

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – PPGA
CURSO DE MESTRADO**

CASSIANO DANIEL BRIDI

**PROPOSTA DE UM INSTRUMENTO PARA VERIFICAÇÃO DA ADERÊNCIA
ENTRE O FOCO E A PRÁTICA DO PCP: UM ESTUDO NO SEGMENTO
METALMECÂNICO DA SERRA GAÚCHA**

CAXIAS DO SUL

2013

CASSIANO DANIEL BRIDI

**PROPOSTA DE UM INSTRUMENTO PARA VERIFICAÇÃO DA ADERÊNCIA
ENTRE O FOCO E A PRÁTICA DO PCP: UM ESTUDO NO SEGMENTO
METALMECÂNICO DA SERRA GAÚCHA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Carlos Alberto Costa, Ph.D

CAXIAS DO SUL

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
UCS - BICE - Processamento Técnico

- B852p Bridi, Cassiano Daniel
 Proposta de um instrumento para verificação da aderência entre o foco e a prática do PCP: um estudo no segmento metalmeccânico da serra gaúcha / Cassiano Daniel Bridi, 2013.
 126 f. : il. ; 30 cm
- Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2013.
 Orientação: Prof. : Carlos Alberto Costa
1. Controle de produção. 2. Planejamento. 3. Ambiente de trabalho.
 4. Empresas metalúrgicas – Serra gaúcha. I. Título.

CDU : 658.5:005.584.1

Índice para catálogo sistemático:

- | | | |
|----|-------------------------------------|-----------------|
| 1. | Controle de produção | 658.5:005.584.1 |
| 2. | Planejamento | 65.012.2 |
| 3. | Ambiente de trabalho | 331.4 |
| 4. | Empresas metalúrgicas -Serra gaúcha | 669(816.5) |

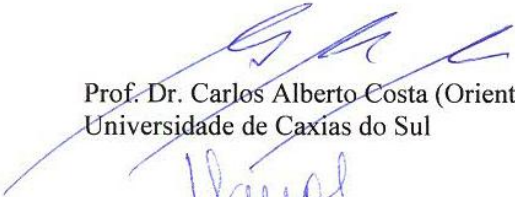
**“Proposta de um Instrumento para verificação da aderência entre o Foco e a Prática do
PCP: um Estudo no Segmento Metal-mecânico da Serra Gaúcha”**

Cassiano Daniel Bridi


Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Administração, Área de Concentração: Administração da Produção.

Caxias do Sul, 06 de setembro de 2013.

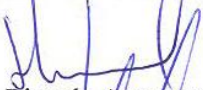
Banca Examinadora:



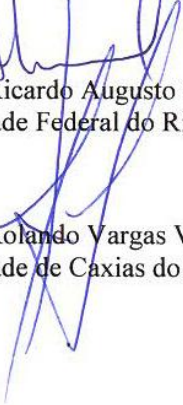
Prof. Dr. Carlos Alberto Costa (Orientador)
Universidade de Caxias do Sul



Prof. Dr. Marcos Alexandre Luciano
Universidade de Caxias do Sul



Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



Prof. Dr. Rolando Vargas Vallejos
Universidade de Caxias do Sul

Dedico este trabalho à minha esposa Liliane e ao meu filho Bernardo, os bens mais preciosos e importantes que um homem poderia ter.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida.

A minha família, Liliane e Bernardo, pelo apoio e compreensão durante o período do mestrado.

A minha mãe Lorete e ao meu irmão, compadre e maior incentivador prof^o Ms. Guilherme Bridi.

Ao prof^o Dr. Carlos Alberto Costa, pelos inúmeros exemplos e ensinamentos transmitidos ao longo desses anos de estudo.

A todos os amigos e colegas que contribuíram de alguma forma para a elaboração deste estudo.

RESUMO

A escolha por uma técnica de Planejamento e Controle da Produção (PCP) alinhada e adequada com o cenário de ambiente de produção de uma empresa é considerado um fator crucial na estratégia da mesma. Tal escolha poderá refletir na forma como a empresa gerencia seus prazos, estoques e consequentemente seus custos. Esta dissertação propõe a validação de um instrumento desenvolvido para avaliação da aderência entre o foco e as práticas de PCP em empresas. Foram considerados dentro do escopo do trabalho seis técnicas de PCP dentro de quatro ambientes de produção: – *Assemble To Order (ATO)*, *Make To Stock (MTS)*, *Engineer To Order (ETO)* e *Make To Order (MTO)*. As técnicas selecionadas foram baseadas no trabalho de Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) sendo três clássicas – *Material Requirements Planning (MRP)*, *Drum Buffer Rope (DBR)* e *Kanban* e três emergentes *Constant Work in Process (CONWIP)*, *Workload Control (WLC)* e *Paired cell Overlapping Loops of Cards with Authorization (POLCA)*. Para o estudo, um instrumento de pesquisa considerando dois diferentes pontos de vista dentro de uma empresa, gestão e operação, foi proposto, com questões pontuadas conforme as relações entre as técnicas e os ambientes de produção. O instrumento de pesquisa foi elaborado com base em parâmetros sensíveis, em maior ou menor grau, a utilização de cada uma das técnicas em cada empresa. Um estudo de caso múltiplo com oito empresas do segmento metalmeccânico alinhadas com os quatro ambientes de produção e localizadas na Serra Gaúcha foi realizado. Foram entrevistados gestores, que estabeleceram o foco do PCP em cada empresa, e especialistas de PCP, que informaram as práticas do ambiente de produção. O uso do instrumento de pesquisa se mostrou adequado, tornando possível captar a essência das atividades de PCP da empresa. Os resultados mostram que algumas técnicas possuem maior compatibilidade com determinados ambientes de produção, enquanto outras ainda merecem um ajuste mais fino.

Palavras-chave: Técnicas de PCP. Ambiente de produção. Aderência foco e prática do PCP.

ABSTRACT

The choice of a technique of Production Planning and Control (PPC) properly aligned with the production environment of a company is seen as a key strategy. This choice may reflect the way the company manages its deadlines, inventories and consequently its costs. This study proposes to validate a tool of research developed for evaluating the adherence between the focus and practice of PPC into enterprises. Six PPC techniques within four production environments were considered within the scope of this study: Assemble To Order (ATO), Make To Stock (MTS), Engineer To Order (ETO) and Make To Order (MTO). These techniques were selected according to the paper of Stevenson, Hendry and Kingsman (2005) with three classic - Material Requirements Planning (MRP), Drum Buffer Rope (DBR) and Kanban along with three emerging techniques Constant Work in Process (CONWIP), Workload Control (WLC) and Paired cell Overlapping Loops of Cards with Authorization (POLCA). For this study, a research instrument considering two different points of view inside the company, management and operational, was proposed, being scored according to the relations between the techniques and production environments. The research instrument was designed composed by different parameters that can be influenced by the use of each technique into a company. A multiple case study with eight companies aligned with the four production environments was performed in the Serra Gaúcha region. Managers were interviewed establishing the focus of the PPC in each company, while PPC experts describes the PPC practices of their production environment. The results show that the research instrument was suitable for its application, making it possible to capture the essence of the PPC activities. Also, it has been identified that some techniques are more easily related to certain production environments, while others demand further researches.

Keywords: PPC Techniques. Production environment. Adherence between focus and practice of PPC.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Foco principal de cada técnica de PCP	45
FIGURA 2 – Relações entre técnicas de PCP, parâmetros e ambientes produção ..	46
FIGURA 3 – Ambientes de produção das empresas da amostra.....	49
FIGURA 4 – Ambiente de pesquisa	51
FIGURA 5 – Estrutura do questionário.....	54
FIGURA 6 – Quadro parcial da divisão e associação das questões	55
FIGURA 7 – Exemplo de pontuações para questões de múltipla escolha	56
FIGURA 8 – Exemplo de pontuações para questões dicotômicas	57
FIGURA 9 – Exemplo de pontuações para questões escala de Likert.....	57
FIGURA 10 – Diferenças de identificação das empresas	59
FIGURA 11 – Análise dos resultados do MRP das oito empresas.....	68
FIGURA 12 – Questões específicas para o MRP.....	69
FIGURA 13 – Horizonte de planejamento utilizado	69
FIGURA 14 – Estrutura de produto	70
FIGURA 15 – Conhecimento do <i>lead time</i> dos produtos.....	70
FIGURA 16 – Utilização do Plano Mestre de Produção	71
FIGURA 17 – Frequência de controle do inventário.....	71
FIGURA 18 – Detalhamento e atualização dos roteiros.....	72
FIGURA 19 – Utilização de mecanismos para controle de materiais em processo...	72
FIGURA 20 – Análise dos resultados da DBR das oito empresas	74
FIGURA 21 – Questões específicas para o DBR	75
FIGURA 22 – Conhecimento dos gargalos	75
FIGURA 23 – Principais gargalos das empresas pesquisadas	75
FIGURA 24 – Conhecimento do <i>lead time</i> dos produtos.....	76
FIGURA 25 – Estrutura de produto	76
FIGURA 26 – Indicadores de eficiência global.....	76
FIGURA 27 – Equilíbrio entre a entrada e a saída dos produtos	77
FIGURA 28 – Análise dos resultados para o <i>Kanban</i> das oito empresas	78
FIGURA 29 – Questões específicas para o <i>Kanban</i>	79
FIGURA 30 – Horizonte de planejamento utilizado	79
FIGURA 31 – Produtos produzidos/comprados nas quantidades determinadas.....	80
FIGURA 32 – Arranjo físico dividido em células comuns	80
FIGURA 33 – Controle de <i>set up</i>	80
FIGURA 34 – Controle de peças não conforme	81

FIGURA 35 – Análise dos resultados do WLC das oito empresas.....	82
FIGURA 36 – Questões específicas para o WLC.....	83
FIGURA 37 – Renegociação de prazos de entrega com os clientes.....	83
FIGURA 38 – Aceitação de pedidos que excedam a capacidade	84
FIGURA 39 – Equilíbrio entre a entrada e a saída dos produtos	84
FIGURA 40 – Utilização de mecanismos para controle de materiais em processo...	84
FIGURA 41 – Arranjo físico dividido em células comuns	85
FIGURA 42 – Análise dos resultados da técnica POLCA das oito empresas	87
FIGURA 43 – Questões específicas para o POLCA	87
FIGURA 44 – Arranjo físico dividido em células comuns	87
FIGURA 45 – Existência de mecanismos de autorização da produção	87
FIGURA 46 – Equilíbrio entre a entrada e a saída dos produtos	88
FIGURA 47 – Consideração das limitações dos recursos.....	88
FIGURA 48 – Análise dos resultados do CONWIP das oito empresas	89
FIGURA 49 – Questões específicas para o CONWIP	90
FIGURA 50 – Equilíbrio entre a entrada e a saída dos produtos	90
FIGURA 51 – Consideração das limitações dos recursos.....	91
FIGURA 52 – Conhecimento do <i>lead time</i> dos produtos.....	91
FIGURA 53 – Arranjo físico dividido em células comuns	91
FIGURA 54 – Utilização de mecanismos para controle de materiais em processo...	92
FIGURA 55 – Valores do questionário consolidados por empresa	93
FIGURA 56 – Foco do PCP da empresa.....	94
FIGURA 57 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 1	94
FIGURA 58 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 2	95
FIGURA 59 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 3.....	96
FIGURA 60 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 4.....	97
FIGURA 61 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 5.....	98
FIGURA 62 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 6.....	99
FIGURA 63 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 7	100
FIGURA 64 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 8.....	101
FIGURA 65 – Resumo aderência entre foco e prática de PCP	102
FIGURA 66 – Amplitude dos resultados por empresa.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APICS	<i>American Production and Inventory Control Society</i>
ATO	<i>Assemble To Order / Montagem Sob Encomenda</i>
BBC	<i>Behaviour-Based Control</i>
BOM	<i>Bill Of Material</i>
BSS	<i>Base-Stock System</i>
BTO	<i>Build To Order / Construir Sob Encomenda</i>
CAP	Controle das Atividades Produtivas
CONWIP	<i>Constant Work in Process</i>
CPM	<i>Critical Path Method</i>
CRP	<i>Capacity Requirements Planning</i>
DBR	<i>Drum Buffer Rope</i>
DEWIP	<i>Decentralised Work in Process</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETO	<i>Engineer To Order / Projeto Sob Encomenda</i>
FIFO	<i>First In, First Out</i>
HL/MRP	<i>High Level Material Requirements Planning</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
LOOR	<i>Load Oriented Order Release</i>
MPS	<i>Master Production Schedule</i>
MRP	<i>Material Requeriments Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
MTO	<i>Make To Order / Produção Sob Encomenda</i>
MTS	<i>Make To Stock / Produção Para Estoque</i>
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PBC	<i>Period Batch Control</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PERT	<i>Programme Evaluation and Review Technique</i>
PIB	Produto Interno Bruto
POLCA	<i>Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization</i>
QRM	<i>Quick Response Manufacturing</i>
RRP	<i>Resource Requirements Planning</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TBC	<i>Two-Boundary Control</i>

TOC	<i>Theory Of Constraints</i>
WIP	<i>Work In Process</i>
WLC	<i>Workload Control</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo Geral	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
1.3	JUSTIFICATIVA	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	INTRODUÇÃO	20
2.2	IMPORTÂNCIA DO PCP	20
2.3	CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	22
2.3.1	Ambiente de produção <i>make to stock</i>	24
2.3.2	Ambiente de produção <i>assemble to order</i>	25
2.3.3	Ambiente de produção <i>make to order</i>	25
2.3.4	Ambiente de produção <i>engineer to order</i>	26
2.4	SISTEMAS PUXADOS, EMPURRADOS E HÍBRIDOS	27
2.5	TÉCNICAS E ABORDAGENS DE PCP	28
2.5.1	MRP	31
2.5.2	DBR	34
2.5.3	Kanban	37
2.5.4	WLC	39
2.5.5	POLCA	41
2.5.6	CONWIP	44
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
3	MÉTODO DE PESQUISA	49
3.1	INTRODUÇÃO	49
3.2	CARACTERÍSTICA DA PESQUISA	49
3.3	DEFINIÇÃO DA AMOSTRA	50
3.4	MODELO DE PESQUISA	51
3.5	ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA	53
3.5.1	Entrevista com os gestores	53
3.5.2	Entrevista com o nível operacional	54
3.6	ORGANIZAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60

4.1	INTRODUÇÃO	60
4.2	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES.....	61
4.2.1	Empresa 1	61
4.2.2	Empresa 2	62
4.2.3	Empresa 3	63
4.2.4	Empresa 4	64
4.2.5	Empresa 5	64
4.2.6	Empresa 6	65
4.2.7	Empresa 7	66
4.2.8	Empresa 8	67
4.3	ANÁLISE INDIVIDUAL DAS TÉCNICAS.....	68
4.3.1	Técnica MRP	68
4.3.2	Técnica DBR	74
4.3.3	Técnica Kanban	78
4.3.4	Técnica WLC	82
4.3.5	Técnica POLCA.....	86
4.3.6	Técnica CONWIP.....	90
4.3.7	Resumo por empresa.....	93
4.4	ADERÊNCIA FOCO DO PCP COM A REALIDADE DA EMPRESA	94
4.4.1	Foco do PCP da empresa	94
4.4.2	Aderência na Empresa 1	95
4.4.3	Aderência na Empresa 2	96
4.4.4	Aderência na Empresa 3	97
4.4.5	Aderência na Empresa 4	98
4.4.6	Aderência na Empresa 5	99
4.4.7	Aderência na Empresa 6	99
4.4.8	Aderência na Empresa 7	100
4.4.9	Aderência na Empresa 8	101
4.4.10	Resumo aderência foco e práticas de PCP	102
4.5	DISCUSSÃO FINAL.....	103
5	CONCLUSÃO.....	106
	REFERÊNCIAS.....	107
	APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM OS GESTORES.....	114
	APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE PESQUISA E PONTUAÇÕES.....	115

APÊNDICE C – ASSOCIAÇÕES DAS QUESTÕES.....	118
APÊNDICE D – PONTUAÇÕES CONSOLIDADAS POR EMPRESA.....	119

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Como sugere Vollmann et al.,(2006), as expectativas e exigências dos clientes tornaram-se mais complexas durante os últimos anos, fato que vem pressionando as empresas a emitirem respostas mais rápidas em aspectos relacionados aos prazos de entrega, manutenção de menores estoques e custos operacionais. A estabilidade da demanda é uma realidade distante, além disso, os ciclos de vida dos produtos tornaram-se cada vez menores, ao passo que a variedade dos mesmos vem aumentando significativamente (JUNQUEIRA, 2003). Desta forma, isso exige que as escolhas quanto às formas de planejar e controlar a produção de uma empresa sejam feitas de acordo com essa conjunção de cenários, tentando assim atender suas demandas e limitações da melhor forma possível.

Em muitas empresas, para Stevenson, Hendry e Kingsman (2005), a escolha de uma abordagem de Planejamento e Controle da Produção (PCP) que seja mais adequada às suas realidades é uma tarefa difícil devido à quantidade de possibilidades existentes. Aliado a isso, o surgimento de *softwares* de integração, que procuram oferecer respostas consideradas como “universais” pode constituir-se num problema, uma vez que as decisões em aspectos do chão de fábrica podem estar baseadas somente em características superficiais, não levando em consideração os reais pontos que estão contidos na essência da empresa e que se constituem, de fato, como o ambiente produtivo nelas verificado (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005).

