o curto prazo representam o período no qual as quantidades de um ou mais fatores de produção não permitem ser modificados. As análises para longo prazo permitem tempo suficiente para variação em todos os insumos de produção. Há também de se considerar os insumos fixos que são aqueles que não podem sofrer variações no processo produtivo. (MANSFIELD *et al*, 2002). Vale ressaltar que a transformação de insumos ou fatores de produção pelas empresas compõem o processo de produção necessário para chegar à conclusão do produto (PINDYCK e RUBINFELD, 2006).

2.5 Inteligência de Negócios e Sistemas Integrados de Gestão

Essa seção se dedica a elucidar o que é um sistema de *Business Intelligence* (BI) e a relação entre os sistemas integrados de gestão organizacional, também conhecidos como *Enterprise Resource Planning* (ERP).

Ressalta-se aí uma oportunidade de aplicar um método com os conceitos que, embasados por um viés científico, podem gerar resultados no mínimo similares ou melhores do que os BIs, com menor complexidade de implantação com ganhos em tempo e em qualidade. Há uma crítica elaborada pelo trabalho, devido ao desconhecimento por parte de quem decide, quanto ao uso indiscriminado de ferramentas de análise nos níveis táticos-decisórios sem critérios de geração de conhecimento. Isso é devidamente abordado ao longo da pesquisa e destacado na conclusão dela.

Para Olsak e Ziemba (2007), antes da existência de um sistema *Business Intelligence* é necessária a instauração de um ERP como consequência de um ambiente integrado. As autoras afirmam também que a evolução positiva mais comumente encontrada em organizações e/ou redes produtivas são, em primeiro lugar, os sistemas legados, de modo isolado em funcionamento; depois os sistemas integrados de gestão, os ERPs; com tentativas de aglutinar o conhecimento por intermédio de gerações e implantações pontuais de sistemas de apoio à decisão com um foco gerencial estratégico-tático em painéis *Executive Information Systems* (EIS).

Vale observar que um ERP quando implantado por completo pode gerir uma rede ou empresa em todas as funções básicas: recursos humanos, finanças e controladoria, vendas e distribuição, materiais, produção e manufatura, planejamento, qualidade, projetos e manutenção (Davenport, 1998).

Após todos esses passos opcionalmente acontece a fase de aquisição e implantação de um sistema *Business Intelligence* com os conceitos de *data mining* (DM), de *online analytical processing* (OLAPs) que são intervenções sistematizadas em *datawarehouse* (DW) (Olsak e Ziemba, 2007).

Olsak e Ziemba (2007) mostram que essa fase requer altos índices de comprometimento dos envolvidos, alto conhecimento técnico processual da

rede e/ou organização produtiva, alinhamento estratégico da equipe além de usuários de tecnologia de informação em níveis avançados nos times. Isso faz das implantações processos longos e difíceis que descredita a solução diante da área usuária da companhia (Bui, 2000).

Um dos apelos comerciais de venda das ferramentas de BI é o número de funcionalidades que as empresas fornecedoras da solução oferecem. E, também a forma equivocada de como as divulgam (Hsu, 2004).

Portanto, a pesquisa analisa a necessidade de, além de usuários avançados para utilizarem as ferramentas de *Business Intelligence*, elas requererem também a presença de um especialista por perto. Na maioria dos casos, esse mesmo especialista, quando demandado pelos níveis táticos, para geração de relatórios de análises baseadas em uma combinação dos dados de forma intuitivo-administrativa do tomador de decisões, tem de descartar a informação, porque não possui sentido para quem decide. Isso torna a prática de utilização desse software algo muito nobre, pois, um especialista ocupa cargos táticos-gerenciais e isso causa uma espécie de retrocesso devido ao número de tarefas operacionais exigidas para o sucesso da solução de um sistema *Business Intelligence*. O número de variáveis para empresas de médio-porte é da ordem de grandeza de cem (100) unidades. As implantações em empresas de grande porte possuem entradas de dados a serem controladas de inicialmente de quatrocentas (400) variáveis para passarem por processo de combinações desenfreadas.

2.6 Inteligência Artificial: Computação Evolutiva

Para aplicação e utilização de um agente inteligente evolutivo que esteja habilitado a apoiar e a comprovar a hipótese do método de análise elaborado pela pesquisa, essa seção aborda os conceitos principais e as bases de uma ramificação da Inteligência Artificial que é a Computação Evolutiva na seção 2.6.1. A seção 2.6.2 explica a técnica DAMICORE que é um minerador inteligente de dados com características de análise e de conceitos de redes que se adequam à necessidade da pesquisa. O Apêndice A descreve exemplos de aplicações em problemas de engenharia com a utilização de Inteligência Artificial como suporte à resolução deles.

2.6.1 Computação evolutiva

Uma sub-área da Inteligência Artificial (IA), a Computação Evolutiva (CE), aliada aos conceitos de inovação aplicados à coordenação dos processos de produção, sob a ótica de redes, preenche as deficiências encontradas pela pesquisa. Tal fato é comprovado ao enumerar as características das técnicas de Computação Evolutiva e as respectivas aplicações enunciadas pelos principais autores referência no assunto. Isso vai ao encontro da lacuna detectada pela pesquisa.

Importante ressaltar que a pesquisa não otimiza os algoritmos evolutivos e não cria técnicas computacionais com estudos direcionados à pesquisa *per si* da ciência da computação. A pesquisa mostra que é suficiente a aplicação de técnicas evolutivas computacionais existentes já estabelecidas em problemas não satisfeitos para a Engenharia de Produção na coordenação dos processos de produção e devido à natureza complexa do problema que requer tratamento dinâmico e flexível na análise de seus dados.

Back *et al* (1997) afirma que os algoritmos evolutivos não devem ser como um *software* comercial, que apenas se compra, instala-se e utiliza-se dentro das limitações oferecidas e conhecidas. A Computação Evolutiva, pelo contrário, é um conjunto de técnicas a serem adaptadas ao contexto da aplicação.

Assim, ao se fazer um paralelo com a biologia, as estruturas computacionais evolutivas normalmente recebem como valores de entrada uma população de genótipos mais uma função para adequar os indivíduos da referida população. As descrições das características dos indivíduos são colocadas em listas ordenadas aludidas ao cromossomo. Este terá seu gene e alelo equivalente identificados por uma árvore de atributos ou algo similar (FOGEL, 1999).

Back *et al* (1997) cita inúmeras motivações e aplicações para as técnicas de Computação Evolutiva. Contudo, dentre todas as motivações está a possibilidade de utilização das técnicas adaptativas para ambientes não-estacionários. Caso em que se encontra o paradigma de análise da coordenação do processo de produção.

O exemplo tradicional de algoritmo evolutivo da literatura se adequa ao problema da pesquisa. Back (1997) descreve variáveis “ t ” em função de “ P ” por exemplo. Onde “ t ” é a geração que será incrementada de indivíduos ou soluções candidatas e “ P ” é a população. O procedimento essencial de um programa evolutivo possui basicamente os passos que seguem: cria-se, aleatoriamente ou segundo critérios teóricos, uma geração “ t ” de indivíduos ou um conjunto de soluções que possam vir a ser selecionadas. Essa geração “ t ” é carregada para dentro de uma população para em seguida ser avaliada em seu comportamento mediante uma função de adequação. Define-se um critério de parada para os números de iterações do algoritmo. Incrementa-se o contador de gerações, seleciona-se uma fatia da população, altera-se essa população e, a seguir esta é avaliada com a aplicação de uma adequação de função (BACK et al, 1997).

O algoritmo evolutivo, em suas iterações, lança mão de subterfúgios biológicos, como os operadores genéticos de mutação e posteriormente, *crossover*, que é para a geração de novas soluções-candidatas, ou de indivíduos que venham a satisfazer um critério de adaptação. As possibilidades de combinações são grandes e podem ser feitas criteriosamente buscando um equilíbrio entre otimização e adaptação (MICHALEWICZ,1994). Com mais exemplos do aporte e aplicações teóricas utilizadas pela pesquisa o Apêndice A complementa essa seção.

2.6.2 Nova abordagem para formação e identificação de clusters

Pelas características supracitadas na seção anterior 2.6.1, a pesquisa busca na fronteira do conhecimento técnicas de Inteligência Artificial que tratam o conhecimento de redes e o interpretam mediante o rótulo estruturado de um arcabouço teórico.

A técnica utilizada é um minerador de dados inteligente conhecida como DAMICORE – *data mining of code repositories* e, assim como a pesquisa, é também uma inovação de arquitetura ao gerar conhecimento inovador a partir de outrem estabelecidos. É a combinação de algoritmos bem sucedidos em outras áreas da Ciência. O DAMICORE da Teoria da Informação lança mão

do *Normalized Compression Distance* (NCD). Da filogenética lança mão do *Neighbor Joining* (NJ) e de redes complexas lança mão do *Fast Newman* (FN) (SANCHES, CARDOSO E DELBEM, 2011).

Cilibrasi e Vitanyi (2005), na Teoria da Informação, descrevem o *Normalized Compression Distance* (NCD), uma técnica de compressão de dados que pode ser aplicada em diferentes tipos e conjunto de dados. Essa métrica detecta relações entre conjunto de dados mesmo sem orientação e sem identificação das características. Pelo fato do NCD utilizar uma técnica inviável computacionalmente os autores aplicam a complexidade *Kolmogorov*, que propõe tempos de processamento aceitáveis em sua utilização (LI e VITANYI, 1997). O conceito do NCD é, assim, apontar as diferenças entre, por exemplo, duas entidades analisadas e encontrar as similaridades entre elas para, então, comprimi-las em apenas uma entidade.

Para investigar o relacionamento entre as espécies ou objetos há uma área da Biologia que é a filogenética. A representação desses relacionamentos se dá por intermédio de árvores ou de redes filogenéticas que estruturam dados a serem analisados que permitem sua estruturação devido a peculiaridades detectadas mediante critérios pré-estabelecidos ou encontrados pós-análise do conjunto (FELSENSTEIN, 2003). O método *Neighbor Joining* (NJ) é confiável na elaboração de filogenias e não depende de conhecimento prévio do domínio do problema. O NJ necessita de uma matriz para definir e calcular a distância entre os objetos. Assim, exibe como resultados uma árvore de relacionamentos entre os objetos, após, identificar as similaridades hierárquicas entre eles.

O último princípio, base da técnica DAMICORE, é o algoritmo *Fast Newman* (FN) da área de redes complexas. Dada uma árvore ou rede filogenética há a necessidade de verificar os clãs existentes. Isso é para evidenciar quais ancestrais em comum coexistem nos nós da rede filogenética. O conceito é descobrir o grau de dependência entre os objetos e formar sub-nós para que, ao se sobressaírem, recebam a atenção em uma análise mais criteriosa que passara despercebida anteriormente, sem o tratamento dessa verificação de homologia entre os nós (NEWMAN, 2010). Assim, a evidência que habilita o uso da técnica FN pela pesquisa é o fato de se trabalhar apoiados por modelos de referência em redes com conceitos de

filogenia embutidos para encontrar e identificar *clusters* mesmo em larga escala. Os modelos contêm o rótulo mínimo inicial para nortear a mineração dos dados confirmando ou refutando um conceito declarado.

Em suma, a técnica DAMICORE reúne eficientemente três outras técnicas. Aplica o NCD para o cálculo da distância, para o agrupamento e para a compressão dos objetos analisados. O NJ constrói uma rede filogenética e o FN identifica e forma os *clusters* das comunidades em rede. Dessa forma o DAMICORE está apto a tratar e a trabalhar com qualquer gênero de dados (SANCHES, CARDOSO E DELBEM, 2011).

As características reunidas de trabalhar dados sob orientação teórica, de possuir a habilidade de redes na formação e identificação de *clusters*, devido ao grau de dependência entre os nós, elegem a técnica DAMICORE como a ferramenta adequada ao problema da pesquisa.

3 Método de pesquisa

Esse capítulo aborda conceitualmente o método de pesquisa na seção 3.1, é complementado pela metodologia de modelagem o EKD na seção 3.2 e contém a orientação e o relacionamento dos modelos do EKD na seção 3.3.

3.1 Fundamentação método de pesquisa

O autor referência para projetos de estudo de caso utilizado na pesquisa é Yin (2005). Esse gênero de pesquisa, classifica Yin (2005) como orientação qualitativa a quantitativa devido à estruturação e à fundamentação teórica. Para essa classificação, Yin (2005) sugere um projeto de estudo de caso múltiplo, com a lógica da replicação literal e da replicação teórica. Yin (2005) explica que a replicação literal serve para prever resultados semelhantes. Já a replicação teórica produz resultados contrastantes. No entanto, apenas por razões previsíveis, explicadas anteriormente pela estrutura da pesquisa, essa lógica da replicação permite ricas formulações teóricas em ciência experimental como fator compensador aos possíveis resultados que contrastariam durante a replicação.

Wainer (2007) orienta o pesquisador a avaliar e a validar a pesquisa mediante aderência de uma proposta processual. Ele elucida e também orienta a classificar o gênero de pesquisa a ser adotado, pois, para o autor o conhecimento é obtido por intermédio das metodologias de pesquisas como a analítica, a qualitativa, a quantitativa e a bibliográfica.

Para Waslawick (2009), os estilos de pesquisa são variáveis, não há um estilo consolidado. O autor mostra a importância de se apresentar um produto e colocá-lo à prova. Waslawick reforça que estudos de caso sem replicações empíricas e independentes entre si não avaliam cientificamente o resultado da pesquisa. Ele classifica também esse gênero de trabalho como exploratório que pode vir a exigir argumentação após estudo de caso. O método de pesquisa é o planejamento técnico-teórico para garantir a reprodutibilidade da pesquisa. Wainer (2007) afirma que em Ciência, o método assegura o

direcionamento do trabalho e recomenda um ciente e controlado distanciamento do pesquisador para possibilitar provar ou refutar uma hipótese.

O projeto do estudo de caso é composto pelo levantamento das redes de empresas a serem analisadas, para em seguida mapear a necessidade do processo padrão, que leva ao direcionamento da coordenação dos processos de produção.

No planejamento do estudo de caso há a previsão de um projeto piloto para calibração do método, para facilitar a prospecção e a replicação do experimento para outras redes. O projeto piloto na fase de calibração dos dados propicia, em um primeiro momento, uma análise conclusiva para fortalecer a replicação com o devido distanciamento científico do pesquisador, demonstrado por Yin (2005). Assim, há o planejamento de se fazer o mapeamento de variáveis que representem o processo de análise da coordenação do processo de produção independentemente da rede a ser avaliada. No processo de modelagem os nós e os fluxos processuais como também as suas ligações serão desenhadas (BRITTO, 2002).

O método de pesquisa pode, assim, fazer a intersecção dos dados da revisão literária, do estudo de caso e da análise dos resultados que, juntos, permitem o estabelecimento do método de análise para a coordenação dos processos de produção sob a ótica de redes colaborativas apoiado por agente inteligente evolutivo.

Uma forma de validar e avaliar é atrelar o método a indicadores de desempenho que são elaborados para medir as variações de custo, de prazo e de qualidade. Os indicadores, destaca Yin (2005), permitem comparações com o método tradicional ausente de arcabouço teórico e modelado apenas mediante a necessidade pontual. Outra forma de avaliação indicada por Wainer (2007), é a utilização de dados sintéticos oriundos de simulações e até mesmo de dados históricos. Esses dados históricos permitiriam a comparação do comportamento mediante exposição à situações reais.

Importante ressaltar que complementa o método de pesquisa a utilização da metodologia de modelagem, o *Enterprise Knowledge Development* - EKD. Para Chalmeta *et al* (2001), que compara metodologias de modelagem, salienta que a técnica de possuir de forma bem evidente e

clara, o processo de diagnosticar, de eleger e de priorizar a mudança e de se projetar um estado desejado, é o que deve ter relevância. E, com esses quesitos, o EKD, como metodologia de modelagem, contribui com o método de pesquisa nas modelagens e é uma importante ferramenta de apoio para geração de arquiteturas de referência. O EKD é descrito a seguir.

3.2 Metodologia Enterprise Knowledge Development - EKD

Devido à utilização pela pesquisa das técnicas da metodologia de modelagem *Enterprise Knowledge Development* – EKD, nesta seção são descritas a abordagem do EKD e as respectivas interações para detecção do modelo de negócios de uma organização, de uma rede e/ou de um fluxo processual de negócios.

Rumbaugh *et al* (1991), Marca e McGowan (1993) e Stoddard e Javerpaa (1995) afirmam que, com o surgimento de ambientes dinâmicos de produção e competitividade, é importante ter os processos de negócio da organização formalizados mediante acordo consensual entre as áreas afetadas. A formalização se dá por meio de modelos que devem permitir a avaliação rápida dos impactos das necessidades de mudanças, de flexibilizações em planta e de reorientações dos rumos do negócio. O EKD é uma metodologia com abordagem sistemática e com aplicação direta dos conceitos de arquiteturas de referência que auxiliam na compreensão, na análise e no desenvolvimento, para documentar uma empresa, um processo organizacional e até uma rede e seus componentes. (BUBENKO, PERSON e STIRNA, 2001).

Nurcan e Rolland (2003) ratificam que o propósito de se utilizar o EKD é poder aplicar, a técnica “**Estado Atual → Necessidade para a Mudança → Estado Futuro**” (“*As-Is → Need-for-Change → To-Be*”), sem ambiguidade. A técnica reflete, em um primeiro crucial acordo, a situação atual dos processos da empresa, da rede, da organização virtual e/ou do projeto. Em seguida, permite promover e definir os requisitos, as razões para a mudança, as alternativas planejadas para atingir esses requisitos e os critérios para avaliar essas alternativas. Dessa forma, o EKD se estrutura em seis modelos: o

Modelo de Objetivos; o Modelo de Regras de Negócio; o Modelo de Processos de Negócio; o Modelo de Atores e Recursos; o Modelo de Requisitos e Componentes Técnicos e o Modelo de Conceitos, como ilustra a Figura 1.

Figura 1: Modelos que compõe a metodologia EKD e respectivas interações

Fonte: Adap. de Bubenko, Person e Stirna (2001)

O Modelo de Objetivos descreve as metas da companhia e tudo o que estiver relacionado a elas para atingi-las. O Modelo de Regras de Negócio, motivado pelos objetivos, define o que afeta a organização, ou seja, determina e restringe as ações para cumprir o que está estabelecido no Modelo de Objetivos. O Modelo de Processos de Negócio delinea, acionado pelas regras, os processos que a rede ou a organização possuem e suas interações para apoiar o Modelo de Regras de Negócio. O Modelo de Atores

e Recursos descreve quem define e quem desempenha utilizando qual ferramenta e/ou recurso, com a devida nomeação e responsabilidade no apoio aos outros sub-modelos da arquitetura de referência. O Modelo de Requisitos e Componentes Técnicos mostra as informações e as características necessárias ao desenvolvimento de um sistema de informação e apóia as definições do Modelo de Processos de Negócio para alcançar as metas do Modelo de Objetivos. O Modelo de Conceitos, de forma consensual, deve conter as definições e fenômenos tratados e acordados nos outros modelos.

Na metodologia EKD há as orientações para a realização das sessões de modelagem. A condição inicial e principal é o conceito da participação interativa, para que o desenvolvimento dos modelos se aproxime da situação e/ou problema identificados, mediante acordo e ciência dos envolvidos impactados na organização, rede e/ou processo mapeado. Há, também, para os formalizadores das sessões de modelagem, na incumbência de documentarem os acordos, a recomendação de adotarem a notação do EKD com a finalidade de padronização e identificação dos modelos e seus relacionamentos. Vale destacar que o mediador para patrocinar a sessão de modelagem seja um gerente responsável pelo processo com interesses orientados à mudança e à sistematização (BUBENKO, PERSON e STIRNA, 2001).

Todo esse processo de preparação tem sua importância, visto ser a base para a parte mais significativa, que é o conteúdo técnico e conceitual que compõem os modelos, pois a partir dos modelos iniciais, outros serão gerados para fins de planejamento, de mudanças, de investimentos, de simulações e de apoio às decisões.

Para facilitar esse processo de investigação durante as modelagens, as questões-guia (*driving-questions*), contidas no manual do usuário, favorecem as discussões para o desenvolvimento dos modelos. Os critérios do EKD para investigar e modelar os processos foram transmitidos em treinamento dos analistas das redes empresariais pesquisadas, o que confere segurança para o método da pesquisa.

No modelo de objetivos, a orientação dada pela metodologia EKD, contida nas questões-guia (*driving-questions*), reside em compreender e investigar as estratégias de um processo ou companhia; as políticas, os estatutos, as leis e as regulamentações relevantes que podem interferir de alguma forma no modelo; os desejos, as metas e os objetivos a serem alcançados; os problemas que serão analisados; os problemas que impedem um objetivo; as oportunidades, as ameaças, os pontos fortes e os pontos fracos do processo; as possíveis soluções, as causas dos problemas e as ações de melhoria desejadas e as em andamento; e a possibilidade de se operacionalizar os objetivos mapeados e a necessidade de decomposição deles em sub-objetivos.

No modelo de regras de negócios a finalidade das questões-guia é encontrar a associação das regras e fornecer o apoio aos objetivos para que eles possam ser atingidos. E, em relação ao modelo de processos de negócios, as questões-guia, que auxiliam no desenvolvimento do modelo de regras, orientam a forma na qual as regras podem ser validadas e o modo de acionamento dos processos a serem operacionalizados.

As questões-guia do modelo de conceitos consistem em definir o consenso e retirar as ambiguidades e desalinhamentos conceituais para evitar divergências nas modelagens. Essa definição se estabelece ao se investigarem as relações entre os conceitos existentes nos outros modelos e a explicação de cada um deles.

No modelo de processos as questões-guia são utilizadas com a orientação de investigar: os principais processos; como os processos se relacionam; quais são os processos necessários; quais as informações e/ou fluxos de materiais necessários para os processos analisados e o que produzem; as entradas e saídas dos processos; as regras e os responsáveis por definir e executar os processos.