A complexidade dos sistemas produtivos contemporâneos necessita de técnicas e ferramentas de gerenciamento que possibilite um controle mais detalhado da manufatura e que permita à gestão a adoção de decisões adequadas com relação ao PCP (WIERS; STOOP, 1996).

Além disso, sabe-se que a escolha da atividade de PCP de uma empresa pode ser influenciada por diversos fatores como o ambiente de manufatura, o nível de personalização disponibilizado aos clientes além da demanda pelos produtos (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005). Muitas vezes essas escolhas podem ser feitas com base num formalismo, ou um sistema, mas com o tempo a empresa pode utilizar outra abordagem por entender que traduz melhores resultados.

Desta forma, este trabalho propõe um estudo acerca das abordagens de PCP, enfatizando suas funções bem como seus impactos sobre os objetivos da organização. A proposta deste estudo possui como motivação a seguinte questão: estaria o foco de PCP, que vem sendo adotado pelas empresas atuais, realmente se refletindo nas práticas da área produtiva das mesmas?

Para facilitar essa compreensão, uma revisão da abordagem de PCP torna-se necessária que, de acordo com Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) pode ser categorizada atualmente como pertencente a uma linha clássica ou tradicional ou de uma linha mais emergente ou contemporânea. Isto se faz necessário para aprofundar o conhecimento acerca das atividades de PCP considerando aspectos históricos, formas de operacionalização, pré-requisitos e exigências para implantação bem como algumas considerações julgadas como pertinentes. Por fim, um modelo conceitual de análise, contendo a relação entre características da produção em relação ao foco de PCP será apresentado, com o objetivo de facilitar a categorização das empresas quanto aos sistemas produtivos utilizados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Validar um instrumento desenvolvido para avaliação da aderência entre as abordagens de PCP assumidas como o foco das empresas e a prática de seus sistemas produtivos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Definiu-se os objetivos específicos como sendo:

- a) identificar e caracterizar as abordagens de PCP apresentadas pela literatura atual;
- b) verificar parâmetros de categorização para as abordagens PCP e para os ambientes de produção selecionados, bem como suas relações;
- c) avaliar o foco de PCP em relação às características dos sistemas produtivos das empresas;

- d) elaborar um instrumento para verificação da aderência entre foco e realidade de PCP ;
- e) aplicar o instrumento criado dentro de diferentes ambientes de produção;

1.3 JUSTIFICATIVA

Para Fernandes (2007), apenas a introdução de produtos inovadores pode não ser o bastante para a consolidação dos bons resultados das organizações, sendo que também possui fundamental importância o aprimoramento dos sistemas produtivos, principalmente no sentido de atender às demandas do mercado com relação aos prazos de entrega.

Segundo Wiendahl (1995), a escolha adequada de técnicas para o Planejamento e Controle da Produção (PCP) possui importância estratégica para o sucesso econômico das organizações, pois impactam diretamente em prazos de entrega, material em processo e na utilização dos recursos. Para Tenhiälä (2010), apesar da aparente maturidade que permeia o PCP, pesquisas que envolvam o sucesso na implantação de abordagens mais apropriadas a cada realidade devem ser realizadas. O mesmo Tenhiälä (2010) atesta que a falta de uma visão contingencial no momento da definição das mesmas pode se traduzir em fracassos ou equívocos na introdução do sistema de produção.

Para reforçar essa proposição, de acordo com Robbins (2005) os profissionais, normalmente, se contentam com a solução aceitável ou razoável ao invés de buscarem a alternativa ótima. Reforçando esta ideia, muitas empresas adotam ou simplesmente tomam outras organizações como modelo, buscando reproduzir todas as atitudes das mesmas (DiMAGGIO; POWELL, 1983). Além disso, em muitos casos, a escolha do sistema de PCP está condicionada apenas a uma maior disponibilidade do mesmo no mercado, conforme comentado por Bertrand e Muntslag (1993). Para colaborar com o exposto, Porter et al., (1999) atesta que existe uma limitação quanto do estabelecimento das melhores práticas (*best practices*) e das melhores adaptações aos sistemas de manufatura pois os fatores determinantes dessas escolhas estão baseados em desempenhos históricos positivos das empresas, constituindo-se, assim, numa espécie de “receita”. No entanto, para uma escolha criteriosa e adequada é fundamental o desenvolvimento de um apurado conhecimento interno. Somado a isso, sob o ponto de vista

estratégico, conforme o sugerido por Sun Tzu em A Arte da Guerra (2006) é muito importante que as empresas possuam amplos conhecimentos sobre os seus inimigos, mas também é fundamental que elas adquiram um adequado conhecimento sobre si mesmas.

De acordo com Henrich, Land e Gaalman (2004) o foco de PCP empregado por uma empresa deve estar em consonância com o ambiente de manufatura, pois os elementos essenciais devem ser correspondentes às características do sistema produtivo, podendo estas ser identificadas como a customização e a diversidade dos produtos. Somado a isso, a complexidade da manufatura contemporânea necessita de técnicas de gerenciamento que possibilite um controle mais detalhado da manufatura e que permita à gestão a adoção de decisões adequadas com relação à programação (WIERS; STOOP, 1996).

Além disso, segundo Vollmann et al., (2006) o alinhamento entre as práticas de manufatura, as necessidades do mercado e o foco de PCP torna-se um diferencial que pode proporcionar importantes vantagens competitivas às empresas. Um ponto a ser esclarecido é o que não há mais espaço para decisões embasadas unicamente no conhecimento e nas experiências das pessoas, que, em muitos casos podem não ser as mais adequadas. Outro fator importante que deve ser ressaltado é o que, historicamente, as empresas no intuito da organização de seus sistemas de manufatura, acabavam optando por seguirem a modelos industriais básicos, sendo eles o americano e o japonês (GOUNET, 1999).

Desta forma, em virtude do exposto, uma verificação também se faz necessária com a ideia de identificar se ainda ocorre o posicionamento por um desses modelos ou se os limites entre os mesmos não mais existem. Por isso, a análise aprofundada das características dos sistemas de produção e suas implicações e relações com a abordagem de planejamento e controle da produção, sob a forma de técnicas, encontra sua justificativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica realizada para dar suporte na compreensão dos conceitos pertinentes a este estudo. Desta forma, este referencial pode ser dividido entre os conceitos que servirão de apoio para a compreensão do tema, tais como a importância do PCP, as classificações dos sistemas de produção, os sistemas de produção puxados, empurrados ou híbridos e os conceitos considerados como principais, como a abordagem e das seis técnicas de PCP analisadas nesta dissertação.

2.2 IMPORTÂNCIA DO PCP

Segundo Olhager e Selldin (2007) a forma de planejar e controlar a produção faz parte da estratégia de manufatura da empresa, além de influenciar os objetivos de longo prazo da empresa. De acordo com Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) a atividade de Planejamento e Controle da Produção é fundamental para o atendimento das demandas dos consumidores, num contexto altamente competitivo. A manutenção de um quadro que envolve diversidade de produtos e a consequente busca pelo atendimento às necessidades dos clientes tornou-se vital à sobrevivência das empresas (JUNQUEIRA, 2003). Com a globalização, a competitividade e a busca por diferenciais competitivos como a inovação de produtos é importante, mas também a inovação nos processos produtivos e de gestão também deve ser considerada, pois proporciona uma distinção frente às demais e que pode possibilitar à empresa uma melhor sustentabilidade de seu negócio (FERNANDES, 2007). Bonney (2000) também comenta que o PCP vem sendo desafiado a responder efetivamente dentro deste cenário de mudanças. Laurindo e Mesquita (2000) sugerem que quanto maior a complexidade e a variedade dos produtos, maiores dificuldades incidirão sobre o sistema de produção, pois o controle dos fluxos de materiais torna-se mais oneroso.

A principal função do PCP é planejar e controlar a produção a fim de que a empresa possa ter suas necessidades atendidas, buscando um alinhamento entre a coordenação e a alocação dos recursos no sentido de atender as prioridades

(BONNEY, 2000). Trata-se de um sistema hierárquico, que se utiliza de um processo de planejamento necessário para controlar e gerenciar as funções pelas quais é responsável além de definições sobre quanto e quando produzir ou comprar os recursos necessários (CORRÊA; CORRÊA, 2006).

Fernandes e Santoro (2005) citam que a produção, o planejamento e o controle de produção são fatores importantes para a obtenção dos resultados e diferenciais competitivos das empresas. O modelo de administração da produção utilizado por determinada empresa, traz impactos diretos sobre os critérios competitivos fundamentais, como qualidade, custos, agilidade nas entregas, confiabilidade e flexibilidade (CORRÊA; GIANESI, 1996).

Lummus, Vokurka e Alber (1998) comentam que devido a essas mudanças, as empresas de manufatura necessitaram mudar a forma de gerenciar suas operações. O PCP possui importância estratégica fundamental para o sucesso econômico das indústrias (FERNANDES, 2007). Conforme Heinrich, Land e Gaalman (2004) o método ou técnica do PCP deve estar em consonância com o ambiente de manufatura, pois os elementos essenciais devem ser correspondentes às características do sistema produtivo, onde se pode considerar como exemplo, o alto nível de customização constatado atualmente. No entanto, segundo Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) a escolha e implantação do método de PCP mais apropriado às necessidades de cada empresa é uma tarefa complicada devido ao crescente número de alternativas e a tendência de fabricantes de *software* de controle de produção em sugerir métodos universais, como o SAP ou o TOTVS.

Somado a isso, conforme Jonsson e Mattsson (2003), um método de PCP que funcione perfeitamente em uma determinada empresa, pode não ser o mais adequado à outra, pois depende de fatores como características da manufatura, comportamento da demanda e do produto. Por outro lado, para Artiba e Elmaghraby (1996) as empresas atuais não deveriam utilizar apenas um sistema, mas sim uma combinação entre os mesmos. Para fortalecer o exposto, segundo Olhager e Selldin (2007) essa escolha se constitui como parte fundamental da estratégia de manufatura adotada pela empresa, o que impacta diretamente no alcance de objetivos de longo prazo. Historicamente as abordagens para controle da produção se basearam no sistema taylorista-fordista, com produção em massa e padronização, também conhecidas como o modelo americano, cujo principal objetivo era o de obter os melhores índices de produtividade aos menores custos possíveis e

que perdurou até por volta dos anos 50/60 (WOMACK; JONES, 2004). Após a crise do petróleo em 1973, as técnicas japonesas para controle de produção baseadas do chamado Sistema Toyota de Produção (STP) ganharam força principalmente pela premissa de eliminar quaisquer desperdícios e pelo maior enfoque a aspectos de qualidade (OHNO, 1997).

Para reforçar o exposto, a escolha da abordagem de PCP que seja a mais apropriada para ambientes de produção cada vez mais dinâmicos e customizados se constitui em um desafio (LAGE JÚNIOR; GODINHO FILHO, 2008).

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Conforme Lustosa et al.,(2008), existem algumas maneiras para categorizar os sistemas de produção, com o objetivo de favorecer o entendimento das características de cada um, bem como a relação entre as atividades produtivas. Dentre os tipos de classificação, destacam-se os modelos categorizados por tipo de operação, por fluxo dos processos e por ambiente de produção (LUSTOSA et al., 2008). O conhecimento e a distinção entre os diferentes ambientes de planejamento são fundamentais no momento da elaboração das estratégias de planejamento (OLHAGER; RUDBERG; WIKNER, 2001).

Quanto à classificação por tipo de operação, Lustosa et al., (2008) enumera as seguintes características:

- a) sistema por projeto: contempla um produto único e onde não existe um fluxo contínuo deste produto mas sim uma sequência pré-determinada de atividades que devem ser realizadas e que apresentam baixa ou nenhuma repetitividade;
- b) sistema de manufatura celular: ocorre um agrupamento de máquinas e tarefas que desempenham as mesmas funções, com o objetivo de redução do *lead time* e do *set up* além de simplificar o processo produtivo;
- c) sistema de processo contínuo: apresenta um sequenciamento de operações bem definido, onde as tarefas estão expostas de maneira sequencial. Para tal é necessária a padronização dos produtos, o que torna o sequenciamento das operações bastante eficiente, mas com uma baixa flexibilidade;

- d) sistema repetitivo *flow-shop*: o termo *flow-shop* é utilizado para denominar o tipo de instalação onde todas as atividades realizadas seguem o mesmo fluxo ou mesmo roteiro de fabricação, passando sempre pelas mesmas máquinas e na mesma sequência (FERNANDES; TAHARA, 1996). Além disso, normalmente é encontrado em empresas que apresentam um fluxo linear, com uma diversidade de produtos pequena e com grandes volumes;
- e) sistema intermitente *job-shop*: *job-shop* é o termo empregado para caracterizar um sistema produtivo com uma grande variedade de produtos normalmente em pequenas quantidades. Nesse sistema, um *layout* funcional é determinado, de modo a agrupar as máquinas e tarefas que desempenham funções similares, que assim irão possibilitar roteiros de fabricação diversificados. Para Fernandes (2007) do ponto de vista do controle de atividades de produção, o *job-shop* é percebido como um ambiente produtivo de difícil análise em virtude da complexidade e variabilidade apresentadas, porém esse controle é muito importante para a empresa. De acordo com Davis, Aquilano e Chase (2003) também se pode afirmar que se trata de uma organização onde o *layout* é direcionado para os processos, com fluxo irregular, maior variabilidade e volumes menores de produção.

Com relação aos sistemas por fluxo de processos, Hax e Candea (1984) enumeram a existência de três ambientes, classificados da seguinte forma:

- a) produção em massa: trata-se de produção com larga escala, com fluxos e materiais conhecidos, onde o ritmo da produção é definido pela velocidade da linha. A indústria automotiva e de eletrodomésticos é um exemplo desse tipo de produção;
- b) produção intermitente: pode ser considerado como produção por lotes, de diferentes produtos, com baixo volume e que utilizam os mesmos recursos. Esse tipo de produção deve possuir certa flexibilidade devido à utilização de recursos comuns, além de mão-de-obra com grande qualificação;
- c) produção unitária: semelhante à gerência por projetos, onde são produzidos poucos produtos ao mesmo tempo. Nesse caso, as

atividades e fluxos encontram-se diversificados e variam ao longo do tempo. A produção de aviões e a construção civil são exemplos.

Conforme Lustosa et al., (2008), a classificação por processos teve sua origem embasada no trabalho de Marshall et al., (1975).

Segundo Vollmann et al., (2006) e Lustosa et al., (2008), com relação ao ambiente de produção para atendimento da demanda os sistemas de produção podem ser classificados como:

- a) MTO: *make to order*, ou produção sob encomenda;
- b) MTS: *make to stock* ou produção para estoque;
- c) ATO: *assemble to order* ou montagem sob encomenda;
- d) ETO: *engineer to order* ou projeto sob encomenda.

Em virtude desta classificação estar sendo bastante utilizada pela literatura atual, conforme o verificado nos trabalhos de Vollmann et al., (2006), Van Berkel (2010) e Olhager, Rudberg e Wikner (2001), será abordada com maior ênfase neste trabalho.

De acordo com Paiva, Carvalho Jr. e Fensterseifer (2009), as abordagens MTO e MTS pertencem à literatura clássica no âmbito da administração da produção, no entanto, novas tipologias como a ATO e a ETO foram surgindo conforme as necessidades das empresas e dos clientes (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2007).

2.3.1 Ambiente de produção *make to stock*

A estratégia de *make to stock* (MTS) também conhecida como produção para estoque, é empregada a empresas que mantêm em seus estoques produtos para entrega imediata, minimizando tempos de entrega aos clientes, segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2007). Paiva, Carvalho Jr. e Fensterseifer (2009) exemplificam que o MTS normalmente se trata de um processo de fabricação de produtos padronizados e com altos volumes. A quantidade relativamente estabilizada de produção, que favorece a previsão da demanda confere prioridades competitivas a este ambiente, como precisão das datas de entrega e qualidade, além do preço mais baixo, favorecido pela alta produtividade (HALLGREN; OLHAGER, 2006). A estratégia de produção para estoque também pode ser aplicada quando um único tipo de produto é produzido em grandes volumes a um

cliente específico (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2007). Somado a isso, esta estratégia requer um alto controle do inventário (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2007).

2.3.2 Ambiente de produção *assemble to order*

Um ambiente *assemble to order* (ATO) ou montagem sob encomenda, implica em um sistema em que existem subconjuntos, grandes componentes e materiais diversos que permanecem armazenados até o momento do recebimento do pedido de venda, que contém as especificações de cada cliente (PIRES, 1998). De acordo com Lustosa et al., (2008) nesse sistema existe uma característica importante que é a possibilidade de fabricar pré-conjuntos ou módulos, fato que pode levar à diferenciação, pois proporciona um acréscimo na variabilidade. Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2007), esta abordagem proporciona uma ampla variedade de produtos acabados com uma quantidade de montagens relativamente pequena, o que, juntamente com os pequenos prazos de entrega, se constituem em uma vantagem competitiva. Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2007), o estoque de produtos acabados é evitado em virtude da grande possibilidade de opções o que torna a previsão de demanda imprecisa, o que implica na aplicação do princípio do *postponement*. Este conceito implica em adiar ao máximo possível a configuração final dos produtos, podendo, inclusive, transferir tarefas da manufatura até o canal de distribuição ou mesmo ao consumidor final. (VAN HOEK, 1997).

2.3.3 Ambiente de produção *make to order*

A estratégia *make to order* (MTO), também conhecida como produção sob encomenda, implica na produção sob encomenda, pois a produção se inicia fundamentalmente depois da confirmação formal do pedido que vem do cliente e onde os estoques ficam concentrados no início do processo (LUSTOSA et al., 2008).

Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2007) a estratégia *make to order* é adequada às empresas que atendem as especificações dos clientes e produzem em pequenos lotes, configurando-se, assim, num processo mais complexo em relação à montagem de um produto final com a utilização de componentes padronizados,

como uma linha de montagem de computadores. De acordo com Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) o termo MTO deve ser empregado a produtos que não tem seu ciclo produtivo iniciado antes da confirmação do pedido por parte do comprador. Além disso, o sistema MTO pode significar que produtos com um alto grau de customização são oferecidos ao mercado (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005). Somado a isso, a programação, devido a sua instabilidade mais acentuada em relação a outros ambientes, necessita também apresentar maior flexibilidade e um maior compartilhamento de informações onde é necessário um elevado grau de autonomia (YEN; SHEU, 2004). Além disso, conforme Amaro, Hendry e Kingsman (1999), a complexidade é tamanha que em algumas ocasiões os componentes e materiais somente devem ser adquiridos quando do recebimento de pedidos específicos. A possibilidade de customização dos produtos é mais elevada em relação a ambientes ATO (AMARO; HENDRY; KINGSMAN, 1999). Conforme Pires (1998) como os produtos são projetados seguindo especificações básicas, geralmente os mesmos não são um de cada tipo.

2.3.4 Ambiente de produção *engineer to order*

O conceito de *engineer to order* (ETO) ou projeto sob encomenda, é aplicado a projetos que contam com a participação efetiva do cliente desde o início do processo, fato que ocorre antes que o pedido seja colocado na fábrica (LUSTOSA et al., 2008).

Num ambiente de ETO podem ser encontrados os estágios físicos e não físicos, sendo que entre os não físicos encontram-se as atividades de planejamento e determinação das atividades ao passo que os físicos englobam a manufatura de componentes, a montagem e instalação (BERTRAND; MUNTSLAG, 1993).

O ambiente de *engineer to order* possui algumas características como o alto nível de customização, complexidade, *lead times* longos, baixo volume de produção, roteiros de produção variáveis, dinâmica e flexibilidade e variações no mix e volumes de vendas (VAN BERKEL, 2010). De acordo com Pires (1998), o ambiente ETO pode ser considerado como uma extensão do ambiente MTO, com o projeto de engenharia sendo elaborado visando atender a praticamente todas as demandas dos clientes. Um alto grau de incerteza pode ser considerado como um componente de um ambiente ETO, que pode ser percebido desde a previsão da demanda, as

especificações de produto, os *lead times* e, conseqüentemente, os tempos de manufatura (BERTRAND; MUNTSLAG, 1993; HICKS; BRAIDEN, 2000).

2.4 SISTEMAS PUXADOS, EMPURRADOS E HÍBRIDOS

Conforme Karmarkar (1989), essencialmente, existem três formas de gerenciamento da produção, que são os sistemas puxados, os empurrados e os híbridos, que são puxados e empurrados. Para Gaither e Frazier (2005), um sistema empurrado tem por objetivo o controle e administração dos fluxos dos materiais por meio da manipulação de informações dos fornecedores, clientes e da produção em geral, visando coordenar a produção e o envio dos componentes apenas quando for necessário.

Por sua vez, um sistema puxado possui como características marcantes um maior favorecimento ao controle de inventário bem como das movimentações entre os centros de trabalho, além de ser acionado diretamente pela demanda dos consumidores (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2007).

Slack, Chambers e Johnston (2002) apontam como a principal diferença entre um sistema puxado e um empurrado é que neste último os processos das operações literalmente empurram as atividades ao passo que no primeiro as tarefas somente são executadas no momento necessário. Para Hopp e Spearman (2000) uma diferença básica entre sistemas de produção é que os sistemas puxados controlam o material em processo e verificam a quantidade produzida ao passo que os sistemas empurrados controlam a quantidade produzida e verificam o material em processo. Além disso, em um sistema empurrado, a produção depende da análise do programa ao passo que num sistema puxado a etapa de produção seguinte é analisada, para a determinação do que será necessário, ou seja, nada é enviado a lugar algum até que o momento que ocorrer a solicitação (GAITHER; FRAZIER, 2005).

Conforme comentam Krajewski, Ritzman e Malhotra (2007), a opção por um sistema puxado ou empurrado pode ser considerada como situacional: empresas com processos repetitivos, fluxos bem definidos e que produzem componentes padronizados tendem a utilizar o sistema puxado. Em empresas que apresentam certa estabilidade da demanda e *lead times* de fabricação mais longos o sistema

empurrado tende a ser o mais indicado (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2007).

No entanto, como a utilização de um sistema ou outro de forma individual acabava gerando alguns problemas no gerenciamento da produção, foi pensado um sistema denominado como híbrido (MING-WEI; SHI-LIAN, 1992). Para Corrêa, Gianesi e Caon (2001) um sistema híbrido é composto por elementos de mais de uma lógica e que trabalham de maneira integrada, onde em determinados momentos o mesmo se utiliza dos mecanismos dos sistemas puxados, em outros dos empurrados, conforme a necessidade.

2.5 TÉCNICAS E ABORDAGENS DE PCP

Como esclarecimento inicial, faz-se necessário salientar que, em virtude deste trabalho não ter por objetivo a ampliação da discussão sobre as diferentes nomenclaturas que permeiam as abordagens de PCP constatadas na literatura, a denominação que será utilizada no decorrer deste considerará *Kanban*, *Material Requirements Planning* (MRP) e os demais que serão apresentados como técnicas de PCP, posição suportada pelo trabalho de Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) e de Vollmann, Berry e Whybark (1997).

Conforme Zilbovicious (1999) existem diversas formas de abordagem de planejamento e controle da produção que vem sendo utilizadas pelas organizações. No entanto percebe-se que, perante a literatura abordada neste trabalho, ainda não existe um consenso com relação à classificação das abordagens de PCP. Como exemplo, Corrêa e Gianesi (1996) caracterizam *Kanban* e MRP como sendo sistemas de administração da produção, visão que é compartilhada por Bertrand e Muntslag (1993). Por sua vez, Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) conceituam *Kanban*, MRP e *Drum-Buffer-Rope* (DBR) como sendo técnicas de PCP, dentro de uma abordagem clássica, ao passo que *Workload Control* (WLC), *Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization* (POLCA) e *Constant Work in Process* (CONWIP) são consideradas como técnicas dentro de uma abordagem mais emergente. Esta classificação também é apresentada por Vollmann, Berry e Whybark (1997), onde o MRP, por exemplo, é percebido como uma técnica de planejamento básica da manufatura.

Gaither e Frazier (2005) ao fazerem referência a DBR também não chegam a um consenso, conforme observado na leitura do seguinte fragmento encontrado na página 261 “[...] que se refere a essa abordagem ou filosofia [...]”.

Para reforçar a ideia, Slack, Chambers e Johnston (2002) conceituam a filosofia utilizando como exemplo o *Lean Manufacturing*, que possui preceitos macro como a eliminação dos desperdícios e a melhoria contínua e que necessita de um conjunto de técnicas e ferramentas para poder viabilizar esses objetivos.

Além disso, conforme Vollmann, Berry e Whybark (1997) é fundamental que ocorra um alinhamento entre os objetivos de PCP determinados com o que realmente é realizado na prática das empresas, pois com base nesse resultado poderá ser influenciada a elaboração da estratégia de produção, que impactará na obtenção das metas estipuladas.

Desta forma, torna-se importante ponderar que o escopo deste estudo ficará restrito às técnicas MRP, *Kanban*, DBR, CONWIP, WLC e POLCA, que encontra respaldo nos trabalhos de Stevenson, Hendry e Kingsman (2005), Fernandes (2007) e Van BERKEL (2010).

Para contribuir com o exposto, Graves, Konopka e Milne (1995) comentam que, além das técnicas de PCP mencionadas anteriormente, algumas outras como *Programme Evaluation and Review Technique* (PERT), *Critical Path Method* (CPM), *Capacity Requirements Planning* (CRP) e *Two-Boundary Control* (TBC) foram desenvolvidas, sempre visando ao atendimento e controle das atividades da produção. Fernandes e Godinho Filho (2011) propuseram um modelo de classificação de técnicas categorizando-as da seguinte forma:

- a) foco na entrada e controle dos pedidos, como o PERT e o CPM;
- b) foco no controle do estoque, como o TBC, e o *Behaviour-Based Control* (BBC);
- c) foco em fluxo e sequenciamento: onde se destacam o *Period Batch Control* (PBC) e o *Base-Stock System* (BSS);
- d) foco em estoque e fluxo (híbrido), onde se sobressaem o *Decentralised Work in Process* (DEWIP) e o *Load Oriented Order Release* (LOOR).

Além disso, Zäpfel e Missbauer (1993) também citam a CRP (*Capacity Requirements Planning*) e o RRP (*Resource Requirements Planning*) que podem ser consideradas como extensões do MRP.

As técnicas de PCP, MRP, *Kanban* e DBR possuem um maior embasamento na literatura vigente acerca do Planejamento e Controle da Produção, podendo, desta forma, serem consideradas como dominantes na maioria das empresas de manufatura (VOLLMANN; BERRY; WHYBARK, 1997; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Segundo Porter et al., (1999), essas técnicas podem ser consideradas como clássicas em virtude de sua ampla utilização durante as últimas décadas. Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) sugerem a utilização do termo Abordagem Clássica de PCP. Somado a isso, nos anos 90, essas técnicas foram consideradas como formas básicas de gestão da produção (ARTIBA; ELMAGHRABY, 1996).

Em contrapartida, as técnicas CONWIP, POLCA e WLC são consideradas como a Abordagem Emergente de PCP (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005). As características atuais do mercado, que podem ser identificadas pela ampla variedade de produtos, além da capacidade de adaptação do ambiente produtivo, que implica na habilidade em controlar uma produção não repetitiva e com alto grau de customização reforçam o caráter emergente acerca dessas três técnicas (MELCHERT; FRANCISCHINI, 2005).

Importante ressaltar que este trabalho aborda as técnicas clássicas e emergentes baseado, principalmente, no estudo desenvolvido por Stevenson, Hendry e Kingsman (2005). Nas próximas seções, essas técnicas serão apresentadas de acordo com as seguintes perspectivas:

- a) conceito: aborda aspectos históricos de cada técnica, além de características importantes;
- b) pré-requisitos: engloba os recursos e fatores que, de acordo com a literatura pesquisada, são fundamentais para a implantação bem sucedida da técnica;
- c) *modus operandi*: trata-se da forma de funcionamento de cada técnica;
- d) benefícios: são as principais vantagens obtidas pela introdução;
- e) considerações: são abordadas observações bem como resultados de experiências comentadas pela revisão bibliográfica.

2.5.1 MRP

2.5.1.1 Conceito

O conceito de *Material Requirements Planning* (MRP) pode ser traduzido como o planejamento das necessidades de materiais (MARTINS; LAUGENI, 2005). Seu surgimento ocorreu da necessidade de planejar o atendimento da demanda dependente, que é oriunda da demanda independente, decorrente basicamente das necessidades de produtos acabados entregues aos consumidores (MARTINS; LAUGENI, 2005). Slack, Chambers e Johnston (2002) definem o MRP como a forma de auxiliar as empresas a planejarem e controlarem suas necessidades de recursos utilizando sistemas de informações computadorizados para controle dos materiais. Conforme Vollmann, Berry e Whybark (1997) trata-se de uma técnica de PCP básica e que tem o objetivo de prover a peça certa na hora certa.

O surgimento do MRP remete ao ano de 1966, no qual Orlicky, Wight e Plossl se encontraram na conferência da *American Production and Inventory Control Society* (APICS) e descobriram que estavam trabalhando em sistemas computadorizados de controle da produção em empresas diferentes, mas com uma lógica semelhante, por isso Joe Orlicky pode ser considerado como o pai do MRP moderno (VOLLMANN; BERRY; WHYBARK, 1997).

A APICS (1992) conceitua o MRP como um conjunto de técnicas que considera informações da *Bill of Material* (BOM), dos estoques existentes e do Planejamento Mestre da Produção (MPS) para calcular as necessidades de materiais, que serão fabricados ou comprados. Como trabalha por períodos, o mesmo indica possíveis necessidades de reprogramação de ordens cujas datas informadas anteriormente não foram cumpridas (VOLLMANN; BERRY; WHYBARK, 1997).

Conforme Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) o MRP pode ser considerado como um sistema legado, mas ainda muito importante para a abordagem de PCP. Para Bonney (2000) o MRP ainda é um dos sistemas de controle de produção mais utilizados pelas empresas, sendo que seus procedimentos vêm passando por desenvolvimentos e ampliações nos últimos 20 anos, dando origem ao *Manufacturing Resource Planning* (MRP II) e ao *Enterprise Resource Planning* (ERP), entre outros.

2.5.1.2 Pré-requisitos

Segundo Vollmann, Berry e Whybark (1997), o MRP necessita de duas entradas básicas: a primeira é a existência de uma lista de materiais ou estrutura de produto, também conhecida por BOM ou lista de materiais, para cada componente que compõe cada conjunto, a segunda é o *status* do inventário, que deve ser constantemente (diário ou semanal) atualizado, para que o cálculo da quantidade a ser fabricada ou comprada esteja correto.

Bonney (2000) também comenta que apesar das evoluções ocorridas ao longo dos anos, a abordagem do MRP ainda vem recebendo críticas em parte devido a sua natureza centralizada que necessita manusear uma grande quantidade de dados além da necessidade de manter os registros de estoques com alto grau de precisão.

2.5.1.3 Modus operandi

Primeiramente, baseado na lista de materiais de cada componente é efetuado, via sistema computadorizado um cálculo das necessidades líquidas de matérias a serem compradas ou manufaturadas (ORLICKY, 1975). Após, de acordo com Vollmann, Berry e Whybark (1997), ocorre um agrupamento para formar os lotes. Em seguida, baseado nos tempos contidos nos roteiros de fabricação e no tamanho dos lotes, é realizado um cálculo regressivo do tempo de forma a estipular as datas de liberação do início da produção (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Com isso, são gerados os requisitos brutos, por meio do processo denominado explosão do MRP, que fará a conversão dos materiais em necessidades e que segue em escala descendente até o nível seguinte, e que ocorrerão até que todos os níveis tenham sido processados (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2007). Como resultado, o MRP disponibiliza relatórios de ordens de compra e fabricação de componentes além de planos de materiais (VOLLMANN et al., 2006). Hopp e Spearman (2000) comentam que o MRP tem por objetivo o atendimento de uma demanda independente, que representa o produto final adquirido pelo comprador, bem como visa atender a demanda dependente, na

qual estão contidos os componentes necessários para atender a demanda independente.

2.5.1.4 Benefícios

De acordo com Orlicky (1975), Vollmann, Berry e Whybark (1997) e Martins e Laugeni (2005) os principais benefícios gerados pela utilização do MRP podem ser assim considerados:

- a) custos precisos: pois por meio do controle mais rígido e do conhecimento detalhado de cada componente, o cálculo de custos é favorecido;
- b) redução de sistemas informais: devido a todas as informações estarem concentradas num sistema computadorizado e de fácil acesso a todos;
- c) instrumento de planejamento: pois emite informações que impactarão em contratações ou demissões, aquisição de equipamentos, entre outros;
- d) simulação: favorece a tomada de decisões gerenciais, por meio da simulação de cenários onde os efeitos poderão ser analisados;
- e) coordenação das atividades operacionais.

2.5.1.5 Considerações

De acordo com Suri (1998), o MRP não se comporta adequadamente em ambientes de manufatura que contém alta variedade de produtos. Para reforçar o proposto, Bertrand e Muntslag (1993) atestam que muitas empresas que utilizam o sistema de ETO não obtiveram sucesso na sua implantação. Somado a isso, como se trata de um sistema empurrado, a produção é sequenciada em linha sem levar em consideração se o setor seguinte terá condições de manuseá-la (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Para Corrêa e Corrêa (2006) o MRP desconsidera limitações na capacidade, o que necessita de constantes ajustes para evitar a ociosidade bem como a saturação dos recursos. Além disso, as necessidades geradas pelo MRP podem ocasionar em *lead times* mais longos e aumentar o *Work in Process* (WIP) consideravelmente (SURI, 1998). Para Browne, Harhen e Shivnan (1988) o MRP possui uma visão que não se utiliza das previsões de demanda,

principalmente das de longo prazo e está diretamente vinculado ao estabelecimento de prioridades, pois possui foco nas ordens e assim determinar o que necessita ser produzido e não o que poderia ser produzido, além de não considerar os tempos de espera, o que prejudica o estabelecimento do tempo real, impactando conseqüentemente nos prazos de entrega, tão importantes atualmente.

No entanto, conforme Vollmann et al., (2006) a implantação do MRP é essencial para empresas que necessitam coordenar entregas com uma ampla gama de outras atividades e por isso ele ainda continua sendo amplamente empregado apesar do manuseio de tantos dados impedirem a capacidade de emitir respostas rápidas. Somado a isso, Bertrand e Muntslag (1993) atestam que a utilização desta técnica é proporcional a sua maior disponibilidade em relação às demais. Além disso, a capacidade é considerada infinita devido ao fato de a mesma ser regressiva, pois utiliza como ponto de partida a data na qual o pedido deverá ser entregue, desconsiderando a real capacidade dos recursos (FRANKS, 1995). O MRP calcula as necessidades de materiais, porém não realiza o sequenciamento da produção, fato que poderá inviabilizar o planejamento (FRANKS, 1995).