O modelo de atores e recursos é desenvolvido a partir da orientação das questões-guia que contém o direcionamento para estabelecer: quem define os objetivos; quem define as regras; quem é responsável pelos processos, quem os executa e quais os recursos utilizados neles.

O modelo de componentes e requisitos técnicos para apoiar a elaboração de um sistema de informação se desenvolve a partir das

questões-guia com a orientação de investigar: os padrões existentes de comunicação entre sistemas e infraestrutura; os requisitos funcionais e os não-funcionais relacionados aos requisitos das regras de negócio; a segurança da informação, volume de dados e disponibilidade de infraestrutura; as restrições legais, políticas, econômicas e regionais.

Vale lembrar que, conforme frisam Bubenko, Person e Stirna (2001), apesar do direcionamento conceitual existente na metodologia de modelagem EKD possibilitar a sistematização do conhecimento mediante as regras estabelecidas na metodologia, permite-se uma flexibilização oriunda do acordo consensual do conteúdo técnico obtido em forma de resultado nas sessões de modelagem.

O EKD, segundo Bubenko, Person e Stirna (2001), de forma simples e completa, engloba os níveis hierárquicos da rede e/ou organização. A metodologia de modelagem do EKD define, para as sessões de modelagem, a necessidade da participação dos representantes das áreas envolvidas e de divulgação do acordo dos modelos gerados para conhecimento da importância única de cada um deles e do impacto que cada um causa na companhia. É válido ressaltar que há outras metodologias de modelagem organizacional, contudo recomenda-se o EKD pela fácil compreensão e, como afirmam Nurcan e Rolland (2003), pela sua larga utilização em organizações e em ambientes orientados à mudança.

3.3 Orientação do método de pesquisa - modelos EKD relacionados

Norteados pela metodologia de modelagem EKD, apresenta-se a orientação do levantamento necessário para, em posse dos processos modelados, poder submeter os dados para análise crítica e geração sistematizada de conhecimento. A Figura 2 representa a orientação estabelecida no método de pesquisa.

A Figura 2 mostra que o Estado Atual (As-Is) criticado pela pesquisa é composto pelo processo que fornece os dados na visão da coordenação do processo de produção (1-Processo analisado) e pela modelagem do método tradicional que o analisa (2-Método tradicional de análise). Esse Estado Atual,

(*As-Is*), conforme o EKD sugere, promove a discussão para encontrar as razões e as justificativas das mudanças (*Need-for-change*). Assim, no *As-Is* (1-Processo analisado e 2-Método tradicional de análise), com a submissão ao recorte analítico de redes (3-Processo analisado sob o recorte analítico de redes), foram detectados, por meio da modelagem, as necessidades para o que o processo (1-Processo analisado) da coordenação do processo de produção pudesse ser analisado. Por fim, um Estado Futuro (*To-Be*) é sistematizado (4-Método de análise elaborado pela pesquisa) e está apto: a analisar e a habilitar variáveis do processo analisado (3-Processo analisado sob o recorte analítico de redes); a questionar o *status quo* do método tradicional de análise (2-Método tradicional de análise); a encontrar oportunidades e eleger variáveis de forma flexível.

Figura 2: Relacionamento dos modelos EKD com geração orientada pelo método de pesquisa

4 Coleta de Dados

Este capítulo contém a seção 4.1 referente a coleta de dados que compreende a orientação teórica com a forma de execução das tarefas do planejamento do estudo de caso e a seção 4.2 com o protocolo da pesquisa para o estudo de caso.

4.1 Orientação teórica

Pelo princípio estabelecido na hipótese da pesquisa é necessária uma passagem e transferência de conhecimento dos conceitos teóricos aos entrevistados representantes das redes analisadas (YIN, 2005). Eles devem ser orientados de como ocorrerá a coleta de dados e ser informados das razões teóricas da pesquisa.

Os conceitos envolvem a fundamentação dos temas da coordenação dos processos de produção, das vertentes teóricas de redes colaborativas, da inovação e da função produção. Compilados pela pesquisa, por intermédio do EKD, iguala o conhecimento processual bem como faz a difusão dele, tanto no projeto piloto quanto no processo de replicação e validação do método nas redes analisadas (YIN, 2005 e NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

No planejamento do estudo de caso preparam-se as principais tarefas com a orientação de aquisição dos dados, de padronização e de preparação para serem analisados coerente e coesamente.

As tarefas principais se delinearam com a orientação: 1) Modelagem na rede piloto e padronização consensual na replicação em campo do processo analisado; 2) Levantamento, eleição das variáveis associadas ao processo e padronização da entrada de dados; 3) Coleta e constituição de um banco de dados piloto; 4) Elaboração do método de análise; 5) Calibração do método na rede piloto; 6) Coleta e constituição do banco de dados final para análise e 7) Replicação do método de análise.

As tarefas foram executadas diante de três princípios: 1) proposição teórica modelada para empresa piloto com grande colaboração e participação de analistas de planejamento e custos; 2) validação e discussão dos modelos

e técnicas propostas; 3) liberação consensual para replicação e validação em outras redes.

4.2 Protocolo da pesquisa no Estudo de Caso

Para Yin (2005), projetos com orientação qualitativa a quantitativa, são classificados como experimentos. Estes gêneros exigem controle sobre os eventos comportamentais e direcionam acontecimentos. Yin (2005) afirma que o planejamento do estudo de caso prevê quatro condições para atestar a qualidade do projeto. A validade do constructo que tem como premissa o encadeamento de evidências. A validade interna que utiliza modelos lógicos como direcionamento. A validade externa que utiliza a lógica da replicação em estudos de casos múltiplos. E, por fim, a confiabilidade que possui como ponto de consistência a abordagem de banco de dados com dados históricos após a replicação.

Em síntese, ao seguir a orientação de Yin (2005) a constituição do protocolo de pesquisa fica:

Tipo de pesquisa:

Teórico-Experimental

Questões do estudo:

De que modo é possível analisar a coordenação dos processos de produção em pontos isolados de uma rede colaborativa e contribuir com o desempenho do nível decisório tático?

De que modo é possível analisar a coordenação dos processos de produção com uma visão integrada e o relacionamento entre processos de uma rede colaborativa e contribuir com o desempenho do nível decisório tático?

Unidade de análise:

Estado atual (As-Is) de análise da Coordenação dos processos de produção.

Casos:

Múltiplos: Prototipação, Piloto e Replicação.

Validade dos constructos:

Múltiplas fontes de evidências com índices de comprovação ou não da hipótese após a replicação do método.

Validade interna:

Níveis de análise da coordenação dos processos de produção de Landesmann e Scazierri (1996) sob a perspectiva do nó detentor da rede conforme Nooteboom (2004).

Validade externa:

Validação do método com a coordenação dos processos de produção submetida ao recorte analítico de redes na rede produtiva.

Confiabilidade:

Conforme Yin (2005), executar a replicação teórica e literal do método pelo menos em seis organizações após o projeto piloto estabelecido.

Para realização do protocolo da pesquisa no estudo de caso das redes analisadas: o Estado Atual (*As-Is*) é contemplado na seção 4.2.1 que contém o modelo do processo analisado e na seção 4.2.2 que contém o método tradicional de análise da coordenação do processo de produção representado pelos sub-modelos do EKD.

A seção 4.2.3 contém as variáveis eleitas para que entrada de dados seja padronizada. Modelado o Estado Atual e padronizado para a coordenação do processo de produção é possível caracterizar as empresas independentemente do segmento e mapear os nós para desenho da rede as quais fazem parte, a seção 4.2.4 descreve o perfil das redes analisadas; a seção 4.2.5 mostra o exemplo construtivo do banco de dados; a seção 4.2.6 faz a aplicação e validação teórica entre o relacionamento conceitual e as variáveis eleitas. E, em sequência, no capítulo 5 é descrita a análise dos dados como a Necessidade para a Mudança (*need-for-change*).

4.2.1 Modelo do processo analisado – Estado Atual (As-Is)

Essa seção descreve, como parte integrante do *status quo*, o Estado Atual (As-Is), o modelo do processo analisado consensual que, representado pela notação do EKD, permite demonstrar as entradas e saídas por meio do modelo de processos de negócio (BUBENKO, PERSSON e STIRNA, 2001). A Figura 3 mostra o processo analisado pela pesquisa.

Como observado na Figura 3 uma organização em rede deve, essencialmente, como impulso inicial interno para a rede produtiva, planejar a demanda a ser atendida, fazer os cálculos das necessidades de materiais e comprar efetivamente os suprimentos para transformação e montagem de seus respectivos produtos e/ou serviços (Processo 1). O Processo 1 recebe informações, não questionadas pelo escopo da pesquisa, dos dados de vendas oriundas dos clientes em suas interações de mercado e comerciais (Processo Externo 1).

O Processo 1 estrutura dados planejados para compra, fabricação e estoque (Conjunto de Informações 1) para toda a rede produtiva. Dessa forma, se se considerar interdependência entre informação e tempo, o primeiro processo operacional a ser executado é o de entrada de materiais na companhia (Processo 2) que, além dos dados planejados (Conjunto de Informações 1), possui dados de recebimento e armazenagem (Conjunto de Informações 2) com impulso operacional e fornece informações da matéria-prima recebida e armazenada (Conjunto de Informações 3), bem como a gestão da informação. O Apêndice C ilustra a rede analisada.

O Processo 2 impulsiona os processos de manufatura (Processo 3) com informações de suprimento para transformar a matéria-prima e do produto acabado (Conjunto de Informações 4). O processo de manufatura (Processo 3) dispõe das informações finais de produção (Conjunto de Informações 5), para o processo de estocagem e expedição do produto acabado (Processo 4), que gerencia o estoque e administra as informações de faturamento (Conjunto de Informações 6).

Modelo de Processos de Negócio - Cadeia produtiva

Figura 3 – Modelo do processo analisado

4.2.2 Método tradicional de análise – Estado Atual (As-Is)

Como declarado no método de pesquisa, Bubenko, Persson e Stirna (2001) afirmam que para se propor mudanças processuais é necessário modelar o Estado Atual do negócio para questionar oportunidades, avaliar impactos e sugerir um Estado Futuro. Os autores do EKD denominam essa técnica de **“Estado Atual → Necessidade para a Mudança → Estado Futuro”** (*“As-Is → Need-for-Change → To-Be”*)

Isso se traduz para a pesquisa da seguinte forma: após a modelagem do Estado Atual, que é o *“As-Is”*, surge a comprovação da lacuna processual existente, que é o *“Need-for-Change”*, pela modelagem e, encerra na necessidade e na solicitação de um novo método de análise, que fundamente e apresente um Estado Futuro, que é o *“To-Be”*, a fim de cobrir a deficiência de forma sistemática e científica.

Assim, essa seção descreve o Estado Atual, o *“As-Is”* do método tradicional de análise do processo de produção contido conceitualmente na coordenação dos processos de produção. As seções subsequentes, por intermédio dos sub-modelos do EKD, descrevem então, o Estado Atual (*As-Is*) de análise do processo demonstrado anteriormente na seção 4.2.1. Os modelos compreendem: o modelo de objetivos na seção 4.2.2.1, o modelo de regras na seção 4.2.2.2, o modelo de processos de negócio na seção 4.2.2.3, o modelo de atores e recursos na seção 4.2.2.4, o modelo de conceitos na seção 4.2.2.5 e o modelo de componentes e requisitos técnicos na seção 4.2.2.6 (BUBENKO, PERSSON e STIRNA, 2001).

4.2.2.1 Modelo de objetivos – Estado Atual (As-Is)

A Figura 4 mostra o modelo de objetivos. O modelo tradicional de análise visa preparar informação para o processo decisório estratégico do planejamento de vendas e operação de uma organização (Objetivo 1), regido pelas quatro variações básicas em estoque, custo, capacidade e demanda (Regra 2), para preparar os relatórios das reuniões denominadas de *Sales and Operation Planning* - S&OP (Regra 1). Para isso no Objetivo 1 se faz necessária a busca constante da criação de mecanismos simples de apresentação de resultados para alta gerência (Objetivo 3) pois deve explicar as variações que mais obtiveram destaque do planejamento (Objetivo 2). Em seguida, o método atual, possui como objetivo final da análise, a proposição de ações que diminuam o impacto na margem bruta do produto acabado (Objetivo 4).

Figura 4 – modelo de objetivos do método tradicional de análise - As-Is

4.2.2.2 Modelo de regras de negócio – Estado Atual (*As-Is*)

Essa seção descreve o modelo de regras do método atual de análise da coordenação do processo de produção. Pela técnica do EKD cada objetivo deve estar atrelado a pelo menos uma regra e conforme notação do EKD, um modelo quando faz referência a outros, deve ser indicado com linhas tracejadas.

O modelo de regras está ilustrado na Figura 5 que descrita fica: a orientação principal se dá em manter os relatórios gerenciais mensalmente para o planejamento de vendas e operações, o S&OP (Regra 1), que depende das variações baseadas em estoque, em custo, em capacidade e em demanda (Regra 2). Prioriza-se a variação do controle pelo custo unitário e por família de produtos (Regra 3), que se estrutura pela composição dos custos com mão-de-obra direta, com mão-de-obra indireta, com matéria-prima, com equipamentos e com gastos indiretos à fabricação do produto e/ou serviço (Regra 4). Em seguida, revisa-se a capacidade das taxas de fabricação das famílias regida pelo *mix* de produção (Regra 5). Analisam-se as posições de estoque de produto acabado e de matéria-prima (Regra 6) e conclui-se com a exposição da demanda pelo viés comercial e a com a determinação dos volumes de produção a serem praticados para o próximo período (Regra 7). O fornecimento de informações para o S&OP (Objetivo 1) é regido pela frequência (Regra 1), pelas análises de custo, estoque, capacidade e demanda (Regra 2 e Regra 6), de decisões comerciais e de marketing (Regra 7).

Figura 5 - Modelo de regras de negócio método tradicional de análise - As-Is

4.2.2.3 Modelo de processos de negócio - Estado Atual (*As-Is*)

A Figura 6 alude aos processos de negócio do método tradicional de análise. Após o recebimento dos resultados do planejamento comercial (Processo Externo 1), regido pelas regras do S&OP (Regra 1), geram-se os dados para o planejamento produtivo (Conjunto de Informações 1), para se dar início à montagem dos dados padrão (Processo 1), que resulta no planejamento do custo unitário do produto e/ou serviço, composto da mão-de-obra direta, da mão-de-obra indireta, da matéria-prima, dos equipamentos e dos gastos indiretos a fabricação dele (Conjunto de Informações 2). Isso permite preparar a montagem dos dados reais (Conjunto de Informações 3) da coordenação do processo de produção (Processo 2), que faz a exposição das variações planejadas *versus* as realizadas do custo unitário do produto e/ou serviço, composto da mão-de-obra direta, da mão-de-obra indireta, da matéria-prima e dos equipamentos (Conjunto de Informações 4). O que propicia a análise comparativa (Processo 3) entre o universo dos dados realizados e a preparação do material de discussão dos resultados (Conjunto de Informações 5). Para aí gerar os relatórios das ações futuras (Conjunto de Informações 6) e apoiar as decisões táticas e estratégicas do próximo período (Processo Externo 2). O modelo de processos de negócios é direcionado nesse caso pelo provimento de informações para o processo decisório estratégico do planejamento de vendas e operações o S&OP (Objetivo 1).

Figura 6 – Modelo de processos de negócio método tradicional de análise - As-/s

4.2.2.4 Modelo de atores e recursos – Estado Atual (*As-Is*)

A Figura 7 mostra os atores e recursos envolvidos no método tradicional de análise da coordenação do processo de produção. A alta administração (Papel 1) define e executa o planejamento comercial (Processo externo 1) para que o analista de controladoria (Papel 2) possa, apoiado pelo analista de planejamento e controle da produção (Papel 3), executar a montagem dos dados padrão (Processo 1) e dos dados reais (Processo 2) e, assim, fazer a análise comparativa entre ambos os cenários (Processo 3).

Para execução da comparação (Processo 3), é necessária a elaboração de um banco de dados denominado *datawarehouse* oriundo do sistema integrado de gestão, o ERP da organização (Recurso 1), para em seguida, valer-se das extrações (Recurso 2) baseadas em regras de políticas-ação e/ou de solicitações de cenários norteadas por necessidades momentâneas. Depois, apresentam-se os cenários em planilhas (Recurso 3) e cria, dependendo da necessidade, sistemas do gênero *Business Intelligence* (Recurso 4) para auxiliar na alimentação de um *Executive Information System* - EIS (Recurso 5), que resume os relatórios e gráficos, para que o gerente de controladoria (Papel 4) possa questionar o período analisado e sugerir ações futuras que apoiem as decisões táticas (Processo Externo 2) do gerente de planejamento (Papel 5) e auxiliem os gerentes de produção (Papel 6) para as implantarem.

Figura 7- Modelo de atores e recursos método tradicional de análise - As-Is

4.2.2.5 Modelo de conceitos – Estado Atual (*As-Is*)

A Figura 8 expõe os conceitos empregados no método tradicional de análise. Conceitualmente, o método tradicional de análise da coordenação do processo de produção aplica de forma implícita os princípios básicos do cálculo do custo padrão (Conceito 2) e auxilia, assim, o planejamento de vendas e operações de uma organização conhecido como *Sales and Operation Planning*, o S&OP (Conceito 1). O time de decisores da alta administração (Papel 1) da empresa se reúne para manter e/ou alterar os rumos da companhia baseados nos números e no desempenho de estoque de produto acabado e de matéria-prima (Conceito 1.1), nos números de custo da operação e de custo unitário do produto acabado (Conceito 1.2), nos números da capacidade produtiva (Conceito 1.3) confrontando-os com os volumes praticados da demanda (Conceito 1.4). O sistema integrado de gestão, o ERP (Conceito 3), calcula custo baseado na composição e orientação do custo padrão (Conceito 2). Assim, o ERP (Conceito 3) em posse dos dados da operação permite a criação do banco de dados, o *datawarehouse* (Conceito 4), para futuras minerações deles de diversas formas e orientação.

Essas análises de mineração de dados são denominadas de *On Line Analytical Process* - OLAPs (Conceito 5), construídas pelas necessidades instantâneas a curto prazo, têm a finalidade de encontrar respostas, ou para fazerem parte de estudos e se transformarem futuramente em dados de entrada para sistemas *Business Intelligence* (Conceito 6). Em seguida, apoiam os painéis executivos (Conceito 7) com determinada frequência a fundamentação para as decisões de S&OP (Conceito 1) que surge no apoio dado a todo esse processo decisório tático-estratégico (Objetivo 1).

Figura 8 – Modelo de conceitos método tradicional de análise - As-/s

4.2.2.6 Modelo de componentes e requisitos técnicos - Estado Atual (As-Is)

O modelo de componentes e requisitos técnicos do método tradicional de análise da coordenação do processo de produção está representado pela Figura 9. O modelo reflete, conforme a ferramenta EKD, a orientação para construir um sistema de informação e apoiar o modelo de negócios. Composto principalmente por requisitos funcionais para o método tradicional, ele utiliza princípio da análise contábil dos processos de produção (Objetivo do Sistema de Informação 1), deve apoiar decisões (Objetivo do Sistema de Informação 2), deve ser uma ferramenta de extensão e consulta ao processo

de análise (Objetivo do Sistema de Informação 3) e deve auxiliar na formalização dos acordos e das decisões para protocolar as atas e planos de ação (Objetivo do Sistema de Informação 4). Encontrados os dados no sistema integrado, o ERP (Conceito 3) da companhia (Requisito Funcional 1), torna-se obrigatória a instalação de uma tecnologia de *datawarehouse* (Requisito Funcional 2) para permitir a criação das análises com as planilhas e cubos (Requisito Funcional 3), que serão extraídos do ERP (Requisito Funcional 1 e Conceito 3). O *datawarehouse* requisita um tecnologia de repositório de dados (Requisito Funcional 4) para apresentação padronizada em painéis gerenciais (Conceito 7). Opcionalmente implantam-se sistemas *Business Intelligence* (Requisito Não-Funcional 1) que complementam o sistema de informação.

Figura 9 – Modelo de componentes e requisitos técnicos método tradicional de análise - As-Is

4.2.3 Levantamento e eleição das variáveis

As variáveis a seguir, descritas no Quadro 1, foram eleitas pela aplicação da fundamentação conceitual e validadas por especialistas em campo. Após a eleição teórica para representar o processo a ser analisado houve um consenso na adoção delas por serem as mais significativas para o nível tático.

A variável “SKU” é o código do produto acabado que identifica a unidade armazenada. A variável “CodCompMP” é o código do componente que identifica a matéria-prima utilizada na composição de um produto. A variável “Refugo” indica em porcentagem a quantidade tolerada de material perdido em um dado processo. A variável “LtEcProdTransf” é a quantidade mínima necessária para compensar ter a estrutura para fabricar um dado produto. A variável “LtEcCompra” é um volume mínimo de compra de um suprimento negociado com o fornecedor dele. A variável “FreqConsMP” é a frequência com a qual a matéria-prima é consumida do estoque. A variável “VolOcupMP” é o volume que a matéria-prima ocupa em relação ao espaço disponível. A variável “CusMP” é o custo da matéria-prima na composição do produto acabado. A variável “CusMOD” é o custo da mão-de-obra empregada diretamente na fabricação do produto. A variável “CusMOI” é o custo da mão-de-obra empregada de forma indireta na fabricação do produto, como por exemplo funções administrativas. A variável “CusMAQ” é o custo com equipamentos empregados para a fabricação do produto, que farão parte do ativo da organização. A variável “PercTotMP” é a participação da matéria-prima em relação ao custo total do produto acabado. A variável “PercTotMOD” é a participação da mão-de-obra direta em relação ao custo total do produto acabado. A variável “PercTotMOI” é a participação da mão-de-obra indireta em relação ao custo total do produto acabado. A variável “PercTotMAQ” é a participação dos equipamentos em relação ao custo total do produto acabado. A variável “QtdDem” é a demanda planejada para ser produzida e vendida em um período para o produto acabado SKU. A variável “CusTot” é o custo total unitário do produto. A variável “LtEcProdPA” é o mínimo que deve ser produzido de um determinado produto acabado SKU para equipar com os gastos e a partir desse mínimo obter lucro.