2.5.2 DBR

2.5.2.1 Conceito

Segundo Goldratt (1990) a técnica *Drum-Buffer-Rope* (DBR) também conhecida por Tambor-Pulmão-Corda é derivada da *Theory of Constraints* (TOC) ou Teoria das Restrições sendo orientada para o conceito de administração de gargalos. Também se trata de uma abordagem sistemática de gerenciamento dos recursos, que está focada em gerenciar da melhor maneira possível esses gargalos que impedem que a empresa atinja os objetivos e metas estipuladas (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2007). Além disso, é uma técnica que é derivada do *software Optimized Production Technology* (OPT) (GOLDRATT, 1990). Importante ressaltar que os principais conceitos que constituem a OPT foram disseminados pelo livro *A Meta* (JUNQUEIRA, 2003). Conforme Gaither e Frazier (2005) a DBR encontra uma boa aplicabilidade em ambientes com variedade e possibilidade de customização moderada, atuando de forma promover uma combinação do *mix* de produção e da localização dos gargalos.

2.5.2.2 Pré-requisitos

Para Vollmann et al., (2006) e Krajewski, Ritzman e Malhotra (2007) existem sete princípios-chave necessários para a implantação da DBR bem como da OPT e que precisam estar claros:

- a) o foco deve ser o balanceamento do fluxo e não da capacidade;
- b) maximizar a eficiência de cada recurso não irá maximizar a eficiência de todo o sistema;
- c) as horas perdidas em um gargalo ou restrição são perdidas em todo o sistema ao passo que uma hora economizada em um recurso não gargalo não representa nada;
- d) é necessário manter um estoque somente à frente do gargalo, para prevenção, sendo que nos demais locais devem ser evitados;
- e) o trabalho, incluindo materiais, informação e documentos somente podem ser lançados conforme a necessidade do gargalo que deverá ter um fluxo igual à demanda do mercado;
- f) melhorar a eficiência de recursos não gargalo não implica em uma melhora do sistema;
- g) os investimentos de capital devem ser considerados sob uma perspectiva de impacto global, contemplando o todo.

Também são necessários alguns fatores heurísticos tais como a quantidade de centros de trabalho, o nível de detalhamento dos roteiros de produção, necessidade de controle de WIP, quantidade de recursos com restrição, tamanho e complexidade da BOM além da utilização de um *software* apropriado (VOLLMANN et al., 2006).

2.5.2.3 Modus operandi

Conforme o proposto por Goldratt (1990), a premissa básica da DBR consiste na utilização total do recurso considerado como gargalo, que irá determinar a velocidade do sistema. Dessa forma, Goldratt (1990) conceitua gargalo como todo o recurso que apresenta uma capacidade igual ou inferior à demanda nele alocada, limitando a capacidade da fábrica, ou seja, é quem deve dar a batida da produção, sendo, dessa forma reconhecido como tambor. O pulmão pode ser de três tipos:

tempo, montagem e mercado e deve ser protegido frente a possíveis problemas como quebras de máquinas e faltas de matérias-primas que possam ocorrer (GOLDRATT, 1990). O terceiro elemento da DBR é a corda, que segundo Goldratt (1990) possui a função de autorização de materiais para o tambor bem como para o pulmão, limitando as mesmas para que não ocorram excessos de inventário.

Goldratt (1990) lembra que se trata de um processo cíclico, que deve ser repetido de modo a identificar e gerenciar novas restrições.

2.5.2.4 Benefícios

Para Gaither e Frazier (2005) a melhoria contínua do desempenho produtivo do sistema pode ser considerada com uma característica marcante da DBR, visão que é compartilhada por Vollmann, Berry e Whybark (1997). A utilização da DBR também pode proporcionar a superação dos limites dos gargalos, e o consequente aumento da produtividade (GOLDRATT, 1990).

2.5.2.5 Considerações

A técnica DBR apresenta bons resultados quando aplicada em empresas que produzem produtos com customização moderada, onde foi verificado um melhor desempenho na entrega além da redução dos *lead times* (WAHLERS; COX, 1994). No entanto, uma posição estacionária de gargalo em um ambiente MTS, por exemplo, tende a ser mais adequado à utilização da técnica ao passo que em ambientes ETO a implantação da DBR tende a apresentar maior dificuldade (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005).

Além disso, um bom desempenho da DBR depende de fatores como a disponibilidade de recursos e centros de trabalho, da complexidade da estrutura do produto, da quantidade de recursos com restrição de capacidade e do detalhamento dos roteiros de produção (VOLLMANN; BERRY; WHYBARK, 1997). Para Spearman (1997) a implantação da técnica DBR pode apresentar dificuldades em virtude da complexidade do *software*, pois o mesmo utiliza uma lógica de programação que normalmente não é conhecida pelo usuário.

2.5.3 Kanban

2.5.3.1 Conceito

O *Kanban* é um sistema de produção puxado, baseado em cartões, que tem por objetivo a redução do inventário e dos tempos de fluxo (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005).

O *Kanban*, que em japonês significa “cartão” ou “registro visível”, foi desenvolvido pela Toyota, dentro dos conceitos do *Just in time* (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2007). Para um bom desenvolvimento do *Kanban*, é muito importante a existência de um fluxo de produção contínuo ou em grandes lotes, com a quantidade de componentes limitada e baixa variabilidade da demanda, o que o torna mais adequado a empresas com produção seriada (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005).

2.5.3.2 Pré-requisitos

Para um funcionamento adequado do *Kanban*, algumas premissas devem ser atendidas, que, de acordo com Ohno (1997) são as seguintes:

- a) nenhum componente pode ser produzido ou transportado sem acionar o cartão;
- b) as peças não conforme não podem ser enviadas ao processo subsequente;
- c) as quantidades indicadas no cartão devem ser respeitadas;
- d) a operação seguinte deve absorver a quantidade de componentes demonstradas pelo cartão *Kanban* da operação anterior;
- e) o número de cartões *Kanban* deve ser adequado, evitando excessos, para facilitar sua manutenção.

2.5.3.3 Modus operandi

Normalmente a implantação ocorre por meio de dois tipos de cartão: o de produção, que determina a quantidade a ser produzida e o de movimentação, que determina a quantidade que o posto atual deverá retirar do posto anterior (OHNO,

1997). De acordo com Gaither e Frazier (2005) o funcionamento do *Kanban* depende de ações dos operadores do chão de fábrica, na seguinte sequência:

- a) localizar os cartões de transferência dos recipientes vazios, o que permitirá substituição por um cheio;
- b) localizar o recipiente cheio e colocar o cartão no mesmo;
- c) após o operador retirar o cartão de produção do recipiente cheio e o coloca num local adequado, acionando-o para que sejam produzidos novos componentes;
- d) por último o recipiente cheio é levado para o setor que o está solicitando.

Além disso, de acordo com Junqueira (2003), a responsabilidade pela cobrança bem como pela busca dos materiais nos locais fornecedores é dos centros produtivos, sendo que a área de montagem final é a responsável pelo início dos processos.

2.5.3.4 Benefícios

Conforme Gaither e Frazier (2005) podem ser considerados como benefícios decorrentes da implantação do *Kanban* a melhora da qualidade do produto, a estabilidade dos programas de produção, o aumento da capacidade e da eficiência dos centros de trabalho. Além disso, a utilização desta técnica proporciona controles rígidos, tanto dos materiais quanto do sequenciamento produtivo por meio do *takt time* (WOMACK; JONES, 2004)

2.5.3.5 Considerações

Para uma implantação efetiva de um sistema *Kanban* tradicional, é necessária que exista uma demanda praticamente constante, onde a variabilidade é baixa, assim como a variação de produtos, de acordo com Monden (1981). Esse sistema de produção essencialmente constante e repetitivo é o ambiente mais propício para a utilização do *Kanban* (HALL, 1981).

Além disso, *Kanban* necessita da manutenção de certa quantidade de estoque entre cada operação, fato que, pode se transformar em grandes quantidades de estoque se no ambiente de manufatura forem produzidos uma grande variedade de produtos e em larga escala, o que dificulta a implantação do

mesmo nesses ambientes, pois quando uma caixa ou recipiente estiver vazio, pela regra, ela deverá ser substituída imediatamente (SURI; KRISHNAMURTHY, 2003; CORRÊA; GIANESI, 1996). Suri e Krishnamurthy (2003) reforçam esta idéia atestando que o *Kanban* pode ser considerado como uma ferramenta de replanejamento, que precisa manter um inventário mínimo de cada produto o que pode se constituir em um problema para empresas com alto grau de customização, que não podem manter estoques de componentes que não sabem quando irão utilizar. Somado a isso, as empresas que atuam com uma grande variedade de produtos aliada a uma demanda variável se constituem em ambientes não adequados à implantação do sistema *Kanban*, uma vez que essa combinação aumentará o WIP (SURI; KRISHNAMURTHY, 2003).

Por sua vez, Gaither e Frazier (2005) atestam que a complexidade verificada nos ambientes *job-shops* poderá ser um grande obstáculo à implantação do *Kanban*. Para Suri (1998) dependendo do ambiente de manufatura é importante considerar uma possível combinação do *Kanban* com outra técnica, como o MRP, por exemplo.

2.5.4 WLC

2.5.4.1 Conceito

De acordo com Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) o *Workload Control* (WLC) é uma técnica de PCP adequada a empresas que produzem sob encomenda (MTO e ETO). Também, segundo Land e Gaalman (1996) pode ser considerado como um método efetivo para reduzir o trabalho em processo e controlar a capacidade produtiva. Haskose, Kingsman e Worthington (2002) complementam que esse conceito originalmente foi concebido para ambientes *job-shops*, com o intuito de controlar as filas de espera na fábrica, buscando atender as datas de entregas com base nos recursos fabris disponíveis.

Segundo o verificado por meio de Bertrand e Wortmann (1981), Bechte (1988) e Wiendahl, Glässner e Petermann (1992) os estudos sobre o WLC iniciaram por volta do início dos anos 80, sendo endossado por outros autores nos anos 90. Contudo, apesar dessas pesquisas nas últimas décadas, Gaalman e Perona (2002) e Stevenson (2006) atestam que pesquisas empíricas relacionadas ao WLC são relativamente escassas, constituindo, assim, um desafio para os pesquisadores.

Conforme Fernandes (2007), o pleno funcionamento do WLC está baseado na relação entre a carga e o tempo.

2.5.4.2 Pré-requisitos

De acordo com Van Berkel (2010), o método WLC necessita estar incluído no planejamento da demanda num horizonte de planejamento de médio e longo prazo, além do controle de carga precisa estar no nível da entrada do pedido. Além disso, conforme comenta Chase, Jacobs e Aquilano (2006), a aceitação da carga de trabalho não pode superar a capacidade de saída sob pena do surgimento de atrasos e acúmulo de trabalho nos postos, prejudicando todo o processo.

2.5.4.3 Modus operandi

Conforme Kingsman (2000), o WLC proporciona uma análise ao controle do lançamento de cargas por meio de normas que limitam o *Work In Process* no sistema ou em determinados pontos do mesmo como centros de trabalho e células por meio de um mecanismo de Controle das Atividades Produtivas (CAP), que é o responsável pela determinação do momento onde cada tarefa será executada na fábrica.

De acordo com Hendry e Kingsman (1991) e Stevenson e Hendry (2006), é necessária um controle hierárquico do controle de carga, buscando respeitar algumas regras de sequenciamento, que estão baseadas em três níveis decisórios que são a entrada de carga no sistema, o lançamento da mesma na fábrica e o controle da mesma nas filas de espera. Além disso, a forma de controle para cada um dos níveis consiste no acompanhamento de entradas e saídas (*inputs-outputs*), sendo que a primeira regula o lançamento de carga no sistema além da seleção das filas de espera e o segundo controla a capacidade produtiva por meio de constantes ajustes (FERNANDES, 2007). Esta forma de controle de entradas e saídas foi denominada por Plossl (1985) como o modelo do funil.

Conforme Kingsman (2000) o funcionamento do WLC, está condicionado a algumas etapas que precisam ser seguidas, sendo elas:

- a) estágio de consulta ao cliente: momento onde ocorre a verificação dos prazos de entrega desejados por meio de uma programação regressiva

ou seja, em que momento deve-se iniciar a produção do pedido para alcançar a data desejada;

- b) estágio da entrada de pedidos;
- c) estágio de liberação dos pedidos;
- d) gerenciamento da capacidade.

2.5.4.4 Benefícios

De acordo com Bertrand e Van Ooijen (2002) a abordagem do WLC busca estabilizar o desempenho da área fabril, buscando torná-la independente de possíveis variações nas entradas dos pedidos. Somado a isso, o controle e balanceamento do WIP viabilizado pelo WLC no nível de chão de fábrica, disponibiliza uma utilização adequada dos recursos, proporcionando um melhor aproveitamento da capacidade produtiva, o que elimina desperdícios de tempo. (FERNANDES, 2007).

2.5.4.5 Considerações

A principal premissa lógica do WLC é a de que ao se manter as filas de espera pequenas e constantemente sob controle, os tempos de espera e os tempos de processamento (*lead time*) também estarão controlados, o que proporcionará subsídios para o estabelecimento de datas de entrega confiáveis e o decorrente atendimento das mesmas (FERNANDES, 2007).

As condições de diversidade e flexibilidade que podem ser verificadas nos ambientes de produção sob encomenda dificultam a utilização de estratégias de planejamento vinculadas à filosofia de JIT, justificando a importância do WLC (KINGSMAN; HENDRY, 2002).

2.5.5 POLCA

2.5.5.1 Conceito

Em ambientes com constantes mudanças, onde existe uma grande variedade de possibilidades de produtos customizados, os conceitos de um *Kanban* puxado não estão mais atendendo as necessidades das empresas (SURI, 1998).

Com base nisso, Suri desenvolveu a técnica POLCA, apresentado em seu livro *Quick Response Manufacturing* (QRM) (FERNANDES, 2007; VAN BERKEL, 2010). Segundo Suri e Krishnamurthy (2003), a técnica POLCA se trata de um mecanismo de controle de materiais híbrido, ou seja, puxado e empurrado, que combina o sistema de cartões puxados do *Kanban*, com o sistema empurrado do MRP. Colaborando com essa visão, Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) complementam que a utilização da referida técnica proporciona a redução do *lead time* de produção.

Para Suri e Krishnamurthy (2003), apesar de apresentar características semelhantes ao *Kanban*, existem algumas diferenças como a movimentação dos cartões, que na referida técnica ocorre dentro das estações de trabalho e no sistema POLCA essa movimentação acontece entre as estações.

2.5.5.2 Pré-requisitos

Segundo Fernandes (2007) o POLCA necessita que cada centro de trabalho emita uma lista de ordens de produção que contenham as datas planejadas de liberação associada. Somado a isso, Suri (1998) completa que para um bom funcionamento da técnica, é necessário que o *layout* da empresa esteja organizado em células com tarefas semelhantes e que contemplem um conjunto de processos. Além disso, o mecanismo POLCA é implantado com um sistema de cartões que devem ser atribuídos a células, sendo que os mesmos são considerados como genéricos, não sendo específicos de uma determinada tarefa (SURI; KRISHNAMURTHY, 2003).

2.5.5.3 Modus operandi

Um ponto importante salientado por Suri e Krishnamurthy (2003) é o de que o *High Level Materials Requirement Planning* (HL/MRP), normalmente, é o responsável pela geração dessas autorizações. Todavia, o sistema POLCA possui a peculiaridade de ser iniciado mediante a existência de cartões para autorização, ao contrário do MRP que determina que a produção deva ser iniciada de acordo com as datas informadas no sistema (FERNANDES, 2007).

Suri e Krishnamurthy (2003) estabeleceram alguns passos para a introdução da técnica, como segue:

- a) fazer uma pré-avaliação: onde serão checadas as células envolvidas, o *layout* celular além da determinação de metas e objetivos;
- b) desenhar o sistema: momento de identificar os circuitos por onde os cartões passarão, determinar as autorizações de liberação, determinar a quantidade de trabalho a ser regulada pelos cartões, desenhar o cartão POLCA e computar o número de cartões POLCA;
- c) realizar o lançamento dos cartões;
- d) realizar o acompanhamento e *follow up*.

Além disso, os cartões devem ser agrupados em pares, onde um cartão contendo as tarefas encontra-se num lado ao passo que em outro cartão há o retorno da informação (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005).

2.5.5.4 *Benefícios*

Para Stevenson, Hendry e Kingsman (2005), além da redução dos *lead times* de produção, o sistema POLCA proporciona maior assertividade em relação as datas de entrega, colaborando, também, para a redução de retrabalho e desperdício. Para Fernandes (2007) como o objetivo da técnica POLCA é o de controlar o fluxo das ordens de produção ao longo da fábrica, acontecerá o sequenciamento na autorização da liberação dos chamados cartões POLCA, fato que acarretará em uma consequente melhora da organização da área de manufatura. Em empresas com produtos altamente customizados, a simplicidade e eficiência da técnica POLCA se constitui numa maneira de gerenciar melhor os recursos, identificando oportunidades para o melhoramento contínuo e aprimorando os índices de eficiência (SURI; KRISHNAMURTHY, 2003).

2.5.5.5 *Considerações*

De acordo com Suri (1998), trata-se de um sistema de controle da produção indicado para ambientes que utilizam o sistema ETO. Somado a isso, a técnica POLCA também encontra aplicabilidade em empresas que tendem a oferecer produtos customizados, com lotes menores bem como também se torna apropriado a empresas que pouco personalizam seus produtos, mas apresentam um *portfólio* variado de mercadorias que não devem ou não podem ficar estocadas (SURI, 1998).