A variável “VolOcupPA” é o volume que o produto acabado ocupa em relação ao espaço disponível. A variável “FreqConsPA” é a frequência de consumo de um produto acabado do estoque, é a quantidade consumida mensalmente. A variável “Per” do ciclo de vida da operação planejado pela rede, determinado pela pesquisa não ultrapassar doze (12) meses. A variável “EstMP” é a quantidade de matéria-prima disponível para consumo no estoque. A variável “EstPA” é a quantidade de produto acabado disponível no estoque. A variável “TempTotMontPA” é o tempo total para montar o produto acabado referenciado, a partir do momento em que se começa o ciclo produtivo. A variável “CapacMes” é a capacidade mensal de produção do produto acabado. A variável “Nprinc_P*” é a representação processual dos sub-nós do nó principal da rede. A variável “NSecProdP*” é a representação de nós secundários à rede que possuem ligações importantes anteriores ao nó principal e devem ser consideradas. A variável “NSecPCliext” é representação do nó secundário que possui ligação importante, no entanto, as interações acontecem em grande parte após o nó principal. A variável “RevQ” é o número da revisão do quadrante de planejamento calibrado ao longo do exercício e operação da rede. As variáveis “AVA, MVA, BVA e CVA” pertencem ao acordo de divulgação proposto pela pesquisa para que as organizações fornecessem os dados para análise. Essas variáveis estão fundamentadas pela Teoria da Firma e são agrupamentos das matérias-prima que as classificam em: de alto valor agregado (variável AVA), de médio valor agregado (variável MVA) e de baixo valor agregado (variável BVA) ao processo e de origem de *comodities* (variável CVA).

Código	Descrição	Código	Descrição
SKU	Stock Keeping Unit	CusTot	Custo total do Produto Acabado - SKU
CodCompMP	Código do Componente Matéria-Prima	LtEcProdPA	Lote mínimo para a produção do Produto Acabado - SKU em questão
QtdMP	Quantidade de Matéria-Prima a ser utilizada no processo de fabricação	VolOcupPA	Volume ocupado pelo Produto Acabado no estoque
CodFornec	Código do Fornecedor da Matéria-Prima	FreqConsPA	Frequência com a qual o Produto Acabado - SKU é consumido do estoque mediante a demanda
Refugo	Quantidade em porcentagem de Matéria-Prima para a fabricação ou montagem do item	Per	Período da medição da análise - parametrizado/dividido em meses - não necessariamente 1 = jan
LtEcProdTransf	Lote mínimo para transformar a Matéria-Prima. É calculado para a partir dele começar a se obter lucro	EstMP	Estoque total da matéria-prima
LtEcCompra	Lote mínimo de compra negociado com o fornecedor após cálculo acordado entre as partes	EstPA	Estoque total do Produto Acabado - SKU
FreqConsMP	Frequência com a qual a matéria-prima é consumida do estoque	TempTotMontPA	Tempo gasto para montar o Produto Acabado - SKU
VolOcupMP	Volume ocupado pela Matéria-Prima no estoque	Capac_Mes	Capacidade mensal de montar o Produto Acabado - SKU
CusMP	Custo da Matéria-Prima empregada diretamente na fabricação do produto	NPrinc_P*	Nó principal seguido do processo a ser analisado/associado
CusMOD	Custo da mão-de-obra empregada diretamente na fabricação do produto	NSecProd_P*	Nó secundário produtivo/fornecedor do nó principal seguido do processo a ser analisado/associado
CusMOI	Custo da mão-de-obra empregada indiretamente na fabricação do produto	NSecCliPext	Nó cliente do nó principal seguido de um processo externo com impacto na análise no entanto fora do escopo da tese
CusMAQ	Custo de máquinas, equipamentos e recursos não humanos empregados diretamente e/ou indiretamente na fabricação do produto	RevQ*	Revisão da demanda e dos custos planejados - variável seguida do número do quadrimestre 1, 2 ou 3
PercTotMP	Participação percentual do custo da Matéria-Prima em relação ao custo total do produto	MVA*	Código do agrupamento proposto para matéria-prima das redes pesquisadas seguido do número da rede - Matéria-primas de Médio Valor Agregado
PercTotMOD	Participação percentual do custo da Mão-de-obra Direta em relação ao custo total do produto	CVA*	Código do agrupamento proposto para matéria-prima das redes pesquisadas seguido do número da rede - Matéria-prima com dependência de commodities
PercTotMOI	Participação percentual do custo da Mão-de-obra Indireta em relação ao custo total do produto	BVA*	Código do agrupamento proposto para matéria-prima das redes pesquisadas seguido do número da rede - Matéria-primas de Baixo Valor Agregado
PercTotMAQ	Participação percentual do custo de máquinas, equipamentos e recursos não humanos em relação ao custo total do produto	AVA*	Código do agrupamento proposto para matéria-prima das redes pesquisadas seguido do número da rede - Matéria-primas de Alto Valor Agregado
QtdDem	Demanda planejada para o Produto Acabado - SKU em questão		

Quadro 1 – Variáveis eleitas teoricamente e validadas em campo para análise

4.2.4 Perfil das redes analisadas

Com o mapeamento realizado do processo a ser analisado, bem como do método tradicional de análise, a entrada de dados pode ser padronizada para que a unidade de análise não fique restrita a empresa e sim pode-se ampliá-la, sob o recorte de redes, para a toda cadeia produtiva. A pesquisa além do projeto piloto, analisa mais vinte organizações que dispuseram seus dados a fim de contribuir com a pesquisa. Mediante acordo de ética e confidencialidade elas são identificadas de R001 a R021 para numerar as redes das quais fazem parte.

No Quadro 2 há descrição das redes analisadas com o faturamento, com o número de funcionários e com a linha de produto. A rede R001 pertence ao ramo químico e fabrica produtos essencialmente voltados à escrita. A R002 é uma siderúrgica de alumínio. A R003 fabrica turbocompressores automotivos. A R004 fabrica instrumentos odontológicos. A R005 faz peças complexas de alto desempenho que compõem chassi, freio, motor e transmissão. A R006 é uma usina de cana-de-açúcar. A R007 fabrica chocolates. A R008 é uma indústria de transformação mineral e produz abrasivos refratários. A R009 faz eixos *cardans* e diferenciais para automóveis. A R010 pertence ao setor aeronáutico e fornece equipamentos hidráulicos e eletromecânicos. A R011 produz essencialmente pastilhas e lonas de freio para a indústria automotiva. A R012 é uma empresa que fabrica vagões rodoviários e ferroviários. A R013 faz calçados femininos. A R014 produz elevadores e escadas rolantes. A R015 fabrica motores diesel. A R016 faz pistões, bronzinas e bielas para o setor automotivo. A R017 é do setor alimentício e faz panettones, biscoitos e torradas. As R018 e R019 são redes concorrentes na produção de compressores pneumáticos. A R020 faz sistemas de suspensão para vagões rodoferroviários. A R021 é do segmento de equipamentos elétricos e tem motores elétricos como carro-chefe da produção.

Essa diversidade de segmentos analisados reforça a necessidade de se elaborar um método de análise flexível. No entanto, propicia uma padronização da coleta dos dados de produção facilitando, assim, a compreensão dos modelos gerados. A entrada de dados modelada se

adequa à coordenação do processo de produção independentemente do segmento na qual se encontra a rede produtiva.

Rede	Faturamento (~MR\$)	Número de funcionários	Linha de Produto	Segmento
R001	400	2100	Produtos para escrita	Químico
R002	2300	5500	Produtos para indústria de transformação do alumínio	Siderúrgico
R003	160	250	Turbocompressores	Automotivo
R004	100	400	Instrumentos odontológicos	Saúde Bucal
R005	600	120	Pecas mecânicas geometria complexa linha automotiva	Automotivo
R006	350	3000	Álcool / Açúcar	Sucroalcooleiro
R007	900	3500	Chocolates	Alimentício
R008	200	900	Abrasivos refratários	Transformação mineral
R009	900	2400	Eixos Diferenciais	Automotivo
R010	110	800	Equipamentos hidráulicos e eletro-mecânicos	Aeronáutico
R011	750	3100	Materiais fricção, pastilhas de freio e lonas automotivas	Automotivo
R012	6000	11500	Vagões rodoviários e ferroviários	Transporte e logística rodoferroviário
R013	14	300	Calçados Femininos	Calçados
R014	1600	3500	Elevadores e escadas rolantes	Construção Civil
R015	2200	3500	Motores diesel	Automotivo
R016	500	11000	Pistões, bronzinas e bielas	Automotivo
R017	1500	4400	Panettones, biscoitos e torradas	Alimentício
R018	900	2700	Compressores	Metal mecânico
R019	30	200	Compressores	Metal mecânico
R020	300	800	sistemas de suspensão para vagões rodoviários e ferroviários	Transporte e logística rodoferroviário
R021	6100	24000	Motores elétricos, geradores, transformadores	Equipamentos elétricos

Quadro 2 – Perfil das redes analisadas

4.2.5 Coleta e elaboração do Banco de Dados

Os Quadros 3 e 4 mostram o formato e o princípio construtivo utilizados no banco de dados. Conceitualmente o banco de dados foi elaborado para ser relacional e possui a função de ser orientado a geração de arquivos. Isso significa que deve ter as chaves de relacionamento entre as tabelas, possuindo o código do item (SKU) como principal variável da composição da chave-primária dos relacionamentos entre as tabelas. Isso facilita na inserção dos dados. É orientado a arquivos para permitir a geração de arquivos textos já com os agrupamentos definidos para serem analisados pelo algoritmo DAMICORE. As variáveis descritas anteriormente pela seção 3.2.5 foram dispostas como mostram os Quadros 3 e 4.

Os Quadros 3 e 4, mesmo divididos no texto para adequação do espaço, exemplificam como seria o cabeçalho de um primeiro período definido como mês de análise. O cabeçalho é também denominado para identificação de vetor, da tupla, ou até mesmo das colunas que deverão ser preenchidas com todo o ciclo de vida da análise da rede em formação. O Quadro 3 possui dados planejados e o Quadro 4 possui dados reais do primeiro período da rede R001.

O banco de dados deve se orientar para gerar, em um primeiro momento, dois arquivos e estar preparado para receber um arquivo com dados planejados e outro arquivo, no mesmo formato e *lay-out* para receber os dados reais da rede em operação. Os Quadros 3 e 4 a seguir mostram o formato da junção de todas as tabelas dos dados de um período da rede R001 disponibilizados para o projeto da pesquisa. Os dados dispostos pelas empresas analisadas se referem às informações planejadas, bem como às reais, para efeitos comparativos e de análise do produto acabado, representado pela variável SKU, durante o exercício e a operação da rede em doze meses. Como observação, uma variável de apoio a “CusMPtot”, compila o custo total das matérias-primas. Esta última variável foi inserida no contexto para apoio a cálculos percentuais por razões de construção das lógicas de interpretação do banco de dados.

SKU	CodCompMP	QtdMP	CodFornec	Refugo	LtEcProdTransf	LtEcCompRA	FreqConsMP	VolOcupMP	CusMP	CusMOD	CusMOI	CusMAQ	PercTotMP
F_001	MVA001	0,813	F011MPII_001	0,01	500	2000	30	100	19,23	390,4376909	182,1095318	331,614	0,0188605
F_001	CVA001	4,279	F012TPIL_001	0,2	700	720	15	15	3,5	390,4376909	182,1095318	331,614	0,003432748
F_001	BVA001	0,698	F013CPIL_001	0,1	1000	24000	15	220	18,7	390,4376909	182,1095318	331,614	0,018340684
F_001	AVA001	0,123	F014MPII_002	0,3	150	52000	1	890	74	390,4376909	182,1095318	331,614	0,072578106

PercTotMOD	PercTotMOI	PercTotMAQ	QtdDem	CusTot	LtEcProdPA	VolOcupPA	FreqConsPA	Per	EstMP	EstPA	TempTotMontPA	Capac_Mes	RevQ	CusMPtot
0,3829335516	0,178610337	0,325242109	10000	1019,591223	5000	30	10000	1	50	15	75	12000	1	115,43
0,3829335516	0,178610337	0,325242109	10000	1019,591223	5000	30	10000	1	7,5	15	75	12000	1	115,43
0,3829335516	0,178610337	0,325242109	10000	1019,591223	5000	30	10000	1	110	15	75	12000	1	115,43
0,3829335516	0,178610337	0,325242109	10000	1019,591223	5000	30	10000	1	445	15	75	12000	1	115,43

Quadro 3 - Banco de Dados planejados da R001 – exemplo construtivo

SKU	CodCompMP	QtdMP	CodFornec	Refugo	LtEcProdTransf	LtEcCompRA	FreqConsMP	VolOcupMP	CusMP	CusMOD	CusMOI	CusMAQ	PercTotMP
F_001	MVA001	0,813	F011MPII_001	0,01	500	2000	30	100	19,76629766	390,3722127	182,1095318	347,75194	0,019042776
F_001	CVA001	4,279	F012TPIL_001	0,2	700	720	15	15	3,750876373	390,3722127	182,1095318	347,75194	0,00361358
F_001	BVA001	0,698	F013CPIL_001	0,1	1000	24000	15	220	18,7965616	390,3722127	182,1095318	347,75194	0,018108536
F_001	AVA001	0,123	F014MPII_002	0,3	150	52000	1	890	75,44715447	390,3722127	182,1095318	347,75194	0,0726855

PercTotMOD	PercTotMOI	PercTotMAQ	QtdDem	CusTot	LtEcProdPA	VolOcupPA	FreqConsPA	Per	EstMP	EstPA	TempTotMontPA	Capac_Mes	RevQ	CusMPtot
0,376083095	0,175443626	0,335022888	10000	1037,994575	5000	30	10000	1	50	15	75	12000	1	117,7608901
0,376083095	0,175443626	0,335022888	10000	1037,994575	5000	30	10000	1	7,5	15	75	12000	1	117,7608901
0,376083095	0,175443626	0,335022888	10000	1037,994575	5000	30	10000	1	110	15	75	12000	1	117,7608901
0,376083095	0,175443626	0,335022888	10000	1037,994575	5000	30	10000	1	445	15	75	12000	1	117,7608901

Quadro 4 - Banco de Dados Reais da R001 – exemplo construtivo

4.2.6 Aplicação e validação teórica

Essa seção elucida criticamente a aplicação e a validação da utilização e o entrelaçamento conceitual da revisão bibliográfica para replicação em campo do método de análise. Explica a origem das variáveis já declaradas e a interferência conceitual na elaboração e orientação do banco de dados.

Com essa orientação é possível coordenar consistentemente e direcionar a análise dos dados, para que os agrupamentos deles possam ser executados mediante a fundamentação conceitual disponível para o método elaborado pela pesquisa. Esse direcionamento é útil para que o processo de tomada de decisão esteja preparado mediante orientação conceitual oriunda da literatura. O processo decisório do nível tático da coordenação dos processos de produção estará, assim, orientado às observações dadas pelos agrupamentos das variáveis, às conexões entre elas e ao conceito estabelecido afim.

Os conceitos utilizados para eleição das variáveis se encontram nas definições da coordenação do processo de produção, da inovação e da função produção. A compilação e o agrupamento das variáveis se dá pela orientação das vertentes teóricas de redes produtivas colaborativas.

Enunciada por Schumpeter (1949) e atualizada conforme a OCDE (2007), as diretrizes da inovação e a sua consolidação autorizam a pesquisa, pelos princípios de se buscar um novo bem ou mercadoria, de se criar um novo método de produção, de se procurar ou estabelecer um novo mercado, de se buscar novas fontes de suprimentos e de se melhorarem ou de se adaptarem as novas organizações e formatos industriais a instaurar variáveis de controle para obter essa orientação em inovação no processo de tomada de decisão. As variáveis podem, assim, respectivamente, ser relacionadas a variações em quantidade, em qualidade, em frequência, em custo, em volume e em participação no produto acabado ao se tratar de buscar uma matéria-prima mais competitiva e/ou de buscar nova fonte de suprimento. Para avaliar e questionar uma revisão do método de produção, colocam-se controles visando à eficiência total das variáveis em todos os sentidos da cadeia com foco em capacidade *versus* eficiência da entrega. Para procura de novos mercados, o controle é atrelado às variáveis de consumo e de volume em

estoque do produto acabado. Para reagir às novas formas organizacionais, o controle é colocado em custos indiretos ao produto como pessoal e gastos indiretos.

A partir da função produção, identificam-se as variáveis que auxiliam na montagem da relação entre volume em função de gastos com insumos e dos gastos empreendidos em trabalho. As variáveis relacionadas representam, assim, custos com mão-de-obra direta e indireta, custo com maquinários e equipamentos e volumes demandados e produzidos.

A coordenação dos processos de produção direciona os controles à identificação processual estabelecida pela síntese realizada por Landesmann e Scazierri (1996) em seus níveis de análise, que são os agentes, os materiais em processo e as tarefas produtivas relacionadas. Por conseguinte, identificam-se os códigos em geral de fornecimento, de transformação da matéria-prima, produção e montagem do produto acabado. Assim, com a conceituação da coordenação dos processos de produção, é possível desenhar o processo de produção, já modelado no processo do Estado Atual (As-Is) e eleger variáveis de identificação do produto acabado, da matéria-prima, do fornecedor e das que apóiam o processo de tomada de decisão.

Deste modo, face ao exposto, o Quadro 5 mostra as variáveis e o relacionamento conceitual atrelado a cada uma, como justificativa da utilização e eleição delas.

Códigos das variáveis	Relacionamento conceitual			
	Coordenação dos Processos de Produção	Inovação	Função Produção	Vertentes Redes
SKU	x			
CodCompMP	x	x		
QtdMP	x	x	x	
CodFornec	x	x		x
Refugo	x	x		
LtEcProdTransf	x	x		
LtEcCompra	x	x		
FreqConsMP	x	x		
VolOcupMP	x			
CusMP		x	x	
CusMOD			x	
CusMOI			x	
CusMAQ			x	
PercTotMP			x	
PercTotMOD			x	
PercTotMOI			x	
PercTotMAQ			x	
QtdDem	x			
CusTot	x		x	
LtEcProdPA			x	
VolOcupPA	x			
FreqConsPA		x		
Per				x
EstMP	x	x		
EstPA	x	x		
TempTotMontPA	x	x		
Capac_Mes	x	x		
NPrinc_P*				x
NSecProd_P*				x
NSecCliPext				x
RevQ*				x
MVA*			x	
CVA*			x	
BVA*			x	
AVA*			x	

Quadro 5 – Variáveis justificadas no uso pelo relacionamento conceitual

5 Análise dos dados

A análise dos dados compreende, conforme método de pesquisa declarado, o levantamento da necessidade e a justificativa de se alterar um processo de avaliação crítica contundente (*Need-for-Change*) do Estado Atual (*As-Is*) para fundamentar o desenvolvimento do Estado Futuro (*To-be*). A seção 5.1 contém o recorte analítico de redes. A seção 5.2 descreve a utilização da técnica DAMICORE. A seção 5.3 compara o método atual e método proposto a ser estabelecido pela pesquisa.

5.1 Recorte analítico de redes – Necessidade para a Mudança (*Need-for-Change*)

Com a aplicação das vertentes teóricas de redes, como a cooperação, a formação e gerência de redes, a transferência de tecnologia e de conhecimento, o ciclo de vida de redes e os sistemas produtivos dinâmicos é possível estabelecer os critérios de análise do trabalho. A pesquisa traça, nesse sentido analítico, o paralelo existente entre as vertentes teóricas de redes e gera uma nova caracterização a ser avaliada e analisada nos cenários de interação interorganizacionais.

Ao utilizar o conceito de cooperação, por exemplo, que aborda o compartilhamento de riscos, dos custos, das competências, dos conhecimentos e, por fim, dos dividendos (AMATO, 2000), é possível estabelecer ferramentas processuais e tecnológicas para difusão da informação na rede. A aplicação desse aporte conceitual obriga e autoriza a inserção no modelo de componentes e requisitos técnicos de um requisito funcional de compartilhamento de informação. Para obtenção das metas da rede é necessário o controle de indicadores relacionados à economia de escala e escopo, à capacidade produtiva, à diversidade de modelos e à operação logística, conceitos oriundos da cooperação (AMATO, 2000 e NOOTEBOOM, 2004).

A junção do processo de formação e gerência de redes com a vertente de transferência tecnológica e geração de conhecimento, permite a utilização do conceito de relacionar variáveis internas processuais às variáveis externas às organizações. Isso propicia criar controles para tomar decisões sobre

metas de eficiência, para criar uma estrutura de funcionamento da rede em operação e desenvolver um método para identificar a intensidade das ligações na rede (NOOTEBOOM, 2004).

Para desenhar morfologicamente uma rede com os nós, as posições e os fluxos, Britto (2002) sugere uma caracterização para criação de elementos gráficos, o que facilita a visualização da rede. Assim, o próximo passo é agrupar variáveis que possuem ligações de impacto em processo e a eleição delas como representantes de um determinado processo. Nesse raciocínio é possível classificar a rede com um nó principal e com nós secundários.

Do modelo de processos de negócios analisado (*As-Is*) sob o recorte analítico de rede surge a necessidade da mudança (*Need-for-change*) para análise, a configuração projetada pela pesquisa da rede, que é demonstrada pela Figura 10 com as variáveis representantes dos nós processuais.

Vale ressaltar, como mostra a Figura 10, que cada processo contém quatro variáveis ordenadas por importância definidas e validadas em campo. O planejamento (Processo 1), por exemplo, na formação do nó respectivo, é representado por variáveis de controle da demanda, de custo total, de capacidade produtiva e de estoque do produto acabado. Esse conceito sucessivamente se replica aos outros processos de forma similar, todos com quatro variáveis representantes para a formação do nó.

A Figura 10 mostra qual o comportamento da rede em dois níveis. O primeiro nível com os processos constantes no “tracejado com ponto”, que são os processos 1, 2, 3 e 4. Estes são sub-nós do nó detentor da rede e possuem, como demonstrado e descrito, variáveis representantes respectivas. Juntos, eles representam o nó principal da rede.