O sistema POLCA ainda pode ser considerado como incipiente, principalmente em relação a sua aplicabilidade, necessitando de maiores estudos (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005).

2.5.6 CONWIP

2.5.6.1 Conceito

Conforme Spearman, Hoodroff e Hopp (1990), o *Constant Work in Process* (CONWIP) se trata de um sistema hierárquico de planejamento e controle de produção, constituindo-se numa espécie de *Kanban* generalizado. De acordo com Spearman, Hoodroff e Hopp (1990), seria o mais adequado para garantir uma produção puxada com uma alta variabilidade de produtos e grande flexibilidade, pois se trata também de um sistema de produção puxado. Para Fernandes (2007), o conceito do CONWIP está baseado no controle de entradas e saídas proposto por Wight (1970), mas com o objetivo principal de controlar o *Work In Process* (WIP) e não a produtividade. Trata-se, também, de um método para limitar a quantidade de trabalho, pois o lançamento de novas ordens à fábrica somente é autorizado após a conclusão de atividades anteriores bem como pelo consumo de produtos acabados (FERNANDES, 2007). Outro ponto a ser esclarecido é o que a quantidade de produtos que permanecem em produção na fábrica é sempre constante (HOPP; SPEARMAN, 2000). Além disso, pode ser considerado como um sistema de PCP híbrido (SPEARMAN; HOODROFF; HOPP, 1990). Em outras palavras, uma linha de CONWIP seria o equivalente a uma única célula que utiliza *Kanban* incorporando todas as fases da manufatura (SPEARMAN; HOODROFF; HOPP, 1990).

2.5.6.2 Pré-requisitos

De acordo com Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) o CONWIP necessita que aconteça certa padronização de produtos principalmente se o número de cartões deve regular o nível de WIP então a carga de trabalho contida em cada cartão deverá ser semelhante. Além disso, de acordo com Bonvik, Couch e Gershwin (1997) o CONWIP deve ser implantado por meio de um único cartão

associado a uma peça, que deve liberar sua presença no sistema (SERENO et al., 2011).

2.5.6.3 Modus operandi

Para Hopp e Spearman (2000) o CONWIP consiste na utilização de cartões, que se constituem em unidades de produção. Além disso, os cartões são atrelados a determinadas linhas de produção, percorrendo-as inteiramente e não somente a um código de componente (SPEARMAN; HOODROFF; HOPP, 1990). Conforme comentam Stevenson, Hendry e Kingsman (2005), o controle é referente a uma determinada quantidade de tarefas e não apenas a uma determinada quantidade de componentes. Além disso, nenhuma peça pode entrar em produção sem um cartão de autorização (SPEARMAN; HOODROFF; HOPP, 1990). O sistema continua seu ciclo após a conclusão de um componente no último posto de trabalho, onde o cartão deverá retornar ao primeiro posto de trabalho para dar início à produção de outra peça (SPEARMAN; HOODROFF; HOPP, 1990). Em outras palavras, de acordo com Bonvik, Couch e Gershwin (1997) deve existir uma quantidade fixa de cartões alocados a uma determinada linha de produção, iniciando na primeira estação de trabalho, no momento que a mesma estiver disponível, seguindo a regra do FIFO (*First In First Out*). Somado a isso, é importante ressaltar que, para controlar o WIP, não são liberadas novas ordens para iniciar a produção enquanto não forem liberadas as que já se encontram na fábrica (BOONLERTVANICH, 2005).

2.5.6.4 Benefícios

O CONWIP proporciona um ambiente preparado para absorver mudanças nos *mix* de produção, produção em pequenos lotes com o consequente aumento nos *setups* (SPEARMAN; HOODROFF; HOPP, 1990). De acordo com Sereno et al., (2011) como a informação é direcionada para o início do processo produtivo, o efeito das variações da demanda é praticamente neutralizado. Outro ponto positivo é que quando houver cartões em frente a alguma máquina parada, o lançamento de novas ordens de produção para o sistema irá cessar, sem que ocorra um grande acúmulo (SERENO et al., 2011).

2.5.6.5 Considerações

Segundo Spearman, Hoodroff e Hopp (1990), o CONWIP é uma alternativa para ampliar a abrangência de conceitos do JIT, notadamente um sistema de produção repetitiva, para ambientes onde estes conceitos não são considerados adequados. Contudo, conforme Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) o CONWIP não seria a técnica mais indicada para ambientes *job-shops*, mas tendem a um maior sucesso quando implantados em ambientes de *flow-shop*. Além disso, existe um questionamento quanto à efetividade do sistema de controle hierárquico da técnica no momento da entrada das tarefas em produção (HOPP; SPEARMAN, 2000).

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final da revisão bibliográfica, pode-se perceber a ênfase de cada técnica com relação ao seu foco no âmbito do planejamento e controle da produção. Como delimitação este trabalho utilizou estes focos como a principal forma de diferenciação entre as técnicas. Tais focos podem ser observados na Figura 1. O estabelecimento deste foco no nível gerencial é importante, pois tende a guiar as ações relacionadas ao PCP da empresa.

Figura 1 – Foco principal de cada técnica de PCP

Técnica	Foco
Kanban	redução estoques
MRP	controle materiais
DBR	administração limitantes de produção
WLC	controle da capacidade produtiva
POLCA	redução do <i>lead time</i> de produção
CONWIP	redução do WIP

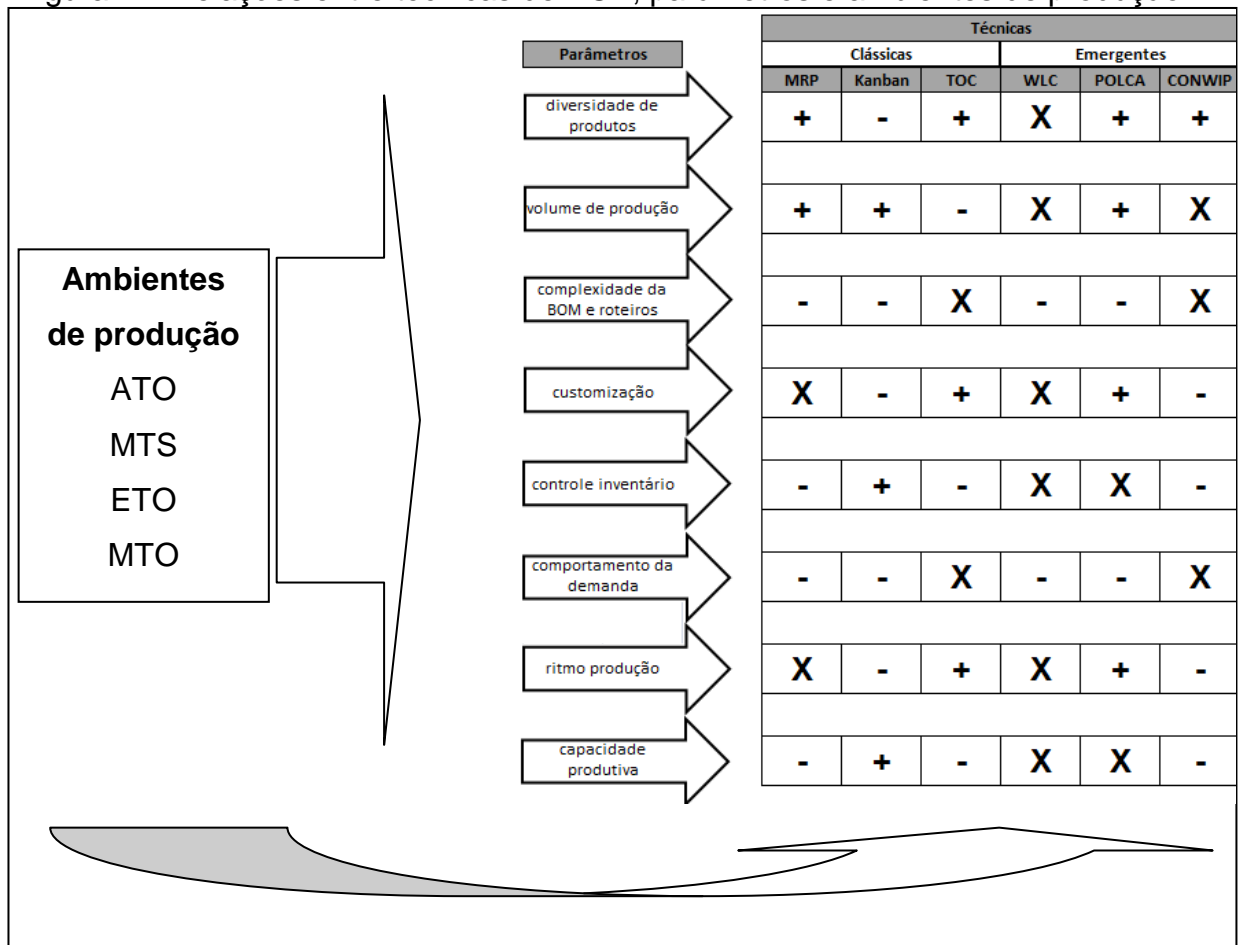
Fonte: Adaptado Van Berkel (2006)

Além disso, também foi possível identificar e caracterizar os quatros ambientes de produção (ATO, MTS, ETO e MTO) bem como a influência que os mesmos exercem na escolha por uma técnica de PCP.

Também por meio da revisão bibliográfica, foi possível identificar e estabelecer parâmetros associados às atividades produtivas desenvolvidas como, por exemplo, capacidade produtiva, nível de controle de inventário, variedade dos

produtos, complexidade da BOM e dos roteiros, customização disponibilizada, entre outros (Figura 2), que se apresentam relacionados às técnicas de PCP e que, conforme cada ambiente de produção, podem influenciar, de forma positiva ou negativa, na escolha de uma técnica em específico (JONSSON; MATTSSON, 2003). Corrêa e Giansesi, (1996) comentam que, para uma correta escolha da forma de operação do PCP, tais parâmetros precisam ser levados em consideração.

Figura 2 – Relações entre técnicas de PCP, parâmetros e ambientes de produção



Fonte: O autor (2012)

Desta forma, esses parâmetros formaram a base para a identificação das principais dimensões de estudo nessa dissertação, servindo, portanto, como referência para o instrumento de pesquisa. Essas foram associadas com as seis técnicas de PCP abordadas neste trabalho. Isso propiciou, embasado no trabalho de Stevenson, Hendry e Kingsman (2005), a formação de uma matriz referencial para o estudo proposto.

Importante salientar que para cada técnica, de maneira isolada, foram verificadas as implicações e influências que a presença ou não desses parâmetros exerce sobre a mesma. Desta forma, para cada associação foi atribuído um símbolo, que representa o tipo de influência verificado, sendo (+) uma influência positiva ou favorável, (-) uma influência negativa ou desfavorável e (X) pouca ou nenhuma influência. Isso pode ser observado na Figura 2 por meio de um exemplo genérico.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a metodologia de pesquisa proposta para esse trabalho englobando as suas características, a amostra de estudo e o modelo de pesquisa, caracterizando os instrumentos utilizados.

3.2 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA

Para a elaboração deste estudo foi utilizada uma pesquisa de natureza exploratória e que se enquadra como sendo qualitativa. De acordo com Minayo (1996), a pesquisa qualitativa aborda o mundo dos significados das ações e das relações humanas, o que não seria possível por meio da utilização de equações e fórmulas estatísticas, possibilitando ainda, uma ampliação das relações descobertas. Conforme Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, sendo que o principal objetivo desse tipo de pesquisa é o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Na maioria dos casos, de acordo com Gil (2002), essas pesquisas envolvem levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

A importância do levantamento bibliográfico é fundamentada pelo objetivo do mesmo, que consiste na busca pelo esclarecimento de um problema com base em conceitos e teorias publicados em documentos (CERVO e BERVIAN, 2002). Neste estudo, por meio desse levantamento, se buscou a compreensão, identificação, categorização bem como o entendimento dos conceitos da abordagem de PCP, fato que possibilitou uma análise das atividades de planejamento e controle da produção sob aspectos históricos, requisitos básicos e modo de funcionamento sendo que, com a finalização do mesmo, foi possível construir um instrumento de verificação que foi aplicado a oito empresas do segmento metalmeccânico da Serra Gaúcha, constituindo, dessa forma, um estudo de caso múltiplo.

Para Yin (2001) um estudo de caso é composto por meio de uma investigação empírica de um fenômeno atual relacionando-o a um determinado contexto e onde se buscam explicações e fatos, sobretudo quando essa relação não

se encontra facilmente identificada. Desta forma, um estudo de caso múltiplo, que apresenta uma investigação completa de cada caso individualmente, e que, por meio da busca do como e do por quê, realiza uma investigação profunda dos fatos e conclusões foi adequado também devido às características dessa pesquisa, que envolveu a análise do ambiente das empresas aliada ao conhecimento do pesquisador, por meio de uma observação *in loco*, com a base teórica (YIN, 2001).

3.3 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

Como delimitação do trabalho, salienta-se que a proposta consistiu na análise de oito organizações que empregam formalmente a atividade de PCP e que pertencem ao setor metalmeccânico da Serra Gaúcha. A escolha foi devido à vocação industrial da região nordeste do Rio Grande do Sul, que se consolida como um importante eixo industrial formado pelos municípios de Caxias do Sul, Farroupilha e Bento Gonçalves entre outros, destacando-se também pela geração de mais de 11% do Produto Interno Bruto (PIB) do estado (FEE, 2011). Além disso, as oito empresas foram escolhidas em virtude de seus ambientes de produção para atendimento da demanda, conforme o sugerido por Vollmann et al., (2006) e Lustosa et al., (2008). Para cada ambiente foram selecionadas duas empresas. Por questões de sigilo, o nome das empresas será preservado, sendo que as mesmas serão denominadas conforme a Figura 3. Ressalta-se que as oito empresas do estudo estavam atuando em apenas um tipo de negócio.

Figura 3 – Ambientes de produção das empresas da amostra

Empresa	Ambiente de produção
Empresas 1 e 2	montagem sob encomenda (ATO)
Empresas 3 e 4	produção para estoque (MTS)
Empresas 5 e 6	projeto sob encomenda (ETO)
Empresas 7 e 8	produção sob encomenda (MTO)

Fonte: O autor (2013)

3.4 MODELO DE PESQUISA

Após a escolha da amostra, a proposta da pesquisa consistiu em delimitar, dentro do ambiente industrial de cada empresa, duas visões com percepções distintas sobre o PCP, como segue:

- a) visão sob a ótica da área de gestão de PCP;
- b) visão sob a ótica da área operacional de PCP.

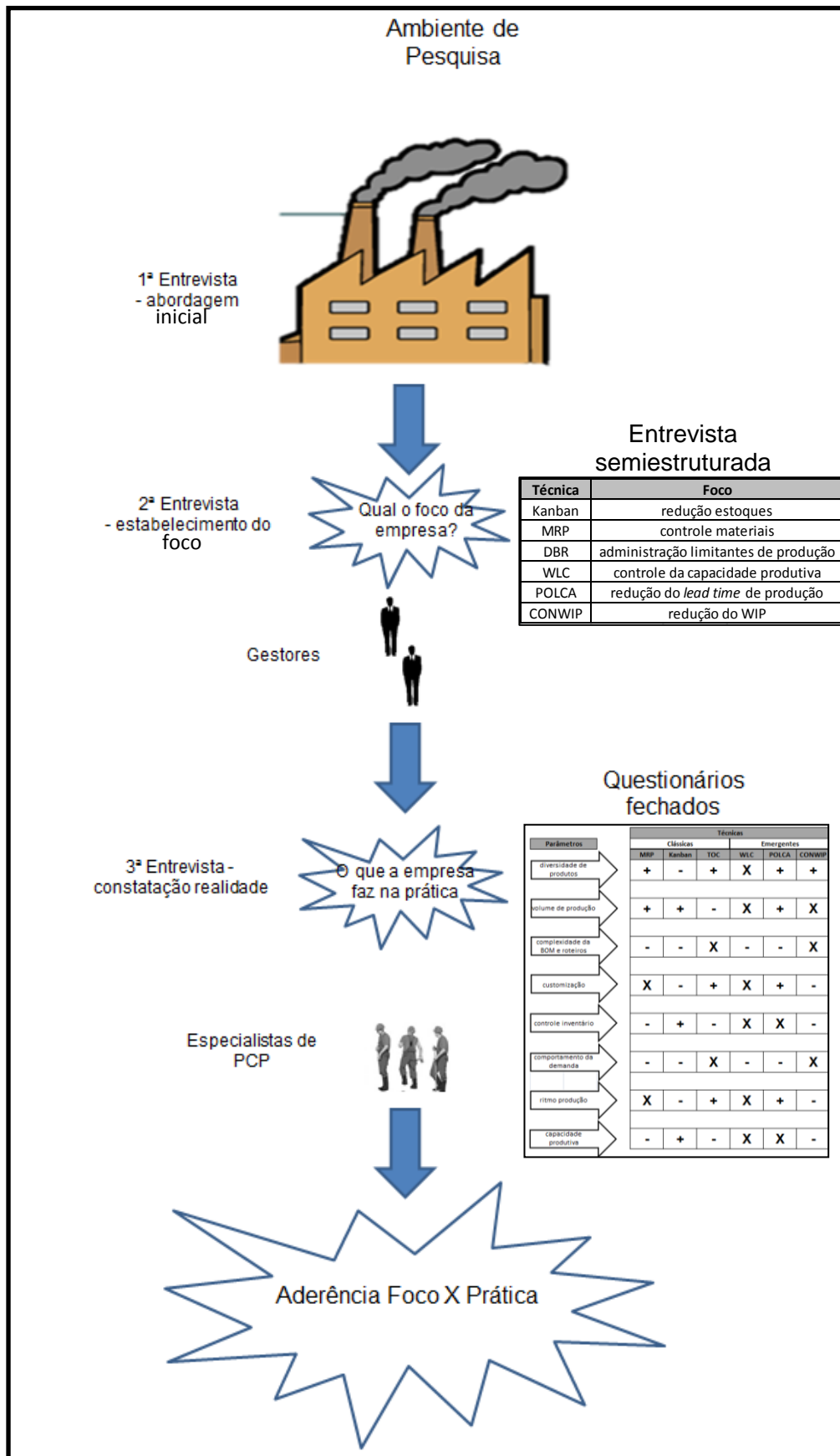
Essa divisão reflete na necessidade de captar os dados da maneira mais confiável e imparcial possível, sem que ocorresse influência acentuada das partes envolvidas. Para isso foram utilizados instrumentos de pesquisa distintos conforme mostra a representação da Figura 4. Tal Figura apresenta o ambiente de pesquisa. Em cada empresa, foram realizadas três entrevistas, conforme o seguinte roteiro:

- a) contato inicial, realizado com os gestores: oportunidade destinada para explicar a pesquisa bem como para conhecer algumas características das empresas;
- b) estabelecimento do foco do PCP, por meio de entrevista semiestruturada com os gestores;
- c) constatação da prática, por meio da aplicação de questionário com perguntas fechadas a área operacional de PCP, além da observação participante.