Um descoberta aparece ao encontrar variáveis **internas** relacionadas a processos **externos** na condição de dois sub-nós de um nó secundário de fornecimento de fluxos tangíveis e intangíveis similares ao nó detentor da rede. São os processos, ou denominados como nós 5, 6 e 7, presentes no “tracejado simples” da Figura 10 e pertencentes ao nó secundário de fornecimento.

Figura 10 - Rede produtiva com variáveis representantes dos nós processuais - need-for-change

Também, os nós 5, 6 e 7 possuem variáveis representantes deles com nomes e características similares aos processos 3, 4 e 1 do nó principal, respectivamente. No entanto, são mapeados com variáveis do nó principal. Essa associação de variáveis representantes, cuja variação interna e/ou externa é comprovada com a medição das alterações e constatação dos impactos em ambos os sentidos do fluxo da informação, é uma virtude técnica da pesquisa, que possibilita ao método de análise, na execução da rotulação teórica, uma investigação orientada na detecção da correlação entre os nós.

O método de análise da pesquisa é orientado pelo agrupamento das variáveis explicadas pelo Quadro 6 e utiliza do ciclo de vida de redes com as variáveis de tempo. A criação da rede proporciona o planejamento e o cadastro do exercício da operação e da fabricação de um novo produto que será analisado. Estabelecido o exercício da rede pela pesquisa por 12 meses, a operação dela fornece a comparação sistematizada dos dados planejados com os dados reais. O desenvolvimento da evolução da rede é a análise dos dados de forma estruturada pela função produção, pela coordenação dos processos de produção e pela inovação, que fundamentam a revisão e as mudanças no planejamento inicial. A dissolução da rede é a análise de todo o exercício com a distribuição do conhecimento pela rede fortalecida por soluções preparadas para o próximo exercício e a reconfiguração de novos cenários (CAMARINHA-MATOS e AFSARMANESH, 2003). Para continuidade da linha desse aporte conceitual das organizações virtuais em redes sob o aspecto de sistemas produtivos dinâmicos, aplica-se tecnologia em variáveis de qualidade e de processo. São eleitas variáveis para controle de refugo, de lotes econômicos de compra, de montagem e de transformação de matéria-prima para representar a dinamicidade do ambiente.

Para análise do Quadro 6 é interessante um exemplo de interpretação dele. O Quadro 6 é composto pela identificação: da variável (campo “**Id**”), da descrição (campo “**Variáveis**”), dos nós um a sete (campos “**N1Princ_P1**, **N2Princ_P2**, **N3Princ_P3**, **N4Princ_P4**, **N5SecProd_P3**, **N6SecProd_P4**, **N7SecCli_Pext**,”), pelas ligações de baixa e de alta intensidade (campos “**Ligações baixa intensidade** e **Ligações alta intensidade**”).

O “id” número 10, por exemplo, é a variável “**CusMOI**”. É o custo de mão-de-obra indireta empregada na fabricação do produto. São as despesas

com salários administrativos que não atuam na produção e na transformação do produto e/ou serviço em operações fabris, como montagem de componentes para efeitos de elucidação.

Assim, seguindo o exemplo, a variável de “id” número 10 em relação ao nó principal, “**N1Princ_P1**”, é a décima primeira (11^a) em ordem de importância ao se analisar e rotular esse nó. Para o “**N2Princ_P2**” é a 7^a, para o nó “**N3Princ_P3**” é a 9^a, para o nó “**N4Princ_P4**” é a 9^a, para o nó “**N5SecProd_P3**” é a 7^a, para o nó “**N6SecProd_P4**” é a 12^a e para o nó “**N7SecCli_Pext**” é a 14^a. Também a variável “**CusMOI**” possui uma ligação de baixa intensidade para o método de análise da pesquisa com a variável de “id” treze (13) que é a “**CusTot**”. No entanto, ao examinar o Quadro 6, ela se torna muito mais importante para a análise com as ligações de alta intensidade do que em relação às variáveis de “id” 9, 12, 13 e 22. Esse raciocínio é válido para todas as variáveis e é o rótulo teórico necessário que orienta e direciona as análises.

O Quadro 6 apresenta, então, as declarações das associações óbvias (ligações de baixa intensidade), descritas por especialistas no levantamento em campo. E, após aplicação da fundamentação conceitual e demonstração para os mesmos profissionais, há a descoberta das relações não-triviais (ligações de alta intensidade) encontradas entre as variáveis. O Quadro 6 é a interpretação de forma linear e vetorialmente da Figura 10. Há a associação em matriz das variáveis eleitas aos nós da rede, da descoberta da pesquisa e da validação pelos especialistas das intensidades nas quais os nós estão conectados. O Quadro 6 é uma síntese, portanto, da inovação que a pesquisa traz, pois valida variáveis processuais, estrutura nós de uma rede produtiva, associa e encontra variáveis representantes dos nós e descobre a intensidade das ligações e o quê as faz se relacionarem entre elas. Após essa constituição e validação teórica em campo, seria inviável a análise não só em razão da técnica adotada mas também em razão dos volumes de dados a serem analisados, sem a utilização de uma tecnologia inteligente evolutiva para esse contexto com necessidades dinâmicas de flexibilidade e adaptabilidade. A seção subsequente demonstra a viabilidade disso mediante a aplicação e análise do algoritmo DAMICORE.

id	Variáveis	N1Princ_P1	N2Princ_P2	N3Princ_P3	N4Princ_P4	N5SecProd_P3	N6SecProd_P4	N7SecCli_Pext	Ligações baixa intensidade	Ligações alta intensidade
1	QtdMP			5					12	3;4;5;11;12;13;18;19
2	CodFornec		3			1	1			3;8;11;13
3	Refugo		4	3		2			13	1;4;5;6;11;13;18;19
4	LtEcProdTransf	19		4			8	18	11;13	1;3;5;9;11;12;13;16;20;21
5	LtEcCompra	17					4	17	13	1;3;4;6;8;13;18
6	FreqConsMP	16		12			16	12	12;13	3;4;5;7;8;11;12;13;18;19
7	VolOcupMP	14	2			4	9	11	13;18	6;8;11;13;16;18
8	CusMP	9				3	2	10	13;18	2;5;6;7;11;12;13;16;17;18
9	CusMOD	8	5	7	7	5	10	15	13	4;10;11;12;13;14;17;20;21
10	CusMOI	11	7	9	9	7	12	14	13	9;12;13;22
11	CusMAQ	10	6	8	8	6	11		3;4;12;13;14;20;21;22	1;2;3;4;5;6;7;12;13;14;15;16;17;19;20;21;22
12	QtdDem	1		6	3		6	1	13;21	1;4;6;8;9;11;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22
13	CusTot	2	8	10	6	9	7	9	2;12;16;18;20	2;3;4;5;7;8;12;15;16;18;19;20;21;
14	LtEcProdPA	13		11	5		20	5	9;11;12;13;19;20;21;22	1;9;11;12;13;15;16;17;19;20;21;22
15	VolOcupPA	12			2		19	3	12;13;19	11;12;13;16;17;18;19;21;22
16	FreqConsPA	15			1		13	4	12;13	4;7;8;11;12;13;14;15;17;18;19;20;21;22
17	Per	6					14	8	12;13	8;11;12;13;14;15;16;18;19;21;22
18	EstMP	5	1			10	5	13	5;6;8;12;13	1;5;6;7;8;11;12;13;15;16;17;19;21;22
19	EstPA	4			4		18	2	12;13;21	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22
20	TempTotMontPA	18		1			17	7	11;12;13;21;22	3;4;9;11;12;13;14;19;21;22
21	Capac_Mes	3		2			3	6	11;12;13;22	4;9;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;22
22	RevQ	7	9	13	10	8	15	16	11;12;13;15;18;19;21	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22

Quadro 6 - Associações entre as variáveis e o nós da rede

5.2 Aplicação e análise do algoritmo inteligente DAMICORE

O entrelaçamento teórico das variáveis e a compilação delas se submetem à análise e à validação em campo por especialistas para, em seguida, a pesquisa se valer da aplicação de uma técnica de computação evolutiva. Um algoritmo com características filogenéticas que, diante de dados estruturados e rotulados conceitualmente, confirma os nós sugeridos pela revisão da literatura e vai além ao detectar correlações entre eles. Isso reforça as expectativas, no segundo momento em campo, para avaliação dos cenários gerados. Estes foram apreciados e validados pelos especialistas, o que corrobora a hipótese da pesquisa.

Após a análise e validação pelos especialistas do modelo de análise de agrupamento das variáveis sob a conceituação da revisão da literatura, a pesquisa aplica a técnica DAMICORE no conjunto de dados coletados em campo. A aplicação e a utilização do algoritmo consistem em preparar os arquivos gerados pelos agrupamentos conceituais para que a técnica possa confirmar a *clusterização*, previamente indicada em forma de cadastro, o rótulo conceitual já descrito, bem como encontrar novas relações homólogas dentro das árvores filogenéticas. Os processos e os agrupamentos são a composição do resultado da pesquisa e estão descritos em detalhes no modelo de processos de negócio do método de análise.

São cinco os processos necessários ao método de análise elaborado pela pesquisa. Os três primeiros – que compreendem a configuração, a operação e o viés da função produção para analisar a rede antes da decisão tática e dissolução dela – quando decompostos geram mediante rótulo conceitual vinte e um cenários de análise para preparação do processo decisório tático da coordenação do processo de produção.

Dessa forma, o algoritmo foi calibrado na rede piloto com cinquenta e seis (56) cenários distribuídos nesses processos. Após a calibração do método, com as entradas de dados padronizadas, é estabelecida então, em vinte e uma (21) redes, a geração de vinte e um (21) cenários para cada uma delas. Ao todo foram gerados pela replicação do método, conforme o protocolo do estudo de caso, analisados e validados quatrocentos e noventa e sete (497) cenários em campo.

Com as associações determinadas entre as variáveis e mediante a elaboração do banco de dados, com os dados planejados e realizados das redes, a pesquisa rotula conceitualmente as análises. A rede modelada mais o cadastro conceitual é mostrado pela organização a seguir nos Quadros 7, 8 e 9. Esse cadastro apoia a geração dos cenários exigidos pelo método de análise elaborado pela pesquisa. Inicialmente o algoritmo para se guiar na geração dos *clusters* deverá ter arquivos orientados pelo Quadro 7, que rotula a rede com os nós representantes conforme a Figura 10. No Quadro 7 há a configuração mínima de quatro variáveis por nó para representarem a rede. Isso significa que ao inserir dados no banco com a orientação do Quadro 7, vai se notar a formação dos sete nós que caracterizam a rede.

O Quadro 8 rotula a rede para análise com as variáveis representantes e as ligações de baixa intensidade. Que são as associações óbvias identificadas em campo e de fácil interpretação para os analistas confirmarem a relação existente entre elas. Isso significa que a análise se enriquece mesmo a um nível de integração baixo ao agrupar variáveis que possuem relacionamento representativo de um nó processual.

Nó	Variáveis representantes dos nós na rede				
N1	SKU	QtdDem	CusTot	Capac_Mes	EstPA
N2	SKU	EstMP	VolOcupMP	CodFornec	Refugo
N3	SKU	TempTotMontPA	Capac_Mes	Refugo	LtEcProdTransf
N4	SKU	FreqConsPA	VolOcupPA	QtdDem	EstPA
N5	SKU	CodFornec	Refugo	CusMP	VolOcupMP
N6	SKU	CodFornec	CusMP	Capac_Mes	LtEcCompra
N7	SKU	QtdDem	EstPA	VolOcupPA	FreqConsPA

Quadro 7 - Variáveis representantes dos nós da rede

Nós	Variáveis representantes ligações baixa intensidade										
N1	SKU	QtdDem	CusTot	Capac_Mes	EstPA	CodFornec	FreqConsPA	EstMP	TempTotMontPA	CusMAQ	RevQ
N2	SKU	EstMP	VolOcupMP	CodFornec	Refugo	LtEcCompra	FreqConsMP	CusMP	QtdDem	CusTot	
N3	SKU	TempTotMontPA	Capac_Mes	Refugo	LtEcProdTransf	CusMAQ	QtdDem	CusTot	RevQ		
N4	SKU	FreqConsPA	VolOcupPA	QtdDem	EstPA	CusTot	Capac_Mes				
N5	SKU	CodFornec	Refugo	CusMP	VolOcupMP	CusTot	EstMP				
N6	SKU	CodFornec	CusMP	Capac_Mes	LtEcCompra	CusTot	EstMP	CusMAQ	QtdDem	RevQ	
N7	SKU	QtdDem	EstPA	VolOcupPA	FreqConsPA	CusTot	Capac_Mes				

Quadro 8: Variáveis representantes dos nós da rede com ligações de baixa intensidade

O Quadro 9 mostra o rótulo da rede com as variáveis representantes e as ligações de alta intensidade.

NÓ 1			NÓ 2	
SKU	CusMOD	VolOcupPA	SKU	QtdMP
CodCompMP	CusMOI	FreqConsPA	EstMP	VolOcupMP
QtdMP	CusMAQ	Per	VolOcupMP	VolOcupPA
CodFornec	PercTotMP	EstMP	CodFornec	Per
Refugo	PercTotMOD	EstPA	Refugo	CusMAQ
LtEcProdTransf	PercTotMOI	TempTotMontPA	LtEcCompra	FreqConsPA
LtEcCompra	PercTotMAQ	Capac_Mes	FreqConsMP	EstPA
FreqConsMP	QtdDem	RevQ	CusMP	Capac_Mes
VolOcupMP	CusTot		QtdDem	RevQ
CusMP	LtEcProdPA		CusTot	LtEcProdTransf

NÓ 4			NÓ 3	
SKU	CusMOD	VolOcupPA	SKU	LtEcProdPA
CodCompMP	CusMOI	FreqConsPA	TempTotMontPA	EstPA
QtdMP	CusMAQ	Per	Capac_Mes	VolOcupPA
CodFornec	PercTotMP	EstMP	Refugo	FreqConsPA
Refugo	PercTotMOD	EstPA	LtEcProdTransf	Per
LtEcProdTransf	PercTotMOI	TempTotMontPA	CusMAQ	EstMP
LtEcCompra	PercTotMAQ	Capac_Mes	QtdDem	QtdMP
FreqConsMP	QtdDem	RevQ	CusTot	LtEcCompra
VolOcupMP	CusTot		RevQ	FreqConsMP
CusMP	LtEcProdPA		CusMOD	

NÓ 5		NÓ 6	
SKU	QtdMP	SKU	FreqConsMP
CodFornec	LtEcProdTransf	CodFornec	VolOcupMP
Refugo	LtEcCompra	CusMP	FreqConsPA
CusMP	EstPA	Capac_Mes	Per
VolOcupMP	FreqConsMP	LtEcCompra	LtEcProdTransf
CusTot	QtdDem	CusTot	CusMOD
EstMP	FreqConsPA	EstMP	LtEcProdPA
CusMAQ	Per	CusMAQ	VolOcupPA
		QtdDem	EstPA
		RevQ	TempTotMontPA
		Refugo	

NÓ 7	
SKU	PercTotMOI
CodCompMP	PercTotMAQ
QtdMP	QtdDem
CodFornec	CusTot
Refugo	LtEcProdPA
LtEcProdTransf	VolOcupPA
LtEcCompra	FreqConsPA
FreqConsMP	Per
VolOcupMP	EstMP
CusMP	EstPA
CusMOD	TempTotMontPA
CusMAQ	Capac_Mes
PercTotMP	RevQ
PercTotMOD	

Quadro 9: Variáveis representantes dos nós da rede com ligações de alta intensidade

O Quadro 9 mostra a necessidade de um agrupamento mais atrativo e robusto para a análise ao se combinar as variáveis eleitas e representantes dos nós processuais da rede. Nesse caso a intensidade de ligação descrita pelo Quadro 6 obedece o agrupamento e direciona as análises dos nós com um nível de coesão e correlação entre os nós associando todo impacto gerado por variações não esperadas no método tradicional.

Devido ao grande volume de cenários, 497 no total, com gráficos e com quadros de indicadores gerados para cada cenário apresentado à validação dos analistas especialistas, fica inviável no texto a demonstração desse desdobramento, com todo o material gerado e analisado em campo. No entanto, cabem alguns exemplos para ilustrar as saídas proporcionadas pelo algoritmo DAMICORE. Os Quadros 7, 8 e 9 representam de que forma os vetores deverão ser preenchidos com os valores, tanto planejados quanto reais, da rede em operação. Esses preenchimento configura a rede mapeada com os respectivos nós.

O primeiro processo, por exemplo, responsável pela configuração da rede, analisa os dados de planejamento. No Quadro 7 há a configuração dos sete nós mapeados para serem analisados. Do banco de dados extraem-se os arquivos baseados e orientados pelas variáveis firmadas pela pesquisa. Quando decomposto, o primeiro processo, que é o de configuração da rede, resulta em cinco cenários de análise exigidos pelo método. A Figura 11 a seguir mostra os cinco gráficos em formato de DNA gerados pelo algoritmo, com a disponibilização dos arquivos sistematicamente rotulados pela pesquisa, com os dados da rede R001 para exemplificar a atuação do DAMICORE. Ao interpretar a Figura 11 com os dados da R001, compreende-se o processo de planejamento de uma rede pelo método elaborado pela pesquisa e quando submetido a análise do DAMICORE fortalece o trabalho.

Conforme a Figura 11 demonstra, um arquivo único com os doze (12) meses de planejamento da rede é *clusterizado* e mostra claramente a sazonalidade da rede com três arestas baseadas na variável de tempo de revisão do planejamento (gráfico de DNA P1.1). As arestas são os nós encontrados e a união delas é um nó em comum cujas características permitem a ele ser o ancestral homólogo dessas arestas. Essa primeira análise de todas as variáveis agrupadas é a mesma realizada pelos analistas

de planejamento e pelos analistas de controladoria. O que credibiliza o método e dá segurança para avançar nos agrupamentos.

Assim, de agora em diante, apenas com a validação dos analistas, o método de análise, conforme cadastro declarado no Quadro 7, gera sete arquivos representando sete nós da rede com os dados de planejamento para serem *clusterizados* (gráfico de DNA P1.2 da Figura 11). Os sete arquivos, como contraprova do método, são gerados com os critérios do Quadro 7, no entanto, analisados todos de uma vez (gráfico de DNA P1.3 da Figura 11) e produzem um efeito bem superior ao primeiro processo ao denunciar uma distância maior entre dois nós, quando se detecta um erro no planejamento do segundo quarto do período de análise da revisão dos dados da rede.

Os mesmos dados são agrupados com a orientação descrita no Quadro 8 (gráfico de DNA P1.4 da Figura 11), que são as ligações de baixa intensidade entre os nós e detectam quatro correlações entre os nós não percebidas, contudo, validadas pelos analistas.

O planejamento da rede é finalizado com o mesmo conjunto de dados que é agrupado conforme descrição do Quadro 9 (gráfico de DNA P1.5 da Figura 11) que mostra as ligações de alta intensidade entre os nós. A detecção e o afastamento de três arestas sugeriram o replanejamento de volumes de produção considerados não onerosos ao processo, porém, a correlação de alta intensidade foi confirmada pela distância da variável de custo total atrelada às outras variáveis de custos diretos e indiretos à fabricação e demonstradas visualmente, o que ratificou as ligações de alta intensidade e justifica, assim um novo acordo para o planejamento.

Dessa forma, o planejamento é encerrado mediante cadastro validado pela revisão da literatura que agrupa os nós conceitualmente apoiados na coordenação do processo de produção, no controle e orientação da inovação e aguarda uma análise para o equilíbrio das variáveis constantes na função produção sob a ótica das vertentes de redes. Tudo isso se confirma mediante as correlações entre os nós detectadas pelo DAMICORE.

Figura 11: Cenários DNA do Processo 1 decomposto

O segundo processo gera, com a rede já em operação, dez cenários baseados nos dados reais *versus* o confronto dos dados planejados da rede. Isso significa inserir os arquivos, mediante a ordem ditada pelo método elaborado pela pesquisa, do primeiro processo, para serem *clusterizados* em conjunto com os realizados no segundo processo. O cadastro conceitual rotulado segue a mesma lógica do planejamento orientado pela disposição das variáveis e seus respectivos agrupamentos mostrados nos Quadros 7, 8 e 9. A Figura 12, com os dados da R001, mostra os dez cenários resultantes de decomposição do segundo processo do método de análise com a rede em operação analisada com dados reais. Os gráficos de DNA numerados de P2.1 a P2.5 são submetidos com o mesmo conceito do planejamento, contudo com os dados reais. Os gráficos de DNA numerados de P2.6 a P2.10 é a *clusterização* dos dados planejados com os dados reais que acontece entre os processos de P1.1 a P1.5 da Figura 11 com os processos P2.1 a P2.5 da Figura 12 para manter o mesmo padrão e a coerência na análise.

Assim, no primeiro processo que contém todo o ciclo de vida realizado da rede (gráfico de DNA P2.1 da Figura 12) a *clusterização* dos dados reais são ou deveriam ser o reflexo do planejado (gráfico de DNA P1.1 da Figura 11). Duas oportunidades foram então notadas pelos especialistas. O planejamento não necessitaria de sazonalidade explícita pois, nos dados realizados o conjunto se comportou com números próximos para todos os nós. E a outra oportunidade foi a correlação sugerida e validada da união de um período intermediário com os custos diretos que ao se variar o período, que é uma variável de tempo e entrega da demanda, a de custos diretos foi a mais afetada para outro período. Na sequência, com a rotulação conceitual dos nós representantes (gráfico de DNA P2.2 da Figura 12) dos dados reais da rede, a correlação sugerida foi de exatamente cinco novos nós homólogos como já encontrada no processo espelhado do planejamento (gráfico de DNA P1.2 da Figura 11) o que reforça a necessidade de padronização do modelo de análise. No agrupamento dos nós com todo o período (gráfico de DNA P2.3 da Figura 12) quando confrontado com o planejamento (gráfico de DNA P1.3 da Figura 11) mostra sete correlações a mais do que a esperada no quesito demanda para a R001.

Com a sutil diferença gráfica, no entanto, significativa, entre as ligações de baixa intensidade (gráfico de DNA P2.4 da Figura 12), e as ligações de alta intensidade (gráfico de DNA P2.5 da Figura 12) dos dados realizados, os especialistas observaram uma *clusterização* de três arestas com nó em comum não consideradas no planejamento que foi a realização de impostos referentes a novas tributações. As análises que confrontam, doravante, dados planejados normalizados com os dados reais (gráficos de DNA P2.6 a P2.10 da Figura 12) revelam correlações validadas de alto valor não detectadas pelo método tradicional.

No confronto simples (gráfico de DNA P2.6 da Figura 12) encontraram-se onze correlações em todas as frentes de análise de custo, prazo e qualidade de entrega. Note-se que as arestas com nós em comum estão interligadas por variáveis despercebidas no método atual. Como por exemplo, a de planejamento da demanda com forte ligação com o a de refugo. Para citar uma situação da R001.

Na análise pura confrontada nó a nó dos dados reais com os planejados (gráfico de DNA P2.7 da Figura 12) oito correlações foram além da análise comum. Ao se agrupar todos os nós (gráfico de DNA P2.8 da Figura 12) três importantes correlações destacadas pelos analistas com distâncias muito próximas dos dados de revisão do planejamento, mais seis correlações confirmadas no aumento do tempo de resposta às viradas de planejamento. O que conferiu poder para ambas as áreas, planejamento e controladoria, questionarem e exigirem horizontes mais firmes em detrimento do cumprimento de prazos. As ligações de baixa intensidade de dados reais *versus* dados planejados (gráfico de DNA P2.9 da Figura 12) revelaram um pareamento em custo de matéria-prima com custo de estoque devido a negociação de compras. As ligações de alta intensidade (gráfico de DNA P2.10 da Figura 12) denunciaram enormes distâncias entre gastos indiretos planejados com valor agregado real do produto no custo final devido a premiação dada a novos gerentes divisionais em três ocasiões ao longo do ciclo de vida da análise.

O terceiro processo, orientado pelo viés conceitual da função produção, agrupa as variáveis representantes de volume, capital e trabalho e pelo método de análise contém a geração de seis cenários, como ilustra a Figura 13 com dados da rede R001.

Com a mesma lógica de agrupamento oriunda dos Quadros 7, 8 e 9 a análise para agrupar variáveis orientada pela função produção reforça a lógica da hipótese. Por exemplo, no início da análise (gráfico de DNA P3.1 da Figura 13) o agrupamento demonstra que o desejo de manter o equilíbrio, apesar de implícito, entre demanda e os gastos com a produção, existe e se confirma ao comparar com o planejamento sem rótulo da rede somente com os dados puros (gráfico de DNA P1.1 da Figura 11). A semelhança entre os cenários trouxe uma pequena correlação de diminuição do volume em *prol* da qualidade. Quando se analisa somente os dados reais com o agrupamento conceitual da função produção (gráfico de DNA P3.2 da Figura 13), o distanciamento diminui abruptamente e demonstra a simplicidade dos analistas de se planejar ao desconsiderar a correlação idealizando curvas não factíveis a operação.

Pareando os nós planejados pela função produção pelo tempo de atendimento (gráfico de DNA P3.4 da Figura 13), que obedece a uma “sazonalidade” intrínseca e não questionada, nota-se uma distância grande com três correlações, para em seguida, ser refutada pela análise com dados reais no viés da função produção (gráfico de DNA P3.5 da Figura 13), que mostra distância menores para as mesmas correlações. Desmitifica-se assim, o conceito de sazonalidade da R001 analisando pelo viés da função produção o cenário real *versus* padrão (gráfico de DNA P3.6 da Figura 13) que diminuem claramente as distâncias entre os nós correlatos e sugerem mais dez correlações de impacto significativo ao ambiente da R001.

Os cenários em formato de DNA, demonstrados pelas Figuras 11, 12 e 13, facilitam a rápida intervenção do analista na identificação do nó correlato em comum aos nós analisados em questão. Além disso, o algoritmo DAMICORE também possui como saída arquivos compilados numericamente, que são as raízes geradoras dos gráficos. São seis arquivos por cenário que auxiliam na interpretação da correlação filogenética sugerida após a *clusterização* realizada. Ao todo foram seis (6) arquivos para quatrocentos e

noventa e sete cenários (497) que somados geraram dois mil novecentos e oitenta e dois (2982) arquivos de apoio oriundos do algoritmo.

Os arquivos textos mostram os ancestrais em comum que um nó possui em relação a outro. Colocam assim, em destaque para o momento das análises, que a atenção seja direcionada para a correlação sugerida. Então, a correlação encontrada é a confirmação de que ao se alterarem quaisquer que sejam as variáveis correlacionadas por um nó pai em comum, uma delas receberá o impacto notado visualmente. Alarme esse que não existe no método tradicional.

A rápida intervenção do analista na identificação das correlações se confirma, inicialmente, em pré-validações nas verificações, além das visuais, nos dados mostrados nos arquivos textos gerados pelo DAMICORE.

A Figura 14, para elucidar, mostra como funciona um arquivo base de saída correspondente à configuração da rede com dados planejados para os nós e as ligações de baixa intensidade, descritas por exemplo, no gráfico em formato de DNA do processo P1.4 da Figura 11. A interpretação da filogenia que ocorre durante a *clusterização* dos arquivos conceitualmente orientados pela pesquisa fica: o processo P1.4 reflete o planejamento da rede com sete nós processuais identificados pelo algoritmo. Ele encontra quatro correlações entre a população de sete nós. As arestas se interconectam pelos conceitos da pesquisa e já sugerem investigação para os analistas.

7 Populations
 Neighbor-Joining/UPGMA method version 3.69

Neighbor-joining method

Negative branch lengths allowed

```

+-----5-----
!
!
! +-----1-----
! ! +-----4-----
2--3
! ! +-----1-----
! ! +-4
! +-5 +-----6-----
! !
! +-----3-----
!
+-----2-----

```

Figura 14 - Rede R001 Processo 1.4 clusterizado pelo DAMICORE – texto e DNA

A Figura 15, mostra, como complemento, um arquivo de saída do algoritmo com dados do texto da Figura 14 para o processo P1.4 da Figura 11, destacando a distância entre os nós e quais nós possuem correlações e/ou ancestrais em comum. Processo também denominado de homologia nos termos da computação evolutiva.

A Figura 15, que representa o processo P1.4 da Figura 11, os nós representados apenas por números, sem o hífen tracejado como sufixo, são os nós correlatos encontrados pelo algoritmo. Interpretando esse caso para o nível mais alto da discussão com os especialistas fica: além dos sete nós processuais de planejamento no momento da configuração da rede possuírem interconexão teórica, há pelo menos quatro outras correlações que devem ser consideradas no planejamento.

Pelo método tradicional a correlação mais comum de se encontrar e ainda de forma pontual, esporádica e aleatoriamente dependente da experiência do analisador, é a corporativa implícita e tácita, detectada

sistemicamente pela pesquisa e representada nos processos P1.1, P2.1, P2.2 e P3.1 explicada no momento do mapeamento em campo pelo trabalho. Isso significa que, mesmo por iniciativa e não por impulso processual, analistas de controladoria e de planejamento, quando decidem fazer as análises de forma integrada, com esforço extra, enxergam e comparam apenas quatro processos, em razão da falha processual evidenciada pela pesquisa. O que reforça a deficiência do método tradicional de análise.

Between	And	Length
-----	---	-----
2	5-----	0.29258
2	3	0.05035
3	1	0.19371
1	7-----	0.16651
1	4-----	0.17668
3	5	0.02499
5	4	0.00886
4	1-----	0.28967
4	6-----	0.32375
5	3-----	0.31191
2	2-----	0.27504

Figura 15: Distância e nós correlatos Rede R001 – Processo 1.4

Em contrapartida, o método estabelecido pela pesquisa utilizando o mesmo corpo de variáveis, contudo estruturadas conceitual e sistemicamente, valida de maneira integrada, além dos confrontos expostos pelo método tradicional, vinte e um cenários expostos a especialistas que puderam notar problemas e/ou oportunidades para o processo decisório, outrora ambos deixados de lado devido à ausência de conceituação.

A seção seguinte faz a análise comparativa entre os métodos.

5.3 Análise de indicadores – comparativo entres os métodos

Para que os métodos de análise, o tradicional e o elaborado pela pesquisa, fossem comparados em eficiência, indicadores de desempenho foram estabelecidos e normalizados para que as comparações pudessem ser efetuadas. A pesquisa, então, lança mão dos conceitos constantes na função produção pois, há a diretriz, já descrita pelo trabalho, de se buscar o equilíbrio da função produção entre as variáveis que a compõe até mesmo sem orientação estruturada.

Assim, baseada nas variáveis que se relacionam e representam os volumes (Q) praticados e nas que estão em função do capital (K) e trabalho investidos (L) na produção de um item e/ou serviço, a pesquisa apresenta cinco frentes comparativas após o encerramento das análises. As frentes estão compiladas no Quadro 10: as ações propostas internamente ao nó principal de forma isolada; as ações propostas externamente ao nó principal de forma isolada que resultam em uma terceira que é o foco em discussão dos números de problemas a serem priorizados e solucionados isoladamente; as ações integradas que resultam na última frente com foco nas discussões dos problemas orientados e pertencentes ao viés processual. Essa última, guiada pelo escopo da pesquisa de se trabalhar de forma integrada e orientada a processos.

O Quadro 10 contém o número de ações baseadas nas variáveis que agrupadas compõe a função produção ou pela demanda, ou pelo esforço ou pelo investimento empreendido no processo de produção.

Para as ações, tanto internas quanto externas ao nó principal, de forma isolada e pontual, o método tradicional é mais eficiente e direciona a análise para resolução e foco nos problemas também de maneira isolada. Porque é exatamente esse o propósito do método tradicional. De forma desconexa o método tradicional desvincula ações e, conseqüentemente, atribui soluções isoladas aos problemas. Isso também auxilia e reforça a precisão do levantamento em campo realizado pela pesquisa.

O método elaborado pela pesquisa trabalha com visão integrada. Dessa forma, as ações integradas orientadas aos nós processuais encontraram mais problemas e/ou oportunidades a serem avaliados. Isso demonstra que o

propósito para o qual é construído é atendido. Faz-se análise de forma integrada e descobrem-se correlações entre os nós processuais, algo que no método tradicional não seria observado.

O Quadro 10 resume e ilustra o desempenho dos dois métodos cruzando os dados por rede analisada e pelas frentes comparativas, orientadas pela função produção e fundamentadas em custo, prazo e qualidade na operação. Vale ressaltar que os dados do Quadro 10 foram normalizados pelas frentes por número de ações e de problemas a fim de se extraírem curvas e analisar-se o comportamento dos métodos perante os indicadores de desempenho.

Para uma direta compreensão do Quadro 10 a Figura 16 é a geração dos seus dados por todas as redes analisadas em gráficos e permite examinar como se comportou a aplicação dos métodos. A linha azul nos gráficos representa o Método Tradicional de Análise (MTA), no Quadro 10 representado pela sigla MTA. A linha vermelha representa o Método Elaborado pela Pesquisa (MEP), no Quadro 10 com a sigla MEP. O eixo das ordenadas depende da escala da operação da rede, que varia no número de equipes dedicadas e nas decisões direcionadas para esse trabalho de análise, o que contribui com o volume para a aplicação dos métodos. A influência, do eixo “y” dos gráficos da Figura 16 está em fornecer volume de dados para análise.

Rede	Método	ações propostas internas isoladas			ações propostas externas isoladas			ações integradas			foco problemas isolados			foco problemas nós processuais		
		Q(1)	K(2)	L(3)	Q(4)	K(5)	L(6)	Q(7)	K(8)	L(9)	Q(10)	K(11)	L(12)	Q(13)	K(14)	L(15)
R001	MTA	33	49	73	67	56	76	9	23	28	83	107	96	24	18	34
	MEP	9	17	29	42	48	39	26	32	46	33	43	19	73	87	122
R002	MTA	57	84	124	114	95	129	17	40	49	140	180	162	42	32	59
	MEP	17	30	50	72	82	67	45	55	79	57	74	34	124	147	205
R003	MTA	23	35	53	48	40	55	5	15	19	60	78	70	16	11	23
	MEP	5	11	20	29	34	27	17	22	32	23	30	12	53	63	89
R004	MTA	25	33	45	42	36	46	13	20	26	50	62	56	20	43	60
	MEP	4	8	14	20	23	19	12	15	19	16	21	9	36	17	25
R005	MTA	114	166	244	224	189	254	36	81	98	276	354	319	85	65	117
	MEP	36	62	101	143	163	133	91	111	156	114	146	68	244	289	403
R006	MTA	30	47	73	66	54	76	4	19	24	84	110	98	20	13	34
	MEP	13	21	34	48	55	45	9	22	27	39	49	23	17	19	37
R007	MTA	30	45	67	61	51	69	8	21	25	76	98	88	22	16	31
	MEP	8	15	26	38	44	36	24	29	42	30	39	17	67	80	112
R008	MTA	55	81	119	109	92	124	17	40	48	135	173	155	41	32	57
	MEP	17	30	49	70	79	65	44	54	76	55	71	33	119	141	196
R009	MTA	196	232	286	272	248	293	142	173	185	308	362	338	176	162	198
	MEP	142	160	187	216	230	209	180	194	225	196	218	164	286	317	396
R010	MTA	18	20	24	23	22	25	14	16	17	26	30	28	16	15	18
	MEP	14	15	17	19	20	19	17	18	20	18	19	15	24	27	33
R011	MTA	21	31	47	43	36	49	5	14	17	54	70	63	15	11	21
	MEP	5	10	18	27	31	25	16	20	29	21	27	11	47	61	80
R012	MTA	144	211	311	286	241	324	44	102	124	353	453	407	107	82	148
	MEP	45	78	128	182	207	169	115	141	199	144	186	86	311	369	515
R013	MTA	31	47	71	65	54	74	7	21	26	81	105	94	22	16	39
	MEP	7	15	27	40	45	37	24	30	44	31	41	17	71	85	120
R014	MTA	397	412	434	428	418	436	375	388	392	443	465	455	389	383	398
	MEP	375	382	393	405	411	402	391	396	409	397	406	384	434	446	479
R015	MTA	34	36	38	37	36	38	32	33	34	38	40	39	33	33	34
	MEP	32	33	34	35	35	35	34	34	35	34	35	33	38	39	42
R016	MTA	145	218	328	300	250	342	114	141	206	375	485	436	106	78	152
	MEP	35	71	126	185	212	171	36	100	123	146	192	83	94	83	155
R017	MTA	16	23	34	32	26	36	4	11	13	39	51	45	11	9	16
	MEP	4	8	14	20	23	18	12	15	22	16	20	9	34	41	58
R018	MTA	66	98	148	134	113	153	14	43	54	169	218	196	46	32	67
	MEP	12	30	55	81	95	76	48	60	91	64	81	34	144	173	245
R019	MTA	51	76	114	105	87	119	13	35	43	130	168	150	36	27	52
	MEP	13	25	44	65	74	60	17	32	40	51	67	29	39	31	61
R020	MTA	50	69	97	90	77	100	22	39	44	109	137	124	40	33	51
	MEP	22	32	46	61	68	57	42	49	65	50	62	34	97	113	154
R021	MTA	37	48	64	60	53	66	21	31	34	71	87	79	31	27	38
	MEP	21	27	35	43	47	41	33	37	46	37	44	28	64	73	97

Quadro 10 - Comparativo entre os métodos

O eixo das abscissas avalia, compara os métodos, verifica e confirma a tendência mediante a expectativa da hipótese da pesquisa. Para identificação e localização na representação gráfica da Figura 16, o número entre parênteses do Quadro 10, que vai de 1 a 15, a frente das variáveis da função produção Q, K ou L, indica a posição X do par ordenado (X,Y), nos gráficos de análise entre os métodos. Somente para os intervalos em “x” de 1 a 6 e de 10 a 12, a interpretação literal dos gráficos é que no eixo “x”, a linha vermelha que representa o MEP, deve permanecer abaixo da linha azul que representa o MTA. Conforme mostra o Quadro 10 são as frentes de ações isoladas, com consequência e foco nos problemas isolados. E, nas faixas de 7 a 9 e 13 a 15 ainda no eixo “x”, a linha vermelha deve estar acima da azul, que são as frentes de ação integradas com foco na resolução de problemas processuais.

Ao observar o desempenho da aplicação do método elaborado pela pesquisa nas replicações, quatro redes em vinte e uma analisadas não obtiveram resultados satisfatórios com a utilização do método. As redes R004, R006, R016 e a R019.

Na R004 a situação se inverteu nitidamente, enquanto nas R006, R016 e R019 o método da pesquisa se comportou muito próximo ao método tradicional. Fato esse que impulsionou a pesquisa a retornar a origem dos dados e questionar novamente as fontes. Um comportamento equivocado na entrada dos dados foi confirmado e mantido aqui para efeitos de registro afim de evitar problemas futuros.

Contudo, se constatou para essas quatro redes, nas quais o método, ou não teve validade, ou não fez diferença nas análises, uma não difusão e um não compartilhamento no início da configuração da rede com os dados de planejamento. Isso significa que no momento da instauração da visão processual dos nós, nó a nó, elas foram analisadas com o mesmo viés do planejamento realizado pelo método tradicional, que trata desavisadamente os nós de forma isolada até o fim da análise.

Isso deve ficar registrado pois denota duas possibilidades. A primeira é mostrar uma abertura, por assim dizer deixada, pelo método para efeitos de reprodução dele, que pode vir a falhar, devido a erro operacional, quando os nós no momento do planejamento forem agrupados apenas integralmente e analisados agrupados até a dissolução da rede. A outra possibilidade é que

para corrigir essa simples abertura deve-se modelar um requisito funcional obrigatório que não permita desvincular a análise dos nós do planejamento inicial atrelados a quaisquer revisão e evolução da rede, para forçar o rótulo conceitual dos nós expostos pelos Quadros 7, 8 e 9 e que as combinações processuais sejam garantidas e verificadas a eficácia delas. Essa abertura, ou pode até ser confundida como falha, mais uma vez, corrobora com a linha de pensamento do método elaborado pela pesquisa de não trabalhar analisando os dados isoladamente. Dessa forma, para descontaminar a amostra, a análise a seguir desconsidera, tanto para o MTA quanto para o MEP, os números das ações de impacto na resolução de problemas das redes R004, R006, R016 e R019.

Em um confronto direto ao se somar apenas as ações integradas para resolução de problemas dos nós processuais de forma integrada, tem-se o comportamento do MTA caso esse fosse orientado a rede, ele estaria com 3060 ações integradas para resolver 4081 problemas processuais na rede produtiva o que demonstra uma propagação de resolução a uma taxa de 25% de eficiência. Já o MEP para o mesmos gêneros de problemas propiciou a proposição de 4032 ações integradas, ou seja, 31% mais ações que o MTA. E levou a resolução de 8737 problemas processuais o que demonstra uma propagação média de resolução a uma taxa de 53% de eficiência. Isso significa que comparativamente a orientação “*ação → problema-processual*” o MEP é pelo menos o dobro mais eficiente que o MTA. Agora, se se considerar todas as frentes das ações do MTA que são 17243 ações levando a resolução dos mesmos 4081 problemas integrados com impacto na rede produtiva, a propagação média de resolução é a taxa de 4,22 ações para um problema solucionado. Já o MEP se somadas todas as ações seriam 13006 ações levando a resolução dos já citados 8737 problemas integrados com impacto na rede produtiva, o que demonstra uma propagação média de resolução a uma taxa de 1,48 ações para um problema solucionado. Isso reforça, diante da amostra, um universo de 31401 ações, o MEP é pelo menos 2,84 vezes mais eficiente que o MTA. Vale lembrar que o conjunto de variáveis disponíveis para o MEP é menor, portanto, reforça a robustez de se trabalhar orientado a processos bem representados no lugar de pontos isolados com alto números de variáveis.

Figura 16 – gráficos de desempenho e comparação entre os métodos

6 Resultados - método de análise elaborado pela pesquisa - Estado Futuro (*To-Be*)

O resultado desta pesquisa é um método de análise para a coordenação dos processos de produção, elaborado sob a ótica de redes de inovação colaborativas apoiado por agente inteligente evolutivo. O método preenche a lacuna descrita pela pesquisa e une dois principais processos organizacionais. O processo de análise de custo do processo produtivo com o processo de planejamento e execução da demanda constituída comercialmente.

Ambos os processos são analisados, hoje, isoladamente o que ocasiona em perda de qualidade da análise. Como consequência, esse formato resulta em retrabalhos operacionais nas análises das áreas de controladoria e de planejamento e controle da produção.

O método gerado, na pesquisa é resultado da intersecção conceitual da coordenação do processo de produção, das vertentes teóricas de redes, da inovação, da base para a formação da função produção e das técnicas da computação evolutiva aplicadas em dados coletados em campo. Inicialmente, utiliza-se de um projeto piloto para calibração, formatação dos dados de entrada e estabilização da utilização do método. Em seguida, o método se valeu da replicação, conforme Yin (2005), em outras redes para homologar a solução encontrada pela pesquisa.

O método é representado pela modelagem técnica do EKD. São seis modelos que interagem e o conjunto deles quando interligados, além de representarem o resultado da pesquisa, formam uma arquitetura de referência para o processo de análise da coordenação do processo de produção. Os modelos são o de objetivos na seção 6.1 com a Figura 17, o modelo de regras de negócio na seção 6.2 com a Figura 18, o modelo de processos de negócios na seção 6.3 com a Figura 20, o modelo de atores e recursos na seção 6.4 com a Figura 21, o modelo de conceitos na seção 6.5 com a Figura 22 e o modelo de componentes e requisitos técnicos na seção 6.6 com a Figura 23.