Cada uma das entrevistas com os profissionais foi realizada de forma individual em diferentes dias. Desta forma, foi possível identificar as diferentes percepções entre o foco do PCP da empresa com a prática constatada em seu ambiente produtivo.

Como delimitação, nessa pesquisa definiu-se como área de gestão de PCP os profissionais que atuam na parte estratégica e no comando da área de PCP, sendo esses os responsáveis pelas ações gerenciais bem como do planejamento de longo prazo da área. Com relação à área operacional foram considerados os profissionais que se envolvem exclusivamente com as atividades e tarefas funcionais de PCP.

FIGURA 4 – Ambiente de pesquisa



Fonte: O autor (2012)

3.5 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Para favorecer a coleta de dados, o processo de aplicação do instrumento de pesquisa foi dividido em duas etapas: entrevistas semiestruturadas com os gestores das empresas, e entrevistas fechadas com os profissionais do nível operacional.

3.5.1 Entrevista com os gestores

Após a abordagem inicial, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os gestores por meio da qual os mesmos foram questionados com relação ao principal foco que a empresa busca ou acredita estar utilizando. Para Queiroz (1985), uma entrevista semiestruturada se trata de uma técnica de coleta da qual ocorre uma conversação entre o entrevistado e o pesquisador, que a conduz de forma a atingir seus objetivos, visão esta que é ampliada por Haguette (1995) que a considera como um problema de pesquisa permeado por um determinado roteiro de entrevista.

A opção pela entrevista semiestruturada decorre da possibilidade de utilizar perguntas abertas e fechadas, processo do qual é possível ampliar a compreensão do tema devido à maior liberdade proporcionada ao entrevistado, em relação a uma entrevista fechada (MINAYO, 1996). Para contribuir com exposto e para obter informações além dos questionários, foi realizada também a observação participante, com a intenção de identificar e descrever a postura da empresa perante o tema pesquisado. Essa observação foi realizada durante as visitas realizadas em cada uma das oito empresas, sendo que cada empresa foi visitada por três oportunidades, totalizando vinte e quatro visitas. Para Yin (2001) esse tipo observação confere uma maior participação ao pesquisador, promovendo o rompimento da passividade do mesmo.

O principal objetivo do entendimento inicial do foco da empresa foi o de atrelar o mesmo a uma determinada técnica de PCP. Além disso, foram realizadas perguntas que envolveram os conceitos utilizados para o estabelecimento dos parâmetros que podem impactar na escolha das técnicas de PCP. Após, os gestores de PCP foram questionados com relação à quais critérios poderiam influenciar na escolha por uma técnica ou outra, no sentido de perceber o que faz a empresa

decidir por cada uma delas. Os gestores também responderam qual a forma que estavam utilizando para organizar o PCP da empresa.

Durante a entrevista semiestruturada também foi apresentado aos gestores seis possibilidades de escolha para o foco do PCP da empresa conforme a Figura 1, sendo que os mesmos elegeram um como sendo o principal foco do PCP da empresa. O apêndice A apresenta o questionário utilizado com os gestores.

3.5.2 Entrevista com o nível operacional

Com o objetivo de identificar as práticas de PCP realizadas pelas empresas, um questionário com perguntas fechadas baseado na matriz entre as relações das técnicas e das características dos sistemas produtivos das empresas foi direcionado a funcionários envolvidos operacionalmente com as atividades de PCP.

Dessa forma, esses funcionários responderam perguntas relacionadas a suas práticas de PCP. Importante ressaltar que a entrevista com esses profissionais foi realizada individualmente, para que não houvesse qualquer tipo interferência.

3.6 ORGANIZAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

De acordo com Richardson (1999) um questionário deverá apresentar uma uniformidade em relação à ordem das perguntas, bem como das instruções. Tal questionário foi testado com profissionais de outra empresa, não considerada no estudo, com o objetivo de verificar o entendimento dos termos, expressões e perguntas elaboradas. Este questionário pode ser visualizado no apêndice B.

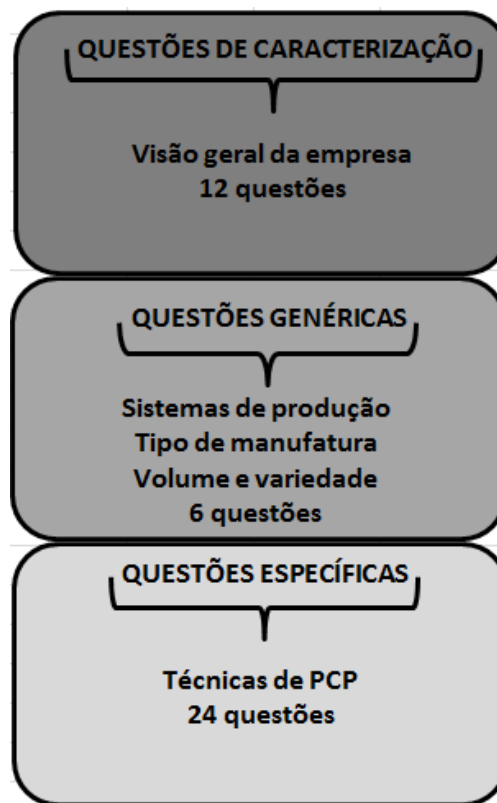
Dentro do escopo do questionário foram elaboradas perguntas fechadas com base nos parâmetros citados na Figura 2 na seção 2.6, e posteriormente associados às seis técnicas de PCP, sendo elas: MRP, *Kanban*, DBR, WLC, POLCA e CONWIP. Tais técnicas foram a base do trabalho de Stevenson, Hendry e Kingsman (2005). O questionário foi estruturado por meio de 42 questões divididas da seguinte forma (Figura 5):

- a) questões de caracterização: composta por doze questões informativas, necessárias para a compreensão do contexto geral, como quantidade de funcionários da empresa, cargo ocupado pelos respondentes, composição do capital social, entre outras (questões QA a QL);

- b) questões genéricas: conjunto de questões relativas ao sistema de produção, constituído por seis perguntas, de cunho geral, que podem impactar mas não estão atreladas a qualquer técnica de PCP em específico, como exemplo a diversidade de produtos, o tipo de produção, entre outras (questões Q1, Q3, Q4, Q5, Q15 e Q16);
- c) questões específicas: o conjunto total é composto por vinte e quatro questões que apresentam tendência ou não a determinada técnica (questões Q2, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, Q13, Q14, Q17 a Q30).

Para estabelecer uma análise mais igualitária, para cada técnica de PCP foram associadas onze questões dentro das vinte e quatro específicas. Deve-se salientar que para avaliação das técnicas serão consideradas todas as questões.

Figura 5 – Estrutura do questionário



Fonte: O autor (2013)

As questões de caracterização não foram associadas a qualquer técnica de PCP em específico e por isso não receberam pontuação. As questões genéricas também não foram associadas a qualquer técnica de PCP em específico, mas foram pontuadas, de acordo com os impactos sobre cada técnica. Por outro lado, as questões específicas foram diretamente associadas às técnicas de PCP discutidas neste trabalho, com pontuações específicas para cada uma dessas técnicas.

Para tanto o conceito de associação nesse trabalho foi estabelecido por meio da existência de maior ou menor compatibilidade entre as respostas obtidas para cada técnica em relação a cada empresa em cada ambiente de produção.

Um exemplo disso pode ser observado na Figura 6, onde a questão 2 (Q2) apresenta-se associada com maior compatibilidade às técnicas *Kanban*, POLCA e CONWIP. Para as demais técnicas o impacto constatado não foi significativo. Outro exemplo pode ser visto na questão 21 (Q21) onde se percebe, pela Figura 6, a tendência de maior compatibilidade para as técnicas MRP e *Kanban* e menor compatibilidade para as outras quatro. O quadro completo que contém as associações pode ser encontrado no apêndice C.

Figura 6 – Quadro parcial da divisão e associação das questões

	QA		Q28	Q9	Q2	Q13	Q23		Q21
Genéricas									
MRP			X			X			X
KANBAN				X	X				X
DBR			X			X			
POLCA					X				
WLC							X		
CONWIP					X				
Identificação	X								

Fonte: O autor (2013)

Para propiciar uma avaliação mais direta dos tipos de associações apresentadas, as questões genéricas e específicas foram elaboradas das seguintes formas:

- em forma de perguntas dicotômicas, onde houve a escolha entre sim ou não;
- em forma de perguntas de múltipla escolha, onde os entrevistados escolhiam dentre uma lista de possibilidades a opção adequada à sua empresa;
- em forma de perguntas com escala de Likert, onde se utilizou uma escala de 5 pontos para expressar a concordância ou não com relação ao tema pesquisado.

Para favorecer a análise e com o objetivo de manter a imparcialidade, foi utilizada uma pontuação associada a todas as questões genéricas e específicas, de acordo com o nível de influência sobre as técnicas, assim distribuída:

- situação ou requisito muito favorável para a técnica = + 5;

- b) situação ou requisito favorável para a técnica = + 2;
- c) situação ou requisito indiferente para a técnica = 0;
- d) situação ou requisito desfavorável para a técnica = -2;
- e) situação ou requisito muito desfavorável para a técnica = -5.

Essas pontuações foram determinadas pelo autor do presente trabalho, com base no referencial teórico.

A Figura 7 mostra um exemplo do mecanismo de análise utilizado para uma questão de múltipla escolha na qual, dentre quatro possibilidades, a empresa deveria selecionar a opção que representa a sua realidade.

Nesse exemplo, com base na literatura consultada e no estabelecido por este trabalho, é constatado que um ambiente de produção como o ETO não é favorável à utilização das técnicas MRP, DBR e *Kanban*. Dessa forma, a pontuação atribuída nessa pergunta, para as empresas com ambiente ETO foi de - 5 pontos. Utilizando os mesmos critérios anteriores, pode-se constatar que o ambiente ETO apresenta-se como favorável à implantação das técnicas WLC, POLCA e CONWIP, por isso a pontuação utilizada para estas empresas foi de + 5 pontos.

Figura 7 – Exemplo de pontuações para questões de múltipla escolha

		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Como é a política de atendimento da demanda adotada por sua empresa?	MTS	5	2	5	0	0	0
	ATO	2	2	2	0	0	0
	MTO	-2	5	-2	5	5	5
	ETO	-5	-5	-5	5	5	5

Fonte: O autor (2013)

O quadro completo com as pontuações atribuídas para cada questão pode ser visualizado no apêndice B.

Outro exemplo, relacionado a uma questão dicotômica, pode ser observado na Figura 8, na qual as empresas responderam de forma afirmativa ou negativa com relação à utilização de indicadores para controle de eficiência. Dessa forma, para as empresas que responderam positivamente, foi atribuída uma pontuação de + 5 às técnicas DBR, WLC, POLCA e CONWIP. Caso as mesmas respondessem de forma negativa, essas quatro técnicas receberiam um valor de -5 pontos. Nesse caso, as técnicas MRP e *Kanban* não sofreriam interferências, independentemente da resposta.

Figura 8 – Exemplo de pontuações para questões dicotômicas

		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
a empresa utiliza indicadores de eficiência global?	Sim	0	5	0	5	5	5
	Não	0	-5	0	-5	-5	-5

Fonte: O autor (2013)

Com relação às questões que utilizam a escala de Likert os valores foram atribuídos para cada um das cinco possibilidades, conforme apresentado na Figura 9. Nesse caso é questionado sobre a disponibilidade ou não de informações precisas e atualizadas de suas estruturas de produto. Assim, caso os entrevistados concordassem totalmente (CT) com o proposto, as técnicas MRP, DBR, WLC, POLCA e CONWIP receberiam +5 pontos. Se essa concordância fosse parcial (CP), essas técnicas receberiam +2 pontos e assim sucessivamente.

Figura 9 – Exemplo de pontuações para questões escala de Likert

		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
a empresa dispõe de informações atualizadas e precisas com relação à estrutura de produto?	CT	5	5	0	5	5	5
	CP	2	2	0	2	2	2
	IND	0	0	0	0	0	0
	DP	-2	-2	0	-2	-2	-2
	DT	-5	-5	0	-5	-5	-5

CT: Concordo Totalmente/ CP:Concordo Parcialmente/IND: Indiferente/DP: Discordo Parcialmente/DT: Discordo Totalmente

Fonte: O autor (2013)

Finalmente, é importante ressaltar que, com o objetivo de captar as informações da maneira mais precisa e confiável possível, as questões associadas a uma mesma técnica foram intencionalmente colocadas de uma maneira não sequencial.

As entrevistas ocorreram no período compreendido entre 07/02/2013 e 26/03/2013, onde cada empresa foi visitada por três oportunidades distintas sendo que o tempo entre as visitas foi conforme a disponibilidade dos entrevistados, contudo não foi superior a 20 dias, conforme a seção 5.2, e foram organizadas da seguinte forma:

- a) contato inicial: realizado com os gestores, onde o pesquisador pode explicar os detalhes da pesquisa além conhecer melhor a realidade do planejamento e controle de produção de cada empresa. Nesse primeiro contato também foram realizadas visitas ao ambiente de produção de cada organização;
- b) estabelecimento do foco: durante a segunda entrevista, os gestores foram questionados com relação ao foco do PCP de sua empresa;

- c) constatação da realidade: na terceira entrevista os especialistas e analistas de PCP foram questionados, por meio de um instrumento de pesquisa fechado, sobre as práticas de planejamento e controle da produção realizadas no ambiente da empresa.

Salienta-se que, em cada uma das etapas, as entrevistas com os profissionais ocorreram de forma separada, para minimizar interferências em virtude das posições hierárquicas. Apenas os cargos dos entrevistados são divulgados nesse trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INTRODUÇÃO

Conforme o exposto na seção 3.3, foram analisadas oito empresas localizadas na Serra Gaúcha com características diferentes, sobretudo por estarem enquadradas em ambientes de produção distintos. A Figura 10 apresenta as principais características das empresas estudadas com base nas questões que fizeram parte do instrumento de pesquisa.

Figura 10 – Diferenças de identificação das empresas

Empresa	Porte	Capital	Ambiente	Variedade produtos	Volume produção	Customização	Produção
empresa 1	média	estrangeiro	ATO	pequena	pequeno	Baixa	empurrada
empresa 2	pequena	nacional	ATO	média	pequeno	Baixa	híbrida
empresa 3	média	nacional	MTS	grande	grande	Baixa	empurrada
empresa 4	média	estrangeiro	MTS	grande	grande	Baixa	empurrada
empresa 5	média	nacional	ETO	grande	pequeno	Alta	híbrida
empresa 6	média	nacional	ETO	grande	pequeno	Alta	híbrida
empresa 7	grande	nacional	MTO	média	médio	Média	empurrada
empresa 8	média	nacional	MTO	média	médio	Baixa	empurrada

Fonte: O autor (2013)

O critério para o estabelecimento do porte das empresas foi o número de funcionários, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006):

- a) pequeno porte: até 99 funcionários;
- b) médio porte: de 100 a 499 funcionários;
- c) grande porte: acima de 500 funcionários.

Com relação à variedade de produtos disponibilizada ao mercado, foi estabelecido que até 50 produtos diferentes: pequena variedade; de 51 a 500 produtos diferentes: média variedade e acima de 501 produtos diferentes: grande variedade.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES

Nesta seção foi realizado um resumo que contém as principais características das áreas de PCP e de produção, identificadas durante as entrevistas com os profissionais de cada empresa. Importante ressaltar que se buscou entrevistar os profissionais que desempenham atividades semelhantes mesmo que a denominação dos cargos sofresse variações entre as empresas. Novamente é importante ressaltar que cada uma das empresas da amostra estava atuando em apenas um tipo de negócio.

4.2.1 Empresa 1

A empresa 1 atua na montagem de componentes para a refrigeração automotiva, sendo esta a única atividade da mesma, pois não existem setores de fabricação. Possibilita customização, mas esta é moderada. Como se trata de uma empresa com controle acionário estrangeiro, utiliza o software de ERP TOTVS, por recomendação de sua controladora. Nessa empresa, as entrevistas aconteceram com os seguintes profissionais, como segue:

- a) diretor de operações;
- b) gerente de PCP;
- c) supervisor de PCP.