6.1 Modelo de objetivos - Estado Futuro (*To-Be*)

A Figura 17 mostra o modelo de objetivos do método de análise. Como ponto principal da orientação pela busca de resultados consistentes em análises da coordenação do processo de produção há oportunidades para explorar e contribuir tecnicamente para o nível decisório tático (Objetivo 1), que tem de ser fundamentado para apoiar o equilíbrio da função produção (Objetivo 2). Essa contribuição técnico-conceitual (Objetivo 1) visa criar um paradigma de análise da coordenação do processo de produção em redes produtivas (Objetivo 3), orientar a análise fundamentada à inovação (Objetivo 4) e, assim, preencher a lacuna processual existente entre as análises das áreas de controladoria e planejamento e controle da produção (Objetivo 6) regidas pela criação de um processo que administre a análise (Regra 1).

Pelo fato da análise ser constituída por intermédio das vertentes de redes, ela transforma a oportunidade em objetivo de facilitar a formação e gerência de redes (Objetivo 5). Em seguida, após a constituição e projeto da rede, deve possibilitar a busca da correlação entre os nós pertencentes a rede (Objetivo 7) e verificar a existência das correlações (Objetivo 8) mediante o esgotamento das análises para as variáveis processuais eleitas (Objetivo 9), possibilitando e/ou forçando, assim, a existência e a identificação do ciclo de vida da rede analisada (Objetivo 10).

Figura 17 – Modelo de objetivos - método de análise elaborado pela pesquisa - To-be

6.2 Modelo de regras de negócio - Estado Futuro (*To-Be*)

A Figura 18 mostra o modelo de regras de negócio do método de análise. As regras partem do princípio que, para preencher a lacuna processual atual da análise tradicional (Objetivo 6), é necessária a criação de um processo administrador da análise integrada (Regra 1). Isso requer aprendizado constante dos processos de produção do processo padrão (Regra 2), o que propicia a identificação das variáveis processuais (Regra 3), bem como a fundamentação da montagem e agrupamento delas orientados pela função produção (Regra 3.1), pela inovação (Regra 3.2) e pela orientação morfológica de redes (Regra 3.3). Para apoiar essa identificação processual conceitual é necessária padronizar e associar as variáveis aos nós processuais da rede (Regra 4), que utiliza como referência a associação entre as variáveis e os nós da rede (Recurso 2). Em seqüência, requisita-se a apresentação padrão dos dados referentes à análise da rede (Regra 6) e proporcionam-se comparações por meio de indicadores de desempenho (Regra 7) que solicitam uma freqüência de atualização (Regra 5) e manutenção.

Com a regra da criação processual que venha a gerir a análise de forma automática e transparente (Regra 1), os conceitos das vertentes teóricas de rede podem ser difundidos (Regra 8), o que ao mesmo tempo determina e autoriza a criação do ciclo de questionamento e revisão do *status quo* do processo analisado (Regra 9), para a busca constante de se trabalhar orientado à inovação (Regra 3.3) e auxilia na definição de períodos máximos e/ou mínimos para se efetuarem as análises (Regra 10). Inicia-se assim, a análise de primeiro nível estabelecido pela pesquisa (Regra 11) o que habilita a utilização de uma técnica computacional evolutiva (Regra 12) e credibiliza o algoritmo DAMICORE (Regra 13) como ferramenta de apoio e suporte analítico com capacidade estrutural de interpretar a conceituação constituída pela pesquisa para a coordenação do processo de produção.

Figura 18 – Modelo de regras de negócio - método de análise elaborado pela pesquisa - *To-be*

A Figura 19 ilustra as conexões solicitadas pelo modelo de objetivos que para cada objetivo é necessário o estabelecimento de uma regra para apoiá-lo. Se demonstra então, que para garantir a contribuição estabelecida pelo método (Objetivo 1), é necessária a instauração de indicadores de desempenho (Regra 7). Para fornecer a fundamentação do equilíbrio da função produção (Objetivo 2) é necessário modelar as variáveis que compõe a função produção (Regra 3.1). Para que um novo paradigma de análise da coordenação do processo de produção se estabeleça (Objetivo 3) em redes produtivas há de se criar um controle das variáveis de mapeamento da rede (Regra 3.3) e a criação de um processo padrão de apresentação dos dados analisados (Regra 6).

Para a orientação da análise estar sob as diretrizes da inovação (Objetivo 4) agrupam-se as variáveis definidas para o controle que a representam o norte da inovação (Regra 3.2). Para a formação e gerência da rede (Objetivo 5) difundem-se os conceitos de redes (Regra 8). Para preencher a lacuna processual existente (Objetivo 6) é necessária a criação de um processo administrador da análise integrada (Regra 1).

A possibilidade de se buscar correlação entre os nós da rede (Objetivo 7) faz-se a análise de primeiro nível processual (Regra 11) e utiliza-se uma técnica computacional inteligente (Regra 12). Para a garantia da existência ou não de nós correlatos na rede (Objetivo 8) padroniza-se e associa-se as variáveis aos respectivos nós (Regra 4) para então, aplicar o algoritmo DAMICORE (Regra 13) como ferramenta analítica estruturada para *clusterização*. Após a eleição das variáveis processuais esgota-se (Objetivo 9) as análises possíveis existentes mediante agrupamentos permitidos ao se conhecer a identificação e validação das variáveis definitivas aos processos (Regra 3). E para forçar um ciclo de vida da análise (Objetivo 10) os períodos de mínimo e de máximo devem ser estabelecidos (Regra 10) para que o ciclo possa ser analisado equalitariamente.

Figura 19 - Modelo de regras e objetivos do método de análise elaborado pela pesquisa - To-be

6.3 Modelo de processos de negócios - Estado Futuro (*To-Be*)

A Figura 20 demonstra os processos de negócio do método de análise estabelecido pela pesquisa para a coordenação do processo de produção. Importante ressaltar que os processos seguem como linha principal o conceito do ciclo de vida das redes. Os processos, quando decompostos, antes de a rede ser dissolvida (Processo 5), devem compreender a geração de pelo menos vinte e um cenários de análise necessários e comprovados pela pesquisa realizada em campo e fundamentada pela revisão da literatura realizada neste trabalho.

Dessa forma, o conjunto dos processos e a sua respectiva decomposição são regidos pelo conhecimento das variáveis processuais (Regra 3) que os representam no método de análise. Assim se estabelecem a configuração da rede (Processo 1), a operação, a evolução e as possíveis re-configurações (Processo 2) orientadas pela busca do equilíbrio da função produção (Processo 3).

A configuração da rede (Processo 1) recebe como entrada os dados comerciais de vendas para o planejamento produtivo (Conjunto de Informações 1). A configuração da rede (Processo 1) consiste em manipular as variáveis identificadas (Regra 3) iniciando a análise com o planejamento integral de todo o ciclo de vida da rede mês a mês (Processo 1.1). Planeja-se aí todo o ciclo com a orientação dada pelos nós da rede (Processo 1.2). Agrupam-se todos os nós e tem-se uma visão da rede como um todo planejada (Processo 1.3). Com a orientação da associação dos nós aos processos, faz-se a análise dos dados com as ligações dos nós de baixa intensidade entre eles (Processo 1.4). E, para finalizar o planejamento e a configuração do ciclo de vida, examina-se o agrupamento dos nós com as ligações de alta intensidade (Processo 1.5) e aí, como resultado, tem-se a rede configurada (Conjunto de Informações 2).

Com a entrada da rede em operação a análise considera dados reais para a necessidade de evoluir e/ou não reconfigurar a rede em operação (Processo 2). Em posse dos dados colhidos durante a operação produtiva, a

primeira análise é a do *status* de realizado acompanhando o ciclo de vida que no período da pesquisa é avaliado mensalmente (Processo 2.1), como usualmente, por definição, ocorre nas organizações. Em seguida, analisam-se, pelo prisma da caracterização morfológica das redes, os nós, separadamente, nó a nó (Processo 2.2), para no próximo passo fazer a análise com os nós agrupados (Processo 2.3). Mediante a associação das variáveis aos processos (Quadro 6), faz-se a análise com os nós agrupados em ligações de baixa intensidade (Processo 2.4) para realizar a análise com os nós agrupados em ligações de alta intensidade (Processo 2.5).

Para o ciclo de vida se faz necessário, então, após a análise separadamente do planejamento para configuração da rede (Processo 1) e do realizado na operação produtiva (Processos 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5), executar comparativamente o planejamento *versus* o realizado. O confrontamento dos dados planejados com o reais se inicia com a mesma lógica do ciclo de vida mês a mês (Processo 2.6). Em seguida analisam-se os nós, nó a nó separadamente (Processo 2.7), agrupando-os para análise planejada e real (Processo 2.8). Conforme as variáveis associadas ao processo da coordenação do processo de produção, analisam-se os nós agrupados com as ligações de baixa intensidade entre eles (Processo 2.9) e aplica-se à análise dos nós com as ligações de alta intensidade (Processo 2.10). A partir desse conjunto, a análise de toda a operação, a rede terá condições de continuar a operação, ser evoluída e/ou re-configurada (Conjunto de Informações 3).

O ciclo de análise se encerra na preparação e embasamento das variáveis sob a orientação da função produção (Processo 3). A análise se sustenta com as variáveis baseadas no conceito de que o volume deve estar em função do capital e do trabalho aplicados na produção. As variáveis eleitas são, então, agrupadas para refletirem o impacto no equilíbrio da função produção e, assim, obtém-se a análise: do planejamento mês a mês (Processo 3.1), do realizado mês a mês (Processo 3.2), do planejado *versus* o realizado para a função produção (Processo 3.3), do planejado identificando nó a nó (Processo 3.4), do realizado, nó a nó identificados (Processo 3.5) e do planejado *versus* o realizado nó a nó (Processo 3.6).

As análises, contudo, conjuntamente da configuração (Processo 1), da operação, da evolução e da re-configuração (Processo 2) somadas ao viés da função produção (Processo 3) vão gerar os cenários (Conjunto de informações 4) para a tomada de decisão tática (Processo 4), que resulta em decisões embasadas e estruturadas teoricamente por hipótese comprovada (Conjunto de Informações 5) para encerrar o ciclo de vida da rede com a dissolução dela (Processo 5).

Figura 20 - Modelo processos de negócio do método de análise elaborado pela pesquisa - To-be

6.4 Modelo de atores e recursos - Estado Futuro (*To-Be*)

A Figura 21 mostra o modelo de atores e recursos e sua interação principal com o modelo de processos (Figura 20). Assim, o planejamento comercial (Processo externo 1) é de responsabilidade da alta administração (Papel 1). Em posse dos dados planejados comercialmente para a produção (Conjunto de Informações 1), o analista de controladoria (Papel 2), apoiado pelo analista de planejamento e controle da produção (Papel 3), executa a configuração da rede (Processo 1), coloca-a em operação (Processo 2) e, pelo prisma da função produção efetua análises em busca do equilíbrio dela (Processo 3).

O processo analítico fundamenta o gestor de controladoria (Papel 4) para sugerir e/ou questionar decisões táticas (Processo 4) que são tomadas pelo gestor de planejamento (Papel 5) que cobra os gestores dos centros produtivos (Papel 6) para implantarem as decisões táticas (Processo 4) e, ao final do exercício, dissolve-se a rede concluindo o ciclo (Processo 5).

O método de análise é complementado por recursos imprescindíveis à sua execução. O analista de controladoria (Papel 2) extrai e gera a partir do ERP um *datawarehouse* (Recurso 1), orientado pela tabela (Quadro 6) que faz as associações das variáveis aos processos e aos nós (Recurso 2) que aí podem ser gerados os agrupamentos orientados pela fundamentação conceitual da pesquisa (Recurso 3). Assim, pode-se aplicar o algoritmo inteligente DAMICORE (Recurso 4) e publicar os resultados em formato padrão para tomada de decisão em painel gerencial executivo (Recurso 5).

Figura 21 - Modelo de atores e recursos do método de análise elaborado pela pesquisa - *To-be*

6.5 Modelo de conceitos - Estado Futuro (*To-Be*)

A Figura 22 ilustra os conceitos que são utilizados ao longo da análise.

A inovação (Conceito 1), considerada como vertente impulsionadora do método de análise, compõe a estratégia de negócios (Conceito 2) da companhia e ou rede a ser analisada. A estratégia de negócios da rede requer níveis decisórios (Conceito 2.1) que definam, implantem e operem a coordenação dos processos de produção (Conceito 3).

A inovação (Conceito 1) para atuar em redes (Conceito 12) de colaboração (Conceito 12.1) necessita ser apoiada de forma integrada (Conceito 1.2). A coordenação dos processos de produção (Conceito 3) tem de definir e gerenciar os impulsos de inovação endo ou exógenos (Conceito 3.1) e possui como padrão estabelecido por Landesmann e Scazzieri, (1996) os níveis de análise caracterizados pelos agentes, pelas tarefas e pelos materiais em processo (Conceito 3.2).

A coordenação dos processos de produção (Conceito 3) se estende por toda a cadeia produtiva (Conceito 3.3), que se divide em logística *inbound* (Conceito 3.3.1), que se refere ao processo de recebimento e armazenagem de matéria-prima, manufatura, fabricação e montagem (Conceito 3.3.2), e logística *outbound* (Conceito 3.3.3), que é a armazenagem e expedição de produtos acabados. Para apoiar tecnicamente a inovação (Conceito 1), a estratégia de negócios (Conceito 2) e a coordenação dos processos de produção (Conceito 3) há a computação evolutiva (Conceito 5).

A computação evolutiva (Conceito 5), quando aplicada com conceitos de seleção e adaptação (Conceito 5.1), é uma sub-área da inteligência artificial (Conceito 5.2) e obtém resultados em problemas que requerem flexibilização e adaptabilidade (Conceito 5.3). Esses conceitos fundamentam a construção do algoritmo DAMICORE (Conceito 6).

Para avaliação desse processo de informações, que apoiará a tomada de decisão na estratégia de negócios (Conceito 2), surge a necessidade de implantar indicadores (Conceito 4) baseados em custo, prazo e qualidade (Conceito 4.1). Essa divisão para os indicadores é suficiente para cobrir, validar e classificar toda variável que se deseja controlar, principalmente as que afetam o equilíbrio da função produção (Conceito 4.2). Os indicadores

(Conceito 4) validam mensurando a coordenação dos processos de produção (Conceito 3) por meio das variáveis que compõem a função produção (Conceito 4.2).

A coordenação dos processos de produção (Conceito 3) impacta a função produção (Conceito 4.2). A função produção (Conceito 4.2) fornece parâmetros para o método de análise propor as correlações entre os nós, que são as soluções candidatas validadas em campo do processo de filogenia na computação evolutiva (Conceito 5) e mensurar o processo das atividades para obtenção de inovação (Conceito 1).

Dessa forma, essa interligação conceitual entre a junção da inovação (Conceito 1) em redes (Conceito 12) e a coordenação do processo de produção (Conceito 3) busca o equilíbrio da função produção (conceito 4.2) apoiada por técnicas de computação evolutiva (Conceito 5) e confirma a necessidade de fundamentação conceitual (Conceito 1).

Figura 22 - Modelo de conceitos do método de análise elaborado pela pesquisa - *To-be*

6.6 Modelo de componentes e requisitos técnicos - Estado Futuro (*To-Be*)

A Figura 23 mostra o modelo de componentes e requisitos técnicos. Uma aplicação em tecnologia da informação requer um modelo de usabilidade e de interação com as funcionalidades do sistema. A pesquisa, assim, lança mão do modelo de componentes e requisitos técnicos para ser a base de um sistema de informação que seja o apoio do método elaborado pelo trabalho de análise para a coordenação dos processos de produção sob a ótica de redes de inovação colaborativas apoiado por agente inteligente evolutivo.

Para desenvolver o sistema de informação para a análise da coordenação do processo de produção, ele deve garantir a aplicação do método de análise para coordenação do processo de produção (Objetivo do Sistema de Informação 1) para estabelecer um paradigma de análise da coordenação do processo de produção em redes produtivas (Objetivo 3) e apoiar a criação da cultura de análise orientada ao processo em redes colaborativas (Objetivo do Sistema de Informação 2). E tem de apoiar o preenchimento da lacuna processual existente entre as análises de controladoria e planejamento e controle da produção (Objetivo 6). A aplicação necessita ter o *status* de ferramenta de apoio à decisão (Objetivo do Sistema de Informação 3), facilitar e mediar a aplicação conceitual validada (Objetivo do Sistema de Informação 4) e possuir a condição de flexibilidade à orientação à mudança (Objetivo do Sistema de Informação 5).

Os objetivos do sistema de informação devem ser guiados e rotulados por um cadastro conceitual (Requisito Funcional 3) aplicado e validado em campo pela pesquisa que necessita: de variáveis representantes dos processos com características relacionais e orientação a arquivos para composição de banco de dados (Requisito Funcional 3.1), de variáveis representantes das associações conceituais relacionadas às variáveis processuais (Requisito Funcional 3.2), de variáveis representantes das decisões baseadas nas análises (Requisito Funcional 3.3) e de indicadores

disponíveis para os processos de cadastro teórico, de planejamento e de decisão (Requisito Funcional 3.4).

Esse cadastro conceitual (Requisito Funcional 3), uma vez padronizada a entrada de dados (Requisito Funcional 4), necessita de interfaces de comunicação (Requisito Funcional 2) para extrair sistemática e estruturadamente do sistema integrado, o ERP (Requisito Funcional 1), os dados a serem analisados. Em seguida, o cadastro teórico (Requisito Funcional 3) propicia o agrupamento processual publicado pela caracterização morfológica da rede (Requisito Funcional 6) e orienta à construção do *datawarehouse* (Requisito Funcional 7), que será o banco de dados que deve conter as informações da rede, necessárias para a análise orientada pela fundamentação conceitual aplicada pelo algoritmo evolutivo inteligente DAMICORE, (Requisito Funcional 5) que necessita ter como saída uma estrutura de pasta para controle de versão seriada das análises (Requisito Funcional 8) para, enfim, publicar os dados analisados em um painel executivo gerencial com tecnologia de apoio a relatórios padronizados com a função embutida de difusão compulsória e compartilhamento do conhecimento (Requisito Funcional 9).

Figura 23 - Modelo componentes e requisitos técnicos- método de análise elaborado pela pesquisa - *To-be*

7 Conclusão

No contexto da engenharia de produção o tema da coordenação do processo de produção é bastante atual e pertinente aos problemas enfrentados pela análise do planejamento e pela análise de custos. Este enfoque adquire mais destaque devido à necessidade de inovar para obtenção de vantagens competitivas e para atender aos desejos de consumo. O desejo consumista e a necessidade de inovar para ser competitivo são classificados no âmbito gerencial como impulsos internos e/ou externos ao processo produtivo.

A gerência média na coordenação do processo de produção, se não preparada, toma ou deixa de tomar decisões, que implantam a estratégia da organização, de forma equivocada, o que ocasiona impactos negativos estruturais significativos para o processo produtivo, tais como prejuízos, atrasos e perda de qualidade no produto final e/ou serviço.

Diante deste contexto gerencial de alta dinamicidade, o objetivo da pesquisa em propor um método de análise estruturado conceitualmente e mais eficiente para a coordenação do processo de produção que apoie o processo decisório vai ao encontro de uma realidade industrial que tem de flexibilizar o atendimento às demandas sem perder qualidade e com menor impacto nas margens de lucro dos produtos.

A discussão se enriquece a partir do ponto em que a coordenação do processo de produção necessita ampliar a análise para detecção de oportunidades e/ou problemas, não mais para o ponto produtivo de maior capacidade e, sim, para a cadeia que precede e fornece insumos e/ou serviços necessários à produção de um determinado item e/ou serviço.

Nesse sentido, em posse dos mesmos dados disponíveis e analisados da maneira tradicional, surge o questionamento de como analisá-los de forma pontual e também de forma integrada e, ainda assim, contribuir para o processo decisório onde se encontra a coordenação do processo de produção de uma organização e de uma rede produtiva. Uma estruturação conhecida da ciência com intenções de demonstração é lançar uma hipótese para dados que devem ser observados mediante controle e método para

explicação da interrelação de fatos que podem ser refutados e/ou comprovados.

Deste modo, uma hipótese mediante o método de pesquisa é lançada pelo trabalho para investigar redes e preencher a lacuna processual que ocorre entre analistas de planejamento e controle da produção e de controladoria na análise da coordenação do processo de produção. Em campo, a pesquisa modela o *status quo*, o Estado Atual (*As-Is*), do método tradicional de análise e aplica o entrelaçamento conceitual proposto pelo método de pesquisa.

Com sucesso, o primeiro modelo gerado é o de conceitos de forma consensual (Modelo de Conceitos - *To-be* – capítulo 6), que, utilizando a fundamentação conceitual da coordenação do processo de produção elege variáveis para representar tarefas, agentes e materiais em processo. Isso auxilia na modelagem parcial do modelo de atores e recursos para os atores que utilizam o método.

Por conseguinte, apoiado pelo modelo de conceitos, os modelos de objetivos e de regras de negócio são desenvolvidos para suprir a necessidade de se estruturar o modelo de processo de negócios. O modelo de processos só é então gerado de posse dos modelos de conceitos, de objetivos, de regras e do parcialmente modelado de atores e recursos, no projeto piloto na fase de calibração do método na rede R001.

Após a calibração no projeto piloto, que consistiu na aplicação de vertentes teóricas de redes para desenho do modelo do processo de negócios, na validação de uma inovação da pesquisa, que foi a eleição das variáveis representantes do processo analisado (Figura 10), em estabelecer um ciclo de vida para um método de análise, em gerar os agrupamentos teóricos das variáveis, em validar uma outra inovação da pesquisa que são as ligações de baixa e de alta intensidade associadas aos nós processuais (Quadro 6) oriundos da caracterização morfológica e em criar agrupamentos que viabilizassem a análise pelo viés da função produção, a pesquisa utiliza uma tecnologia evolutiva para interpretar os dados rotulados.

O algoritmo DAMICORE com três técnicas bem sucedidas que aliam conceitos da inteligência artificial para análise de redes de forma evolutiva, possui o perfil adequado e premia a pesquisa no projeto piloto, logo após ter sido validado em um caso para aplicação e desenvolvimento computacional em *hardware* também com a necessidade de identificação de *clusters*.

O alcance do objetivo de se estabelecer um método de análise para coordenação do processo de produção, validado teórica e empiricamente, contribui com conceitos inovadores à ciência. É possível trabalhar com número reduzido de variáveis, desde que estas sejam representantes eleitas de nós processuais em análises integradas. Um agrupamento orientado para fundamentar a função produção de uma rede funciona, ao direcionar um algoritmo inteligente evolutivo, desde que rotulado teoricamente. Ao se cadastrarem agrupamentos orientados por nós processuais às ligações de alta intensidade, promovem-se correlações entre os processos. Isso demonstra que as variáveis não precisam ser analisadas de forma isolada. Conforme o contexto, se passível de mapeamento e orientação e fundamentação conceitual, as variáveis podem participar com prioridades distintas em nós processuais também distintos, facilitando o processo de correlação.

Portanto, diante dos resultados da contribuição conceitual constatada por todo o conjunto do trabalho, já justificadas as razões, a pesquisa se habilita a criticar o *status quo* nas quais se encontram as organizações em rede, visto que comprem *softwares* de custo alto, de complexa utilização para inteligência de negócios, conhecidos como *business intelligence* – BIs, que exigem mapeamento inicial médio em torno de quatrocentas (400) variáveis.

Mediante a diretriz atual de geração e orientação a resultados rápidos, é inviável operar, controlar, compreender e confiar em cenários gerados além dos limites possíveis de discussão, sem fundamentação conceitual e sem comprovação da utilização de uma ou outra variável dentre estas constantes de um universo médio de quatrocentas. Nesse ponto frágil de operações grandes e complexas reside uma relação de confiança em quem faz o mapeamento processual atrelada à experiência de consultores e/ou especialistas externos a realidade operacional. Baseados nos dados de campo se permite então inferir que, além desses sistemas de *business*

intelligence caírem em descrédito rapidamente, eles requisitam alto esforço de manutenção e são limitados por tabelas cadastrais para a entrada de variáveis que são processadas, mesmo com regras complexas e bem definidas, por funções rígidas.

O método elaborado pela pesquisa, ao contrário dos sistemas *business intelligence*, não é limitado ao número nem à troca de variáveis. A pesquisa demonstra que, quando justificadas, as variáveis para geração de agrupamentos que representam nós processuais apresentam alternativas estruturadas cientificamente e obtém resultados mais eficazes do que o método tradicional de análise.

Para continuidade da pesquisa sugere-se trabalhar e validar a abertura operacional encontrada após o término do processo de replicação, colocando uma barreira para evitá-la em um requisito funcional do sistema de informação. Para impedir o surgimento dessa abertura e não gerar falhas interpretativas, no processo de reprodutibilidade na utilização, na aplicação isolada e equivocada do método, elaborado com forte orientação à integração. A detecção tardia da abertura operacional pela pesquisa em quatro redes cujos processos, apesar de mapeados, estavam em ponto de desconexão em um forte processo de departamentalização.

Uma outra formulação seria mudar o foco do nível de análise para diferentes níveis de decisões estratégicas tomadas no processo de planejamento de vendas e operações (S&OP) pela alta administração. Esta também sugere modelar e orientar o método estabelecido pela pesquisa não só pela visão do nó detentor da rede, como foram construídas as análises, mas também, na visão dos nós secundários fornecedores de bens tangíveis e intangíveis ao processo. Para proporcionar ao processo decisório pertencente aos nós secundários por exemplo a fundamentação conceitual e preparação para expandir o processo de planejamento e questionar o repasse e transferência dos problemas oriundos do nó detentor. A junção das duas visões em um terceiro método de análise que pudesse confrontar realidades de “n” nós secundários *versus* a realidade do nó detentor geraria uma pesquisa interessante.

8 Referências

- AKYUZ, G. A.; REHAN, M. Requirements for forming an 'e-supply chain' **International Journal of Production Research** Vol. 47, No. 12, 15 June 2009, 3265–3287
- ALBUQUERQUE, M.C.C. **Microeconomia** São Paulo: McGraw-Hill, 1986
- ALVAREZ et al. The role of networking in the competitiveness of firms **Technological Forecasting & Social Change** 76 (2009) 410–421
- AMATO, J. N. **Redes de Cooperação Produtiva e Clusters Regionais**. Oportunidade para Pequenas e Médias Empresas. São Paulo: Atlas, 2000.
- AMIRI, M.; ZANDIEH, M.; SOLTANI, R; VAHDANI, B. A hybrid multi-criteria decision-making model for firms competence evaluation. **Expert Systems with Applications** 36 (2009) 12314–12322
- ANDERSEN, P.H.; DREJER, I. Together we share? Competitive and collaborative supplier interests in product development **Technovation** 29 (2009) 690–703
- ANTONY, J. A class of changing elasticity of substitution production functions **J Econ** 100:165–183, 2010
- ARAUJO, A.J.D. Os algoritmos adaptativos no diagnóstico de faltas em cartas de circuito impresso equipadas com BST. Dissertação de Mestrado, **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**, Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Porto, 1994
- ARMOUTIS, N.; MAROPOULOS, P., G.; MATTHEWS, P.; LOMAS, C. Establishing agile supply networks through competence profiling. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, Vol. 21, No. 2, March 2008, 166 – 173
- ARYA, B.; LIN, Z. Understanding Collaboration Outcomes From an Extended Resource-Based View Perspective: The Roles of Organizational Characteristics, Partner Attributes, and Network Structures. **Journal of Management**, Vol. 33 No. 5, October 2007 697-723
- ASKIN, G., R.; KRISHNAN, S., Defining inventory control points in multi product stochastic pull systems. **International Journal of Production Economics** 120 (2009) 418–429
- AYLEN, J. Open versus closed innovation: development of the wide strip mill for steel in the United States during the 1920s **R&D Management** 40, 1, 2010

AZARON, A.; TANG, O.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM R., Dynamic lot sizing problem with continuous-time Markovian production cost. **International Journal of Production Economics** 120 (2009) 607–612

BÄCK, T., FOGEL, D.B. & MICHALEWICZ, Z. (eds.) “**Handbook of Evolutionary Computation**”, Institute of Physics Publishing and Oxford University Press, 1997.

BARTLETT, C. A. and S. GOSHAL.. **Managing across borders - Transnational solution**, Boston MA: Harvard Business School Press, 1989.

BAUMOL, J. W. The economics of knowledge sharing: a new institutional approach. **Journal of Evolutionary Economics** (2005) 15: 233–234

BAUMOL, J. W. Four sources of innovation and stimulation of growth in the dutch economy. **De Economist** 152, 321–351, 2004.

BAUMOL, J. W. Small enterprises, large firms, productivity growth and wages. **Journal of Policy Modeling** 30 (2008) 575–589

BEIJE P.. Technological cooperation between customer and subcontractors, **ERASM research report** 98-39, Rotterdam School of management, Erasmus University Rotterdam, 1998.

BENNETT, R. Reaching the Board: Factors Facilitating the Progression of Marketing Executives to Senior Positions in British Companies. **British Journal of Management**, Vol. 20, 30–54 (2009)

BERNIER E.; GOSSELIN, P.; BADARD, T.; BÉDARD, Y. Easier surveillance of climate-related health vulnerabilities through a Web-based spatial OLAP application. **International Journal of Health Geographics** 2009, 8:18

BITITCI, U.; TURNER, T.; MACKAY, D.; KEARNEY, D.; PARUNG, J.; WALTERS, D. Managing synergy in collaborative enterprises. **Production Planning & Control**, Vol. 18, No. 6, September 2007, 454–465

BLEEKE, J. and D. ERNST ‘The way to win in cross-border alliances’, **Harvard Business Review**, November/December, 127-35, 1991.

BORGES, M.; HOPPEN, N.; LUCE, F., B., Information technology impact on market orientation in e-business. **Journal of Business Research** 62 (2009) 883–890

BOULAKSIL, Y.; FRANSOO, J., C., Order release strategies to control outsourced operations in a supply chain. **International Journal of Production Economics** 119 (2009) 149–160

BRITTO, J. **Cooperação Industrial e Redes de Empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

BRESCHI, S.; CATALINI, C. Tracing the links between science and technology: An exploratory analysis of scientists' and inventors' networks **Research Policy** 39 (2010) 14–26

BUI, T.. **Decision support systems for sustainable development**. In G. E. Kersten, Z. Mikolajuk, & A. Gar-on Yeh (Eds.), Decision support systems for sustainable development. (2000) A resource book of methods and applications. Kluwer Academic Publishers.

BUBENKO, J.; PERSSON, A.; STIRNA, J. EKD User Guide ELEKTRA project, **Research Report**, 2001

CAMARINHA-MATOS, L.M.; AFSARMANESH, H. Elements of a base VE infrastructure, **Computers in Industry** 51 139-163, 2003

CAMARINHA-MATOS, L.M.; AFSARMANESH, H. Collaborative networks: a new scientific discipline. **Journal of Intelligent Manufacturing**, 16, 439–452, 2005

CAMARINHA-MATOS, L.M.; AFSARMANESH, H.; GALEANO N.; MOLINA, A. Collaborative networked organizations – Concepts and practice in manufacturing enterprises. **Computers & Industrial Engineering** 57 (2009) 46–60

CARVALHO, H. L. (2008). **Arquitetura de referência para a formação e gerência de redes de cooperação e inovação entre agentes de implantação de sistemas integrados de gestão**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos
Recuperado em 2012-05-26, de
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-13052008-160653/>

CARPINTEIRO, O.A.S.; LIMA, I.; MOREIRA, E.,M.; PINHEIRO, C.,A.,M.; SERAPHIM, E.; PINTO, J. V. L. A hierarchical hybrid neural model with time integrators in long-term load forecasting. **Neural Comput & Applic** (2009) 18:1057–1063

CHAUDHARY, S. Management factors for strategic BI success. **In Business intelligence in digital economy**. (2004). Opportunities, limitations and risks. IDEA Group Publishing.

CHALMETA ET AL, R. References architectures for enterprise integration, **The Journal of Systems and Software** 57 175-191, 2001

CHERRY, S.; ROBILLARD, P.,N. The social side of software engineering—A real ad hoc collaboration network. **International Journal of Human-Computer Studies** 66 496 (2008) 495–505

CHITUC, M., C.; NOF, S.,Y. The Join/Leave/Remain (JLR) decision in collaborative networked organizations. **Computers & Industrial Engineering** 53 (2007) 173–195

CHITUC, M., C.; Toscano, C.; Azevedo, A. Interoperability in Collaborative Networks: Independent and industry-specific initiatives – The case of the footwear industry. **Computers in Industry** 59 (2008) 741–757

CHUNG, F.L.; An Adaptive Fuzzy-Inference-Rule-Based Flexible Model for Automatic Elastic Image Registration. **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, vol. 17, no. 5, october 2009

CHUNG, S.H.; LAU, H.C.W.; HO, G.T.S. ; IP, W.H. Optimization of system reliability in multi-factory production networks by maintenance approach. **Expert Systems with Applications** 36 (2009) 10188–10196

CILIBRASI, A. R.; VITANYI, A. P. "Clustering by compression," **IEEE Trans. Information Theory**, vol. 51, NO 4, pp. 1523-1545, 2005.

COELLO, C. et al **Evolutionary algorithms for solving multi-objective problems**. Genetic algorithms and evolutionary computation, Kluwer academic, New York, 2002

DANILOVIC, M.; WINROTH, M. A tentative framework for analyzing integration in collaborative manufacturing network settings: a case study. **Journal of Engineering and Technology Management**. 22 (2005) 142 141–158

DAVENPORT, T.H.. Putting the enterprise into the enterprise system. **Harvard Business Review**. Julho-Agosto, (1998) p.121-131. (t: 827).

DEB, K. **Multi-objective optimization using evolutionary algorithms** John Wiley & Sons, New York, 2001

DOSI, G. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation, **Journal of Economic Literature** 26: 1120-71, 1988.

DRESNER, H. J., BUYTENDIJK, F., LINDEN, A., FRIEDMAN, T., STRANGE, K. H., KNOX, M., & CAMN, M. **The business intelligence center: An essential business strategy**. (2002) Gartner Research.

EFENDIGIL, T.; ÖNÜT, S.; KAHRAMAN, C. A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neuro-fuzzy models: A comparative analysis. **Expert Systems with Applications** 36 (2009) 6697–6707

EI-SEBAKHY, E.A. Data mining in forecasting PVT correlations of crude oil systems based on Type1 fuzzy logic inference systems. **Computers & Geosciences** 35 (2009) 1817–1826

EMDEN, Z.; CALANTONE, R. J.; DROGE, C. Collaborating for New Product Development: Selecting the Partner with Maximum Potential to Create Value. **Journal of Product Innovation Management** 2006;23:330–341

ERICKSON, G.,S.; ROTHBERG, H., N., Intellectual capital in business-to-business markets. **Industrial Marketing Management** 38 (2009) 159–165

EVANS, J.R. Network-Based Optimization Algorithms for the Capacitated Multi-Item Lot Sizing Problem. **Comput. & Indus. Engng** Vol. 9, No. 3, pp. 297-305, 1985

FAGERBERG, J. **A Layman's Guide to Evolutionary Economics**, 2002.

FARRELL, J. M. The Measurement of Technical Efficiency, **Journal of the Royal Statistics Society**, SERIES A (GENERAL), PART III, 253-290., 1957.

FAULKNER, D. **International strategic alliances; cooperating to compete**, Maidenhead: McGraw-Hill, 1995.

FELSENSTEIN, J. **"Inferring phylogenies,"** Sinauer Associates, Inc, 2003.

FERGUSON, C.E. **Microeconomy Theory**, 18. Ed. – Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1994

FISCHER, M.; JAHN, H.; TEICH, T. Optimizing the selection of partners in production networks. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing** 20 (2004) 593–601

FOGEL, D.B. **"Evolutionary Computation: Toward a New Philosophy of Machine Intelligence"**, 2nd edition, The IEEE Press, 1999.

FORNAHL, D. and T. BRENNER, **Cooperation, networks and institutions in regional innovation systems**, Cheltenham: Edward Elgar, 2003.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in Historical Perspective, Cambridge **Journal of Economics** 19: 5-24, 1995.

FREEL, M.; JONG, J.P.J.DE Market novelty, competence-seeking and innovation networking **Technovation** 29(2009) 873–884

FRENZ, M.; GILLIES, G. The impact on innovation performance of different sources of knowledge: Evidence from the UK Community Innovation Survey **Research Policy** 38 (2009) 1125–1135

GERSHUNYI, J.I.; ROBINSON, J.P. Historical changes in the household division of labour, **Demografy**, 25 (4, november): 537-52, 1988.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Production and dynamic economics, in M. Baranzini and R. Scazzieri (eds), **The economic theory of structure and change**, Cambridge University Press, pp. 198-226, 1990.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002

GRANDORI, A.; SODA, G. Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms. **Organization studies**, Berlin, v.16, n.2, p.183-214, 1995.

GRAY, P.. **Business intelligence: A new name or the future of DSS**. In T. Bui, H. Sroka, S. Stanek, & J. Gołuchowski (Eds.), (2003) DSS in the uncertainty of the Internet age. Katowice: University of Economics.

GRAY, P., WATSON, H. (1998). **Decision support in the data warehouse**. Prentice Hall.

GROSSMAN, R. Supporting the data mining process with the next generation data mining systems. **Enterprise System Journal**, 1998

GNYAWALI, R.D.; PARK, B.J. R. Co-opetition and Technological Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises: A Multilevel Conceptual Model **Journal of Small Business Management** 2009 47(3), pp. 308–330

HACKATHORN, R. D.. **Web farming for the data warehouse**. Morgan Kaufmann, 1998

HANAKI, N. et al. The dynamics of R&D network in the IT industry **Research Policy** 39 (2010) 386–399

HEATH, J. W.; FUB, M.C.; JANK W. New global optimization algorithms for model-based clustering. **Computational Statistics and Data Analysis** 53 (2009) 3999-4017

HERMELINGMEIER, C. The competitive firm and the role of information about uncertain factor prices, **Economic Modelling** 27 547–552, 2010

HOLLAND, J.H. **Induction : processes of inference, learning, and discovery**, Cambridge : The Mit Press, 1993

HSU, J. **Data mining and business intelligence: Tools, technology and applications**. In M. Raisinghani (Ed.), Business intelligence in the digital economy. (2004) London: Idea Group Publishing.

HUNG, C.; CHEN, J.H. A selective ensemble based on expected probabilities for bankruptcy prediction. **Expert Systems with Applications** 36 (2009) 5297–5303

JALILI, M. Synchronizing Hindmarsh–Rose neurons over Newman–Watts networks. **Chaos** 19, 033103 (2009)

JEANG, A.; CHUNG, C., P. Process capability analysis based on minimum production cost and quality loss. **International Journal Advanced Manufacturing Technology** (2009) 43:710–719

JONG, J.P.J. DE; FREEL, M. Absorptive capacity and the reach of collaboration in high technology small firms **Research Policy** 39 (2010) 47–54

KALYANASUNDARAM, N.; JINDAL, A.; GUPTA A. H^∞ bounds for quasi-Newton adaptive algorithm. **Signal Processing** 89 (2009) 2304–2309

KESKIN, G.A.; OSKAN, C. An Alternative Evaluation of FMEA:Fuzzy ART Algorithm. **Quality and reliability engineering international** 2009; 25:647–661

KHANBARY, L.M.O.; VIDYARTHI, D. P. Reliability-Based Channel Allocation Using Genetic Algorithm in Mobile Computing. **IEEE transactions on vehicular technology**, vol. 58, no. 8, october 2009

KIM, H.; PARK , Y. Structural effects of R&D collaboration network on knowledge diffusion performance **Expert Systems with Applications** 36 (2009) 8986–8992

KIRKELS, Y.; DUYSTERS, G. Brokerage in SME networks **Research Policy** 39 (2010) 375–385

KODAMA, M. Innovation and knowledge creation trough leadership-based strategic community: Case study on high-tech company in Japan, **Technovation**, out, 2005.

KODAMA, M. Boundaries Innovation and Knowledge Integration in the Japanese Firm **Long Range Planning** 42 (2009) 463-494

KOTTLA, M., R.; RONNI, P. Collaboration and trust in two organic food chains. **British Food Journal** Vol. 110 No. 4/5, 2008 pp. 376-394

LANDESMANN, M.; SCAZZIERI, R. The production process: description and analysis. In: **Production and economic dynamics Cambridge Press**, p.191-228, 1996 a.

LANDESMANN, M.; SCAZZIERI, R. Forms of production organization: the case of manufacturing process. In: **Production and economic dynamics Cambridge Press**, p. 252-303, 1996 b.

LANDESMANN, M.; SCAZZIERI, R. Coordination of production processes, subsystem dynamics and structural change. In: **Production and economic dynamics Cambridge Press**, p. 304-343, 1996 c.

LEE, H.G.; PARK, N.; JEONG, H. I.; PARK, J. Grid enabled MRP process improvement under distributed database environment. **The Journal of Systems and Software** 82 (2009) 1087–1097

LEE, J. et al. A hidden cost of strategic alliances under Schumpeterian dynamics **Research Policy** 39 (2010) 229–238

LI ,M.; VITANYI, P. M. B. **An introduction to Kolmogorov complexity and its applications**, 2nd ed. ed.: Springer-Verlag New York, Inc. , 1997.

LI, S. et al Phylogenetic tree construction using markov chain monte carlo **Journal of the American Statistical Association**, v.95, n. 450, p. 493-508, 2000

LIU, M. Optimal exponential synchronization of general chaotic delayed neural networks: An LMI approach. **Neural Networks** 22 (2009) 949-957

LUO, X.R. et al. Intellectual capital or signal? The effects of scientists on alliance formation in knowledge-intensive industries **Research Policy** 38 (2009) 1313–1325

MANSFIELD, E. et al **Managerial economics: theory, applications, and cases**, Norton, New York, 2002

MARCA D.A.; MCGOWAN C.L. IDEF0/SADT: **Business Process and Enterprise Modeling, Eclectic Solutions**, Inc, San Diego, 1993.

MAU, B.; NEWTON, M. Phylogenetic inference for binary data on dendograms using markov chain monte carlo **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v. 6, n. 1, p. 122-131, 1997

MICHALEWICZ, Z. **Genetic algorithms + Data Structures = Evolution Programs**, 3rd edition, Springer-Verlag, 1994

MICHALEWICZ, Z.; FOGEL, D. B. **How to solve it: Modern Heuristics**, Springer-Verlag, 2004

MITCHELL, M. **An Introduction to Genetic Algorithms**, The MIT Press, 1996

MIRANDA, P.,A.; GARRIDO, R.A.; CERONI, J.A. e-Work based collaborative optimization approach for strategic logistic network design problem. **Computers & Industrial Engineering** 57 (2009) 3–13

MÖLLER, K.; SVAHN, S. How to influence the birth of new business fields — Network perspective **Industrial Marketing Management** 38 (2009) 450–458

MULVEY M., J.; MADSEN, C.; MORIN, F. Linking strategic and tactical planning systems for asset and liability management. **Annals of Operations Research** 85 (1999) 249–266

NAIR, A. et al Supply Networks as a Complex Adaptive System: Toward Simulation-Based Theory Building on Evolutionary Decision Making **Decision Sciences** Volume 40 Number 4 November 2009

NARULA, R.; SANTANGELO, G.D. Location, collocation and R&D alliances in the European ICT industry **Research Policy** 38 (2009) 393–403

NASCIMENTO, M.,C.,V.; RESENDE, M.,G.,C.; TOLEDO, F.,M.,B. GRASP heuristic with path-relinking for the multi-plant capacitated lot sizing problem. **European Journal of Operational Research** 200 (2010) 747–754

NELSON, R.R. AND S.G. WINTER. **An Evolutionary Theory of Economic Change**, Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1982.