As entrevistas foram realizadas nos dias 07, 13 e 19 de fevereiro de 2013.

Segundo o diretor de operações e o gerente de PCP, o principal foco relacionado ao PCP é obter um maior controle nos materiais. O supervisor respondeu ao questionário.

Entre as principais características verificadas nas entrevistas está o fato de cerca de 80% da produção ser absorvida por 3 empresas maiores, que, segundo o gerente de PCP interferem diariamente no sequenciamento da linha de produção sendo que as previsões de vendas são fortemente baseadas nesses clientes. Outro aspecto importante comentado pelo gerente é o de que não são realizados apontamentos intermediários de componentes, mas sim é realizada uma baixa completa 10 dias após a entrega do produto.

Conforme o gerente utilizam o MRP, mas de forma incompleta: após a definição do programa de produção, o MRP é disparado para gerar as necessidades, contudo as ordens de produção e de compra não são impressas, sendo encaminhadas para uma espécie de *buffer*, controlado por uma planilha de eletrônica, onde as quantidades geradas podem ser modificadas bem como o início da produção sugerido pelo MRP.

De acordo com o gerente, “o MRP não inicia com o pedido, pois o sistema pode atrasar o processo”. Também utilizam o *Kanban*, mas somente para componentes que representem grandes volumes com baixo valor agregado.

Para o diretor, atualmente, o principal gargalo da empresa é a mão de obra.

4.2.2 Empresa 2

A empresa 2 realiza a montagem de componentes para a indústria automotiva. Não existem setores para a fabricação de componentes, mas sim apenas para a montagem dos mesmos. A customização de seus produtos é moderada, porém pode ser considerada como superior à oferecida pela empresa 1. Possui uma dependência de empresas maiores, no entanto essa dependência vem diminuindo, sendo que uma das metas para 2014 é concentrar somente 20% das vendas para os maiores clientes. Dessa forma estão diversificando suas linhas de produtos.

Conforme o coordenador de produção utilizam um software de ERP denominado Conector, por meio do qual programam o MRP semanalmente. As entrevistas aconteceram nos dias 09, 15 e 27 de fevereiro de 2013 sendo realizadas com os seguintes profissionais:

- a) diretor geral;
- b) coordenador de produção;
- c) analista de PCP.

O diretor geral e o coordenador de produção elegeram o controle do *lead time* como principal foco do PCP da empresa. O analista de PCP respondeu ao questionário.

Para o diretor, a concentração da maior parte das vendas para empresas maiores estava provocando muitas alterações no sequenciamento dos pedidos na linha de produção. Para minimizar essas alterações, a empresa vem mantendo boa

parte dos componentes em estoque. De acordo com o coordenador, essa prática é importante para conferir maior rapidez aos pedidos na fábrica, buscando reduzir os tempos de entrega.

Para o diretor, o MRP é utilizado *“para formalizar as necessidades de cada pedido, que, na maioria das vezes, já está em estoque”*.

Conforme o coordenador de produção, o principal gargalo atualmente é mão de obra.

4.2.3 Empresa 3

A empresa 3 atua com a produção de componentes usinados e realiza a montagem de pequenos conjuntos para a indústria automotiva. Em suas instalações conta com diversos equipamentos como tornos, fresas, máquinas de eletro-erosão, entre outros. Fabrica internamente mais de 90% de todos os componentes que utiliza. Não oferece muita disponibilidade para customização. Dessa forma, mantém em seus estoques 30% de seus produtos, mas esse fato é atenuado pelo alto giro dos mesmos. Trabalha com um horizonte de programação de acordo com o comportamento da demanda histórica, sendo que a empresa revisa mensalmente as previsões, segundo o coordenador de produção.

Apesar dos grandes volumes de produção, não possui uma grande variedade de produtos. Utilizam o ERP Solpen, programando o MRP diariamente, contudo, por não possuírem mão de obra especializada na área, estão pouco familiarizados com essa técnica, conforme o diretor de produção.

Nessa empresa as entrevistas foram realizadas nos dias 19 e 22 de fevereiro e 04 de março de 2013 com os seguintes profissionais:

- a) diretor produção;
- b) coordenador de produção;
- c) analista de logística.

Segundo o diretor e o coordenador de produção, o principal foco do PCP da empresa é o de controlar os materiais. O analista de logística respondeu ao questionário.

De acordo com o diretor, a empresa vem adotando ações para reduzir os tempos de *set up*, com o objetivo de tornar o processo mais eficiente.

Para o coordenador, o principal gargalo no momento são as máquinas.

4.2.4 Empresa 4

A empresa 4 produz tubos e perfilados utilizados para empresas do segmento metalmecânico bem como para empresas de construção civil. Praticamente não possibilita a customização de seus produtos. Há pouco tempo teve seu controle acionário totalmente adquirido por uma multinacional. Com isso, segundo o coordenador de PCP, passaram a utilizar o SAP, para atender a uma determinação dessa multinacional.

As entrevistas aconteceram nos dias 11, 15 e 21 de fevereiro de 2013. Nessa empresa os seguintes profissionais foram entrevistados:

- a) gerente produção;
- b) coordenador PCP;
- c) analista de materiais.

O foco do PCP da empresa é obter um maior controle sobre a capacidade produtiva, conforme o gerente e o coordenador de produção. O questionário foi respondido pelo analista de materiais.

Conforme o gerente de produção não utilizam o *Kanban*, mas sim trabalham com estoque de segurança. De acordo com o coordenador de PCP, o MRP é planejado diariamente, separado por bitolas diferentes, para favorecer o *set up*. Segundo o coordenador, vem mantendo um estoque de matéria prima suficiente para 90 dias, para minimizar a dependência dos fornecedores sendo que não utilizam previsões de demanda formalizadas.

Para o gerente, o principal gargalo no momento são as máquinas.

4.2.5 Empresa 5

A empresa 5 atua na produção de componentes para máquinas automatizadas. Como a possibilidade de customização é total, dificilmente os projetos são repetidos, conforme o diretor industrial. Fabricam internamente 20% dos componentes utilizados, segundo o gerente de produção. Também de acordo com este, utiliza o *software* de ERP Solpen, sendo que a geração do MRP é diária.

Contudo, o principal instrumento para controle dos materiais se trata de uma planilha eletrônica, que é constantemente atualizada, de acordo com o gerente de produção. Como trabalha por projeto, precisa visualizar rapidamente os materiais que possui internamente, sendo esta planilha, segundo o gerente de produção, a melhor solução no momento.

Nos dias 12, 18 e 26 de fevereiro de 2013 foram feitas as entrevistas que foram realizadas com os seguintes profissionais:

- a) diretor industrial;
- b) gerente de produção;
- c) analista de PCP.

O foco do PCP, de acordo com o diretor industrial e com o gerente de produção, consiste na busca pela redução e controle dos *lead times*. O analista de PCP respondeu ao questionário.

Conforme o gerente, a empresa apresenta dificuldades na elaboração e controle da BOM e conseqüentemente dos roteiros. Não possui componentes implantados em *Kanban*. O gerente comentou que o sequenciamento da produção vem sendo realizado mediante uma reunião com engenharia, PCP e comercial, onde, frequentemente, são priorizados pedidos que representem em um maior faturamento, desconsiderando a eficiência da área produtiva.

Para o gerente, atualmente, o principal gargalo da empresa é a mão de obra.

4.2.6 Empresa 6

A empresa 6 produz caldeiras e tanques para armazenagem de óleo conforme a necessidade do cliente. Conforme o diretor de PCP, a possibilidade de customização é total, sendo que, em muitas oportunidades, a empresa utiliza desenhos enviados pelos clientes, que posteriormente são desenhados internamente. Possuem um setor de fabricação de componentes que conta com máquinas de corte a plasma, prensas hidráulicas e excêntricas, curvadoras para tubos, guilhotinas e dobradeiras, o que permite à empresa fabricar internamente mais de 80% dos componentes que utiliza.

As entrevistas aconteceram nos dias 07, 11 e 23 de março de 2013 sendo realizadas com os seguintes profissionais:

- a) diretor de PCP;
- b) coordenador PCP;
- c) analista de PCP.

O controle dos *lead times* é considerado como o principal foco do PCP da empresa, segundo o diretor e o coordenador de PCP. O analista de PCP foi o respondente do questionário.

De acordo com o coordenador de PCP, estão utilizando o *software* de ERP Solpen. Tal *software* é responsável para geração do MRP, semanalmente, que, contudo, não está programado para fornecer as datas de início da produção, o que vem sendo realizado por meio de planilhas eletrônicas. Conforme o diretor, o *Kanban* não vem sendo utilizado devido às incertezas causadas pela grande possibilidade de customização. A área de PCP da empresa é a responsável pela análise dos tempos e pela aquisição de componentes e matérias-primas, segundo o coordenador.

Para o coordenador, atualmente, o principal gargalo da empresa são as máquinas.

4.2.7 Empresa 7

A empresa 7 atua na produção de produtos automotivos, manufaturados somente sob encomenda. De acordo com o coordenador de PCP, disponibilizam uma customização moderada, onde o cliente pode alterar alguns opcionais. Produzem internamente 80% dos componentes utilizados, segundo o com o gerente de PCP. Dessa forma, possuem setores de fabricação equipados com máquinas de corte a *laser*, prensas excêntricas, cabines e estufas de pintura além de máquinas de solda MIG e TIG.

Estão utilizando um *software* de ERP denominado *The Scheduler*, que é o responsável pela geração semanal do MRP, conforme o coordenador de PCP.

Os profissionais foram entrevistados nos dias 04, 14 e 18 de março de 2013 como segue:

- a) gerente PCP;
- b) coordenador PCP;
- c) analista de PCP.

Em virtude disso, o foco do PCP da empresa, para o gerente e o coordenador de PCP, é obter um melhor aproveitamento dos recursos gargalo. O analista de PCP respondeu ao questionário.

De acordo com o coordenador de PCP, necessitam interferir nas quantidades informadas pelo MRP com o objetivo de “*não desabastecer a linha de produção*”. Utilizam um plano de produção, considerando previsões anuais com 60 dias de antecedência, segundo o gerente de PCP. Tal gerente alegou que, durante esse período procuram evitar mudanças na programação para evitar perda de eficiência.

Para o gerente, atualmente, o principal gargalo da empresa são as máquinas.

4.2.8 Empresa 8

A empresa 8 produz componentes para a indústria moveleira porém o ambiente de produção apresenta características como máquinas para corte de chapas de tubos, prensas hidráulicas e excêntricas, curvadoras e máquinas para solda que são mais condizentes com empresas do setor metalmeccânico. A customização é restrita, pois o foco estratégico da empresa não é o de produzir sob medida, de acordo com o gerente de PCP. Possuem setores de fabricação responsáveis pela produção de 70% de todos os componentes utilizados.

Estão utilizando o *software* de ERP EMS – Datasul, o qual é responsável pela geração do MRP três vezes por semana, de acordo com o gerente de produção. O mesmo também comentou que trabalham com um período de congelamento de cinco dias, no qual se procuram evitar alterações na programação.

As entrevistas aconteceram nos dias 06, 13 e 15 de março de 2013 onde os seguintes profissionais participaram:

- a) diretor de produção;
- b) gerente de PCP;
- c) analista de PCP.

O diretor de operações e o gerente de PCP alegaram que o foco do PCP da empresa é o controle dos materiais. O questionário foi respondido pelo analista de PCP.

Para o diretor de produção, apresentam dificuldades com o *set up* de máquinas. Dessa forma, conforme o gerente de PCP, quando utilizam uma prensa, por exemplo, “*bate-se a bobina toda*”, o que tende a dificultar a implantação da técnica *Kanban*. A análise da capacidade é realizada por meio de planilhas eletrônicas, onde é estabelecido um *mix* de produção dividido por tipo de atividade produtiva.

Para o gerente, atualmente, o principal gargalo da empresa são as máquinas.

4.3 ANÁLISE INDIVIDUAL DAS TÉCNICAS

A análise dos resultados foi realizada por técnica considerando as oito empresas estudadas. Desta forma, os resultados foram agrupados por pares de empresas com os mesmos ambientes de produção. Vale ressaltar que os resultados favoráveis a cada técnica foram evidenciados pela cor azul ao passo que os desfavoráveis aparecem com a cor vermelha. Os espaços em branco representam os resultados que apresentaram pontuação igual a zero, ou seja, não indicam qualquer favorecimento.

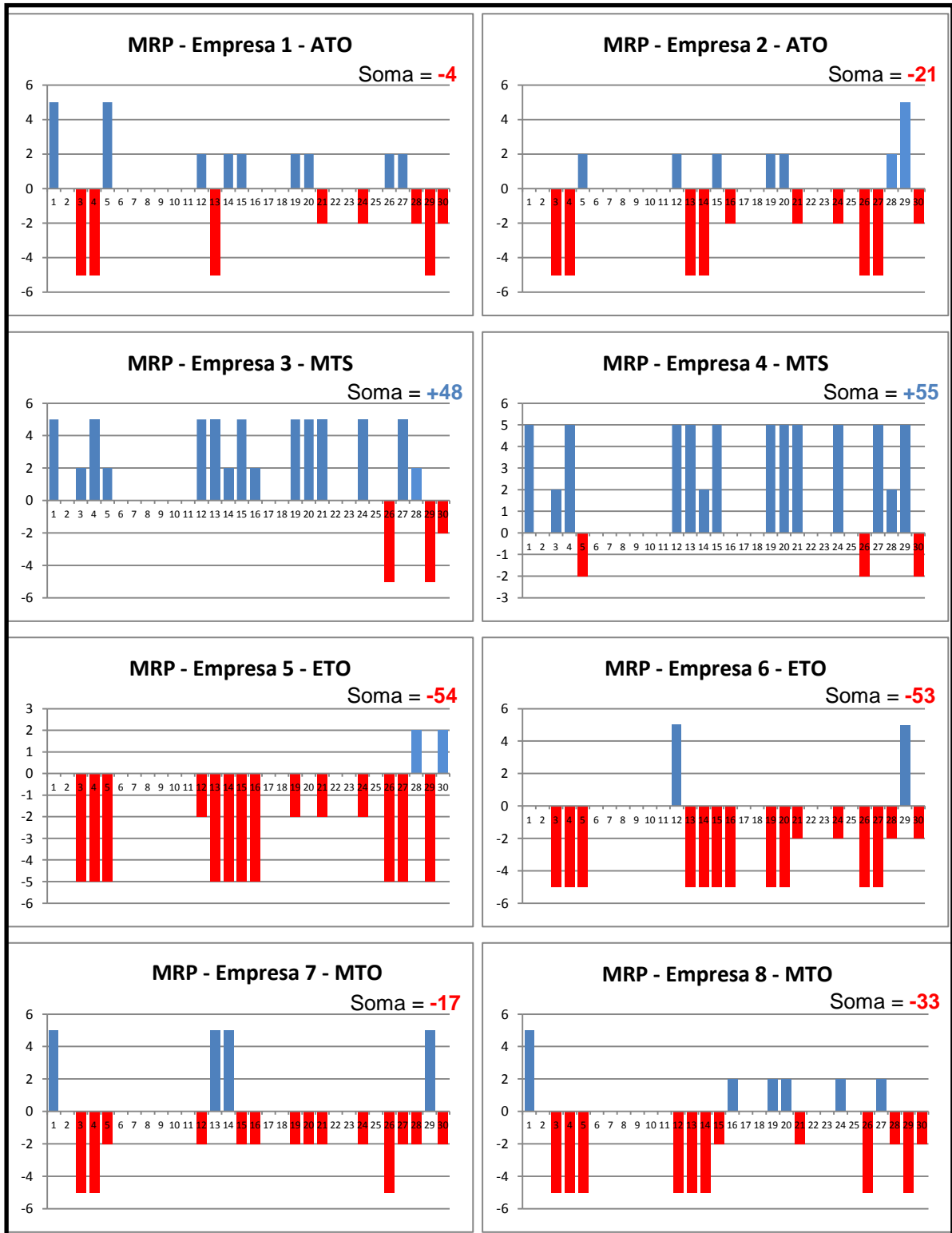
Para propiciar uma melhor compreensão dos resultados, as questões discutidas são apresentadas no momento da análise, contendo os resultados individuais de cada empresa.

Como complemento, os resultados também são discutidos considerando as informações obtidas junto às entrevistas.

4.3.1 Técnica MRP

A Figura 11 apresenta os resultados para a técnica MRP considerando as pontuações das questões genéricas e específicas nas oito empresas.

Figura 11 – Análise dos resultados do MRP das oito empresas



Fonte: O autor (2013)

Numa análise inicial percebe-se que os valores para o MRP apresentaram maior compatibilidade com as empresas de produção para estoque (MTS) com valores positivos, ao passo que para os outros ambientes de projeto sob encomenda (ETO), montagem sob encomenda (ATO) e de produção sob encomenda (MTO), esses valores apresentaram-se como negativos, o que sugere uma menor compatibilidade. Esse resultado pode ser considerado como esperado e representa ter aderência com as pontuações estabelecidas para este trabalho, uma vez que as empresas MTS, normalmente são aquelas que reúnem as condições mais favoráveis à implantação da técnica MRP. Entre essas condições pode-se citar produção em grandes volumes, variedade limitada de produtos diferentes e pouca possibilidade de customização.