NEWMAN, M. "**Networks: An Introduction**," Oxford University Press, Inc. 2010.

NIE, G.; ZHANG, L.; LIU, Y.; ZHENG, X.; SHI, Y. Decision analysis of data mining project based on Bayesian risk. **Expert Systems with Applications** 36 (2009) 4589–4594

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**. Campus: 1997.

NOOTEBOOM, B. Inter-firm collaboration, networks and strategy; An integrated approach. **Routledge**, New York, 2004 Disponível no sítio <http://www.bartnooteboom.nl/>

NOHRIA, N. Is the network perspective a useful way of studying organizations? In: Nohria, N. ; Eccles, R.G. **Network and organizations**. Boston: Harvard Business School Press, 1992

NURCAN, S.; ROLLAND, C. A multi-method for defining the organizational change, **Information and Software Technology** 45 61-82, 2003.

OCDE. **Manual de Oslo**. Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. OCED, Finep, 2007

OLSZAK, C.M.; ZIEMBA E. Approach to Building and Implementing Business Intelligence Systems. **Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management** Volume 2, 2007

PARK, H.W.; LEYDESDORFF, L. Longitudinal trends in networks of university–industry–government relations in South Korea: The role of programmatic incentives **Research Policy** 39 (2010) 640–649

PASINETTI, L. L. On Concepts and Measures of Changes in Productivity. **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 41, No. 3 (Aug., 1959), pp. 270-286

PASINETTI, L. L. Changes in the Rate of Profit and Switches of Techniques. **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 80, No. 4 (Nov., 1966), pp. 503-517

PASINETTI, L. L. Wicksell Effects and Reswitchings of Technique in Capital Theory. **The Scandinavian Journal of Economics**, Vol. 80, No. 2, The Arne Ryde Symposium on the Theoretical Contributions of Knut Wicksell (1978), pp. 181-189

PASINETTI, L. L. Cambridge Capital Controversies. **Journal of Economic Perspectives** - Volume 17, Number 4 Fall 2003—Pages 227–235

PASINETTI, L. L. The Cambridge School of Keynesian Economics. **Cambridge Journal of Economics** 2005, 29, 837–848

PEREZ, C. Structural Change and the Assimilation of New Technologies in the Economic and Social system, **Futures** 15: 357-375, 1983.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, **Microeconomics**, Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2006

PODONLY, J.M., PAGE, K.L. Network frms of organization. **Annual Review of Sociology**, Palo alto, v24, p.57-76, 1998

PONDS, R. et al Innovation, spillovers and university–industry collaboration: an extended knowledge production function approach **Journal of Economic Geography** 10 (2010) pp. 231–255

RATINHO,T.; HENRIQUES,E. The role of science parks and business incubators in converging countries:Evidence from Portugal **Technovation** 30 (2010) 278–290

PRAHALAD, C.K., RAMASWAMY, V. **The Future of Competition, Co-Creating Unique Value with Customers**. Harvard Business School Press, Boston, MA, 2004.

RAPP, A. Outsourcing the sales process: Hiring a mercenary sales force. **Industrial Marketing Management** 38 (2009) 411–418

RIBEIRO, L.; BARATA, J.; COLOMBO,A. Supporting agile supply chains using a service-oriented shop floor. **Engineering Applications of Artificial Intelligence** 22 (2009) 950–960

RITALA, P.; HURMELINNA-LAUKKANEN,P. What's in it for me? Creating and appropriating value in innovation-related coopetition **Technovation** 29 (2009) 819–828

RITTER, T.; GEMÜNDEN, H.G. Network competence: its impact on innovation success and its antecedents, **Journal of Business Research**, 56, 2003, 745-755.

RONCOLI C.; KIRSHEN, P.; ETKIN, D.; SANON, M.; SOMÉ, L.; DEMBÉLÉ Y.; SANFO, B. J.; ZOUNGRANA, ; HOOGENBOOM, G. From Management to Negotiation: Technical and Institutional Innovations for Integrated Water Resource Management in the Upper Comoé River Basin, Burkina Faso. **Environmental Management** (2009) 44:695–711

ROSA, J.G. **Manuelzão e Miguilim: (Corpo de Baile)**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2001

RUMBAUGH, J.; BLAHA, M.; PREMERLANI, W.; EDDY, F.; LORENSEN, W. **Object Oriented Modeling and Design**, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1991.

RYCROFT, R.W.; KASH, D. E. Self-organizing innovation networks: implications for globalization. **Technovation**, 24, 2004, p 187-197.

SACOMANO NETO, M.; TRUZZI, O.M.S. Perspectivas Contemporâneas em Análise Organizacional, **Gestão & Produção** v.9, n.1, p.32-44, abr, 2002.

SACOMANO NETO, M.; TRUZZI, O.M.S. Configurações estruturais e relacionais da rede de fornecedores: uma resenha compreensiva, **Revista de administração (RA)**, São Paulo, v39. 3, 2004, 255-263.

SADEH, J.; AFRADI, H. A new and accurate fault location algorithm for combined transmission lines using Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System. **Electric Power Systems Research** 79 (2009) 1538–1545

SALOMON, D.V. Como fazer um relatório de pesquisa. 11ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

SANCHES, A.; CARDOSO, J.M.P.; DELBEM, A.C.B. Identifying Merge-Beneficial Software Kernels for Hardware Implementation. **International Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs** (2011) pages 74-79

SARI, B.; SEN, T.; KILIC, S.,E. Formation of dynamic virtual enterprises and enterprise networks. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology** (2007) 34:1246–1262

SCHUMPETER, J. **A. Capitalism, Socialism and Democracy**. Harper & Row, New York, 1942.

SCHUMPETER, J. Economic Theory and Entrepreneurial History, Change and the Entrepreneur, pp. 63-84, reprinted in Schumpeter, J. (1989) **Essays on Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles and the Evolution of Capitalism**, edited by Richard V. Clemence, New Brunswick, N.J.: **Transaction Publishers**, pp. 253- 231, 1949.

SILVA, C. Combining ad hoc decision-making behaviour with formal planning and scheduling rules: a case study in the synthetic fibre production industry. **Production Planning & Control** Vol. 20, No. 7, October 2009, 636–648

SOH, P.H.; ROBERTS, E.B. Networks of innovators: a longitudinal perspective. **Research Policy**, 32, 2003, 1569-1588

SORIANO, D., R.; URBANO, D. Overview of Collaborative Entrepreneurship: An Integrated Approach Between Business Decisions and Negotiations. **Group Decis Negot** (2009) 18:419–430

SRINIVASAN, D.; CHAN, C.W.; BALAJI, P.G. Computational intelligence-based congestion prediction for a dynamic urban street network. **Neurocomputing** 72 (2009) 2710–2716

STODDARD, D.B. JARVENPAA, S.L. Business process redesign: tactics for managing radical change, **Journal of Management Information Systems** 12 (1) 1995.

SUNG, C.; MARAVELIAS, C., T. A Projection-Based Method for Production Planning of Multiproduct Facilities. **American Institute of Chemical Engineers Journal** 55: 2614–2630, 2009

SRIVASTAVA, J.; COOLEY, R. Web intelligence: Mining the Web for actionable knowledge. **Journal on Computing**, (2003).15.

SWAN, J.; SCARBROUGH, H. The politics of networked innovation. **Human Relations** 2005; 58; 913

TASKIN, C.; UNAL, T., A., Tactical level planning in float glass manufacturing with co-production, random yields and substitutable products. **European Journal of Operational Research** 199 (2009) 252–261

THORGREN, S.; WINCENT, J.; ORTQVIST, D. Designing interorganizational networks for innovation: An empirical examination of network configuration, formation and governance. **Journal of Engineering and Technology Management** 26 (2009) 148–166

TIGRE, P.B. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TORRES, M.; HERVÁS,C.; GARCÍA,C. Multinomial logistic regression and product unit neural network models: Application of a new hybrid methodology for solving a classification problem in the livestock sector. **Expert Systems with Applications** 36 (2009) 12225–12235

TSAI, K.H. Collaborative networks and product innovation performance: Toward a contingency perspective. **Research Policy**, 38 (2009) 765–778

VERLINDEN, B.; CATTRYSSEA, D.; CRAUWELSB, H.; VAN OUDHEUSDEN, D. The development and application of an integrated production planning methodology for sheet metal working SMEs. **Production Planning & Control** Vol. 20, No. 7, October 2009, 649–663

WAARDEN, F.V., Dimensions and types of policy networks **European journal of political**, dordrecht, v21, n.1, p29-52, 1992

WAINER, J. (2007). **Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a ciência computação**. In T. KOWALTOWSKI e K. BREITMAN (Org.), Atualização em Informática da Sociedade Brasileira de Computação, pp. 221-262. Download no endereço <http://www.ic.unicamp.br/~wainer/publications.html>

WASLAWICK, R.S. (2009). **Metodologia de Pesquisa para Ciência de Computação**. Elsevier Editora Ltda

WANG, L.,C.,; LIN, S.,K. A multi-agent based agile manufacturing planning and control system. **Computers & Industrial Engineering** 57 (2009) 620–640

Wee, H.,M.; Wu, S. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. **Supply Chain Management: An International Journal** 14/5 (2009) 335–341

WI, H.; OH, S.; MUN, J.; JUNG, M. A team formation model based on knowledge and collaboration. **Expert Systems with Applications** 36 (2009) 9121–9134

WILLIAMSON O. E. ‘Strategy research: Governance and competence perspectives’, *Strategic Management Journal*, 20: 1087-1108, 1999.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre, Bookman, 2005.

YOSHIMURA, M.; IZUI, K.; KIDA S. Decision Support System for Selecting Collaborative Product Development Partners. **Concurrent Engineering** 2005; 13; 5

ZANGOUEINEZHAD, A.; MOSHABAKI, A. The role of structural capital on competitive intelligence. **Industrial Management & Data Systems** Vol. 109 No. 2, 2009 pp. 262-280

ZHAO, F.; XU, X.; XIE, S.,Q. Computer-Aided Inspection Planning—The state of the art. **Computers in Industry** 60 (2009) 453–466

ZHEN, M.; MASOOD, T.; RAHIMIFARD, A.; WESTON, R.; A structured modelling approach to simulating dynamic behaviours in complex organizations. **Production Planning & Control** Vol. 20, No. 6, September 2009, 496–509

Apêndice A – Aplicações em inteligência artificial

Diante das características apresentadas da lacuna processual e a proposta da pesquisa de utilização tecnológica, da fundamentação conceitual, até a fase das modelagens, de todo o processo por meio da técnica “*As-is → Need-for-change → To-be*” do *EKD*, foi fundamentada pela busca de aplicações similares na literatura e o resultado trazido pela ciência até o momento em questão. Dessa forma, esse apêndice complementa a revisão literária em inteligência artificial. Contém autores importantes que contribuem para esse embasamento como Back et al (1996, 2000), Michalewicz e Fogel (2004), Fogel (1994, 1998, 1999), Holland (1993), Mitchell (1996).

Uma classificação encontra-se nos algoritmos evolutivos multi-objetivos dentro das aplicações da computação evolutiva. A possibilidade de utilização das técnicas multi-objetivos deve-se ao fato da abordagem delas estarem direcionadas a problemas que necessitam atingir diferentes objetivos em momentos simultâneos (COELLO *et al*, 2002 e DEB, 2001).

Em uma outra análise dos algoritmos evolutivos, é possível adaptar as técnicas evolutivas com modelos de inferência *bayesiana* para análise de redes. Pois uma rede *bayesiana* é a representação de uma tabela com as probabilidades da delimitação do problema a ser solucionado. Isso permitirá, por exemplo, identificar a correlação entre nós sob a vertente de análise de redes (LI *et al*, 2000 e MAU e NEWTON, 1997).

As aplicações em ambientes similares ao da pesquisa, com impacto direto no planejamento e controle do processo de produção, são verificadas e incorporadas ao trabalho.

Amiri *et al* (2009) utiliza conceitos evolutivos para avaliação de competência de mercado nas organizações. Para o equilíbrio da função produção ele emprega um modelo multicriterial que visa aumento da produtividade.

Araujo (1994), devido a um problema de gargalo técnico e de padrão de análise dos fabricantes de circuitos integrados, aplica as técnicas evolutivas para descoberta de faltas no produto final. Consegue resolver pontualmente os gargalos de produção, para a indústria de componentes com impacto no

planejamento e controle da produção desse ramo nos equipamentos de teste inseridos na complexa montagem que são a de circuitos integrados.

Carpinteiro *et al* (2009) e Efendigil *et al* (2009) demonstram a eficiência dos algoritmos de redes neurais para previsões de longo prazo. Eles colocam uma forma de análise futura da produção à disposição para que os planejadores possam decidir comparativamente o desempenho da organização com previsões para longos períodos produtivos.

Já El-Sebakhy (2009) lança mão do mesmo artifício para previsão de pressão, volume e temperatura na produção de petróleo e Chung *et al* (2009) aplica especificamente na produção e registro de imagens. Apesar de utilizarem uma análise pontual e técnica, eles encontram uma correlação das decisões táticas do planejamento e controle da produção com validação interna e externa dos processos produtivos.

Evans (1985) aplica algoritmos baseados em neurocomputação no processo de produção para definição ótima de tamanhos de lotes produtivos. Evans modela o reflexo das decisões de planejamento com as especificações delineadas em histórico produtivo.

Gaaloul *et al* (2009) aplica a teoria evolutiva para fluxos de informações em processos produtivos e administrativos. Heath *et al* (2009) e Liu (2009) otimizam o processo de *clusterização* para redes de alta complexidade e Nie *et al* (2009) mineram dados evolutivamente em larga escala. Eles estudam a maximização das probabilidades e combinações das funções de produção em seus respectivos estudos de caso. Por intermédio da análise e visão de negócios assumem que os registros das informações, se minerados com os critérios transacionais entre um processo e outro, revelam a correlação entre os nós e com isso obtiveram ganhos operacionais no processo de produção.

Confirmados os conceitos nas correlações encontradas por Kalyanasundaram *et al* (2009) que, apesar de aplicar tecnicamente filtros em processamento de sinais elétricos, faz a alusão ao fluxo de informações organizacionais relacionadas à produção. O fluxo processual pode ser especificado e avaliado com valores de processamento de sinal/pulso elétrico. As decisões quando avaliadas quantitativamente procedem e impactam no valor do sinal/pulso elétrico. Kalyanasundaram *et al* (2009) mostra a aplicação e a interação entre os sinais diretamente no processo de produção.

Hung e Chen (2009) mostram as redes neurais com algoritmos de seleção para previsão de falências em face das decisões de planejamento. Decisões essas que afetam a coordenação dos processos de produção no momento de estabelecer a ordem e sequenciamento produtivos mediante a demanda.

Keskin e Ozkan (2009) aplicam a evolução com lógica *Fuzzy* em análise de riscos e falhas, conhecida como *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA* para produto, processo ou projetos. Isso é uma método de análise por meio de técnicas da computação evolutiva com alternativa de melhoria em processos produtivos especificamente aplicado pelos autores em linhas de montagem para motores automotivos.

Khanbary e Vidyarthi (2009) coletam informações em redes móveis e com o conceito de adaptação percebem como melhor distribuir os recursos de acesso e utilização dos equipamentos. Isso pode ser aplicado à utilização e à disponibilização de matéria-prima que encarece o estoque, associado ao tempo de armazenamento. Ponto importante e de destaque na coordenação dos processos de produção.

Torres *et al* (2009) criam uma metodologia de análise para ambiente de produção agropecuários para auxiliar no processo de tomada de decisão dos produtores a fim de identificarem rapidamente a capacidade produtiva de animais por exemplo. Eles utilizam modelos evolutivos de seleção e, com isso, criaram no método deles uma abordagem mais rápida de classificação para o agronegócio.

Xidonas *et al* (2009) cria uma metodologia com respostas para apoio em decisões financeiras de investimento. As informações são oriundas do desempenho das organizações e do tempo que conseguem equilíbrio financeiro. Com o intuito de auxiliar nas análises para o processo de decisão, Xidonas mostra o impacto das decisões no processo de produção *versus* o desempenho organizacional e o reflexo na bolsa de valores.

Essas contribuições demonstram a aplicação das técnicas evolutivas em problemas de engenharia e serviram de base conceitual para a pesquisa desenvolver o método de análise para a coordenação dos processos de produção. As pesquisas que mostram como resolver problemas de otimização com impacto no equilíbrio da função produção, apesar de raras, bem

formuladas e fundamentadas, apenas análises pontuais específicas. O que os autores têm em comum é o fato de a contribuição deles não extrapolar o planejamento e controle da produção para um conceito tático da coordenação dos processos de produção sob uma vertente de redes colaborativas.

Apêndice B – Base sintética

Em relação à criação de algoritmos caracterizados pelo campo da inteligência artificial, há uma fase *pro forma*, no entanto de extremo valor e necessária, que é a de pré-validação com a geração de dados sintéticos para que as técnicas criadas sejam postas à prova (WAINER, 2007). Há, inclusive, bases de dados padronizadas, como uma espécie de gabaritos universais disponíveis, que permitem avaliar desempenhos computacionais, bem como saídas e resultados previamente esperados e já publicados que classificam o algoritmo.

Não é o escopo da pesquisa avaliar o desempenho computacional do algoritmo DAMICORE mas, sim, colocar a prova o preparo conceitual flexível diante de grandes volumes de dados. No entanto, em pesquisa com a utilização de tecnologias inovadoras, essa fase *pro forma* de avaliar com dados sintéticos, não só auxilia na calibração e na manipulação dos dados como dá crédito à pesquisa pelo cumprimento da etapa.

Assim, a pesquisa simula uma base sintética de grande porte e alcança resultados orientativos que comprovam a robustez do método de análise. A base criada tem embutida, intencionalmente, problemas e oportunidades correlacionados entre as variáveis eleitas e validadas pela pesquisa. Obviamente, o número de variáveis, no caso o rótulo conceitual do banco de dados foi mantido. O acréscimo se deu em número de registros representando o ciclo de vida das redes atingiu a ordem de grandeza de milhão de linhas como sugestão dos especialistas da área. Utilizando os critérios da seção 3.3.5, o comportamento do algoritmo na base sintética se estabeleceu da seguinte forma: pela orientação segmentada, funcional e departamentalizada de se não trabalhar por processo confirmou oitenta e um por cento (81%) das correlações previamente indicadas. Contudo com a inserção do agrupamento conceitual, para o qual o método foi elaborado, vem a confirmação das expectativas e aponta pelo menos quase 6 (média de 5,7) vezes mais correlações além das intencionais. Isso prova que sem o rótulo conceitual, mesmo que intencionalmente, o algoritmo encontrou sentido em 81% das correlações e, com o rótulo, encontrou 6 vezes mais. O Quadro 11 e a Figura 24, a seguir, ilustram o comparativo.

Rede	Método	ações propostas internas isoladas				ações propostas externas isoladas				ações integradas				foco problemas isolados				foco problemas nós processuais			
		Q	K	L		Q	K	L		Q	K	L		Q	K	L		Q	K	L	
RSnt	MTA	196	232	286		272	248	293		142	173	185		308	362	338		176	162	198	
	MEP	139	163	211		192	177	206		567	520	1292		219	254	247		878	1134	990	

Quadro 11 - comparativo do desempenho na base sintética

MTA – Método Tradicional de Análise

MEP – Método Elaborado pela Pesquisa

Figura 24 - Desempenho do método elaborado pela pesquisa na base sintética

Apêndice C – Ilustração da rede analisada

A rede em operação, mapeada após o recorte analítico das vertentes teóricas de redes na seção 3.3.3, por intermédio da Figura 10 é baseada nas técnicas de modelagem do EKD para processos de negócio. A Figura 10 mostra os nós processuais e as respectivas variáveis que os representam, tanto os nós processuais internos pertencentes ao nó principal quanto os nós processuais externos pertencentes aos nós secundários. Esse apêndice ilustra, de forma independente de ferramenta e técnica de modelagem, a interpretação da rede analisada.

A Figura 25 mostra o nó detentor da rede com seus principais grandes quatro nós processuais. O primeiro nó processual (N1Princ_P1-Planejamento) é o responsável pelo planejamento da rede. O segundo nó processual (N2Princ_P2-*Inbound*) abarca as funções de recebimento e de armazenagem de matérias-primas e a distribuição delas para transformação nas células job-shop (LANDESMANN e SCAZZIERI, 1996) e montagem em linhas de produção. O terceiro nó processual (N3Princ_P3-Manufatura) transforma a matéria-prima e monta o produto acabado. O quarto nó processual (N4Princ_P4-*Outbound*) responde pelas funções de armazenagem e faturamento do produto acabado.

A Figura 26 mostra os nós processuais secundários (N5SecProd_P3-Manufatura e N6SecProd_P4-*Outbound*) que correlacionados pela fundamentação conceitual já apresentadas pela pesquisa, são representados por variáveis de características similares às do nó principal. O nó “N5SecProd_P3-Manufatura” possui características representativas das variáveis do “N3Princ_P3-Manufatura” e o nó “N6SecProd_P4-*Outbound*” herdou características do “N4Princ_P4-*Outbound*”.

A Figura 27 ilustra o nó processual cliente (N7SecCli_Pext) do nó principal representado por variáveis internas similares aos processos N1Princ_P1-Planejamento e N4Princ_P4-*Outbound*.

A Figura 28 representa de forma abstrata a compilação da pesquisa. Analogamente, ao observar o *datawarehouse* (DW) do ERP, um microscópio graduado metricamente pelas lentes com fundamentação conceitual da

função produção, da inovação e da coordenação do processo de produção sob a análise das vertentes de redes, modelado, fotografado com técnicas da ferramenta EKD e compilado por inteligência evolutiva, garante a precisão do processo e o credibiliza ao encontrar correlações validadas, o método inovador de análise elaborado pela pesquisa.

A Figura 29 resume todo o processo com a união das Figuras 23, 24, 25 e 26.

Figura 25 – Nó principal

Figura 26 – Nó secundário produtivo

Figura 27 – nó secundário cliente

Figura 28 – compilação da pesquisa

Figura 29 – Resumo da obra