A Figura 12 apresenta as 11 questões específicas associadas com a técnica MRP, sendo que serão discutidas as que obtiveram os resultados que mais impactaram, tanto de modo favorável quanto de modo desfavorável, sendo que tais questões foram destacadas em azul. Novamente é importante ressaltar que esse agrupamento de questões específicas ocorreu para observar o alinhamento do referencial sugerido para cada técnica, bem como os possíveis desvios.

Figura 12 – Questões específicas para o MRP

Questões específicas MRP										
Q12	Q13	Q14	Q19	Q20	Q21	Q24	Q26	Q28	Q29	Q30

Fonte: O autor (2013)

A Q21 (Figura 13) refere-se às informações com relação ao horizonte de programação utilizado, categorizando o mesmo como sendo de curto prazo (semanal ou quinzenal) e de longo prazo (semestral ou anual). Foi constatado na revisão que a programação de curto prazo se constitui como mais adequada para o MRP. Essa programação de curto prazo foi observada apenas nas empresas 3 e 4 (MTS), sendo que em ambas a mesma estava sendo realizada semanalmente, o que tende a favorecer a utilização da técnica MRP.

Figura 13 – Horizonte de planejamento utilizado

Q21	Qual o horizonte de planejamento utilizado?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	-2	5	5	-2	-2	-2	-2

Fonte: O autor (2013)

Com relação aos conhecimentos sobre a estrutura de produto (BOM), Q28, os resultados mostraram que, independentemente do tipo de produto, as empresas consideram que não estão se utilizando de informações atualizadas e precisas, o que tende a interferir de forma prejudicial ao funcionamento da técnica MRP. É importante ressaltar que nas duas empresas MTS que fizeram parte deste estudo, foi verificado que o conhecimento da BOM, segundo os entrevistados, estaria atendendo de forma satisfatória às necessidades da empresa (Figura 14). Isso também pode ser explicado pela menor complexidade da estrutura de produto verificada nessas empresas, sendo que em ambas foram identificados, no máximo, três níveis de estrutura.

Em contrapartida, a empresa 1 (ATO) alegou possuir uma BOM com dez níveis estruturais além de aproximadamente 300 componentes diferentes. A empresa 6 (ETO) alegou dificuldades para controle e atualização da BOM devido à sua característica de projeto sob encomenda: a empresa utiliza informações e desenhos enviados pelos clientes de modo a transcrevê-los para o seu sistema interno, com a utilização de *software* Autocad.

Figura 14 – Estrutura de produto (MRP)

Q28	A empresa mantém uma estrutura de produto atualizada?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	2	2	2	2	-2	-2	-2

Fonte: O autor (2013)

A Q12, conforme a Figura 15, abordou o conhecimento das empresas com relação ao *lead time* de seus produtos, aspecto fundamental para uma utilização efetiva da técnica MRP. Assim, foi observado que essa característica torna-se mais evidente para as empresas MTS, onde as duas organizações alegaram dispor de plenos conhecimentos sobre a mesma. Em contrapartida, nas empresas MTO o conhecimento do *lead time* não foi considerado como adequado por ambas, o que resultou em valores negativos para as mesmas, podendo prejudicar o desempenho da técnica MRP.

Figura 15 – Conhecimento do *lead time* dos produtos

Q12	A empresa conhece o lead time dos produtos?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	2	2	5	5	-2	5	-2	-5

Fonte: O autor (2013)

A Q13, que abordou a utilização do Plano Mestre de Produção, demonstrou maior compatibilidade com as duas empresas MTS da amostra, sendo que foi verificada a utilização deste plano em ambas as empresas, ao passo que nas empresas ETO e ATO os resultados mostraram que as empresas não estavam utilizando o Plano Mestre de Produção, o que pode dificultar a utilização da técnica MRP (Figura 16).

Figura 16 – Utilização de Plano Mestre de Produção

Q13	A empresa utiliza um Plano Mestre de Produção?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-5	-5	5	5	-5	-5	5	-5

Fonte: O autor (2013)

Nas empresas 5 e 6 (ETO), os valores para a técnica MRP apresentaram-se com menor compatibilidade a tal ambiente de produção. Esses resultados negativos eram esperados, pois nessas empresas foram constatadas características que tendem a prejudicar a utilização da técnica tal como a grande variedade de produtos, que pode ser considerada praticamente como ilimitada pelo fato de atender as customizações solicitadas pelos clientes desde a fase da elaboração do projeto.

O controle do inventário, pré-requisito importante para a implantação do MRP, constituiu a Q26, a qual solicitou às empresas informações sobre a frequência da realização deste controle (Figura 17). Dessa forma, foi verificado nas empresas ETO, que o mesmo vem sendo realizado anualmente, apresentando menor compatibilidade com a técnica MRP, o que tende a dificultar o desempenho da mesma. Esses resultados desfavoráveis ao MRP também foram verificados nas empresas MTO, sendo que a empresa 8, por uma determinação de sua diretoria, não realizava o controle do inventário.

Figura 17 – Frequência de controle do inventário

Q26	O controle do inventário é realizado com qual frequência?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	2	-5	-5	-2	-5	-5	-5	-5

Fonte: O autor (2013)

O detalhamento dos roteiros de produção (Q30) bem como a atualização dos mesmos também é importante para um bom desempenho do MRP. Com relação a isso, constatou-se que as empresas ATO não estavam utilizando informações precisas e atualizadas quanto ao tema. Este fato também foi constatado nas

empresas MTO bem como nas MTS. Isso também foi confirmado durante as entrevistas, onde foi observada a existência de um departamento ou setor responsável pelos roteiros de produção somente em três empresas. Além disso, na empresa 3 o cadastramento dos roteiros estava sendo realizado anualmente por uma empresa contratada. Na empresa 6 os roteiros apresentaram-se simplificados de forma a serem padronizados por apenas uma operação de montagem, não havendo maiores detalhamentos. Na empresa 2 a atualização vem sendo realizada internamente, porém são os próprios operadores que realizam a mesma. A Figura 18 apresenta os resultados encontrados.

Figura 18 – Detalhamento e atualização dos roteiros

Q30	A empresa mantém os roteiros atualizados e detalhados?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	-2	-2	-2	2	-2	-2	-2

Fonte: O autor (2013)

Com relação à Q29 não se constatou uma relação significativa entre a técnica e o ambiente de produção, sendo que não foi verificada uma uniformidade nas respostas, o que sugere que a questão tende a expressar o posicionamento de cada empresa, de forma individual, independentemente do ambiente na qual a mesma está inserida, de acordo com a Figura 19.

Figura 19 – Utilização de mecanismos para controle de materiais em processo

Q29	A empresa utiliza mecanismos para controle intermediário de material?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-5	5	-5	5	-5	5	5	-5

Fonte: O autor (2013)

Após a apresentação dos resultados torna-se importante ressaltar que o MRP mostrou-se como a técnica de maior compatibilidade apenas para as empresas MTS ao passo que para as empresas ETO, ATO e MTO o MRP mostrou-se com menor compatibilidade. Esses resultados estão dentro do estabelecido pelas pontuações deste trabalho.

É importante ponderar que, para o MRP, os resultados encontrados, tanto os favoráveis quanto os desfavoráveis, foram semelhantes nas duas empresas de cada

ambiente de produção. Contudo, apesar da técnica MRP estar sendo utilizada por todas as empresas da amostra, pode-se destacar o conhecimento limitado que essas organizações apresentaram com alguns aspectos relevantes para o MRP como uma estrutura de produto correta aliada a controles de estoque precisos que tendem a prejudicar o desempenho da técnica.

Para contribuir com o exposto, constatou-se nas visitas e entrevistas que as empresas estão percebendo o MRP como um “*software*” apenas e não como uma técnica. Além disso, as empresas 1 e 7 estavam utilizando o MRP apenas para terem uma “ideia” do que necessitam providenciar para o período, mas sem considerar, tanto as quantidades calculadas quanto as datas de início da produção fornecidas pela técnica, sendo realizados controles paralelos em planilhas eletrônicas, conforme o depoimento de um Coordenador de Produção da empresa 7.

“Aumentamos as quantidades sugeridas pelo MRP para garantir que não iremos parar a linha.”

Coordenador de Produção – empresa 7

Como complemento, pode-se constatar também que algumas organizações utilizam a técnica pelo fato da mesma apresentar maior oferta no mercado conforme o comentado pelo Gerente de PCP da empresa 6.

“O programa de MRP é facilmente encontrado no mercado, quase todos os fornecedores usam além do mais a empresa que nos fornece realizou algumas adaptações.”

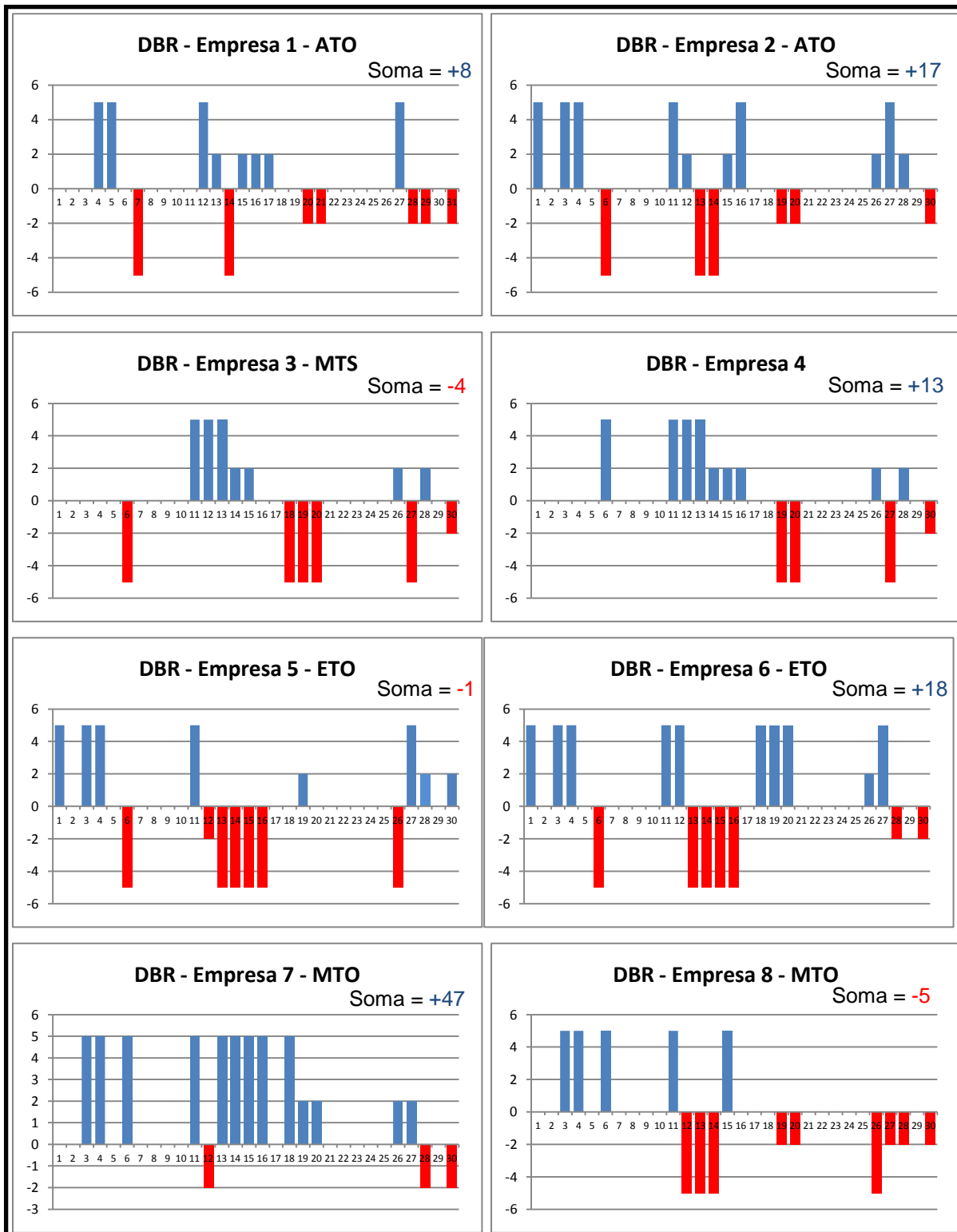
Gerente de PCP – empresa 6

Essa postura sugere a inexistência de análise criteriosa no momento da escolha por uma técnica ou outra, podendo a empresa estar apenas seguindo uma tendência de mercado, sem considerar a sua realidade ou mesmo o seu foco.

4.3.2 Técnica DBR

A Figura 20 apresenta os resultados para a técnica DBR considerando as pontuações das questões genéricas e específicas das oito empresas.

Figura 20 – Análise dos resultados da DBR das oito empresas



Fonte: O autor (2013)

Os valores constatados para a técnica DBR mostraram-se com maior compatibilidade nas duas empresas ATO com valores positivos para ambas, sendo o único ambiente de produção em que as empresas apresentaram resultados positivos. Esse resultado pode ser considerado como esperado para o trabalho, pois

a DBR tende a mostrar maior compatibilidade com ambientes que disponibilizem uma customização moderada ao passo que para os ambientes ETO, MTS e MTO foram constatados valores distintos para cada empresa. Importante destacar uma das empresas MTO apresentou o maior resultado positivo para a DBR.

A Figura 21 apresenta as 11 questões específicas associadas com o DBR, sendo que serão discutidas as que obtiveram os resultados que mais impactaram, sendo que tais questões foram destacadas pela cor azul.

Figura 21 – Questões específicas para o DBR

Questões específicas DBR										
Q6	Q11	Q12	Q13	Q18	Q19	Q20	Q26	Q27	Q28	Q30

Fonte: O autor (2013)

A identificação, análise e controle dos recursos gargalo é o principal objetivo da técnica DBR e constituiu a Q11 (Figura 22). Todas as empresas consideraram ter plenos conhecimentos sobre os recursos gargalo, sendo que para cada uma delas os gargalos encontrados foram diferentes, conforme apresenta a Figura 23.

Figura 22 – Conhecimento dos gargalos

Q11	Quais são os principais gargalos da empresa?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	5	5	5	5	5	5	5

Fonte: o autor 2013.

Figura 23 – Principais gargalos das empresas pesquisadas

Empresas	Gargalo
Empresa 1	Mão de obra
Empresa 2	Mão de obra
Empresa 3	Máquinas
Empresa 4	Máquinas
Empresa 5	Mão de obra
Empresa 6	Máquinas
Empresa 7	Máquinas
Empresa 8	Máquinas

Fonte: O autor (2013)

O conhecimento do *lead time* dos produtos (Q12), apresentado pela Figura 24, é importante para a utilização efetiva da técnica DBR. Assim, foi observado que as empresas MTS apresentaram maior compatibilidade com a técnica, pois consideraram ter um conhecimento adequado do *lead time*. Isso também foi observado nas empresas ATO. Contudo, essas empresas consideraram possuir um conhecimento parcial do *lead time* de seus produtos. Nas empresas MTO foi constatado uma maior dificuldade com relação ao conhecimento do *lead time*, pois o

mesmo foi considerado como insuficiente o que tende a dificultar a utilização da técnica DBR.

Figura 24 – Conhecimento do *lead time* dos produtos

Q12	A empresa conhece o lead time dos produtos?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	2	2	5	5	-2	5	-2	-5

Fonte: O autor (2013)

A Q28 (Figura 25) solicitou às empresas informações sobre a manutenção de uma estrutura de produto atualizada. Os valores verificados nas empresas MTS apresentaram maior compatibilidade com a técnica, pois em tais empresas o conhecimento da estrutura de produto foi considerado como satisfatório sendo que nas duas empresas foram identificadas estruturas até 3 níveis. Os valores verificados nas empresas MTO mostraram-se com menor compatibilidade com a técnica DBR, pois as empresas alegaram estar enfrentando dificuldades para determinação de suas estruturas de produto.

Figura 25 - Estrutura de produto

Q28	A empresa mantém uma estrutura de produto atualizada?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	2	2	2	2	-2	-2	-2

Fonte: O autor (2013)

A técnica DBR necessita de controles para obter a máxima eficiência do recurso gargalo. Dessa forma, a Q6 (Figura 26) questionou as empresas com relação à utilização de indicadores para controle de eficiência operacional. Os resultados mostraram maior compatibilidade com as empresas MTO, que alegaram estar utilizando indicadores para controlar a eficiência operacional por meio de planilhas eletrônicas. Outra empresa que estava utilizando um controle de eficiência operacional foi a empresa 4 (ATO). As empresas dos ambientes de produção ETO e ATO responderam não estar realizando estes controles, apresentando menor compatibilidade à técnica DBR.

Figura 26 – Indicadores de eficiência global

Q6	A empresa utiliza indicadores para controle de eficiência?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-5	-5	-5	5	-5	-5	5	5

Fonte: O autor (2013)

A Q27 (Figura 27) questionou as empresas com relação à existência ou não de um equilíbrio entre a entrada e a saída dos pedidos, ou seja, somente seria iniciado um novo pedido após o término de outro. Essa prática é importante para a técnica DBR, pois dessa forma as restrições são respeitadas. Nas empresas ETO foi constatado que cada pedido novo somente tinha sua produção iniciada após a conclusão do anterior, o que confere maior compatibilidade à técnica. Contudo, observou-se que as empresas MTS estavam enfrentando dificuldades para a obtenção desse equilíbrio, o que tende a prejudicar a utilização da técnica DBR.

Figura 27 – Equilíbrio entre a entrada e a saída dos produtos

Q27	Existe um equilíbrio entre a entrada e a saída de produtos?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	5	-5	-5	5	5	2	-2

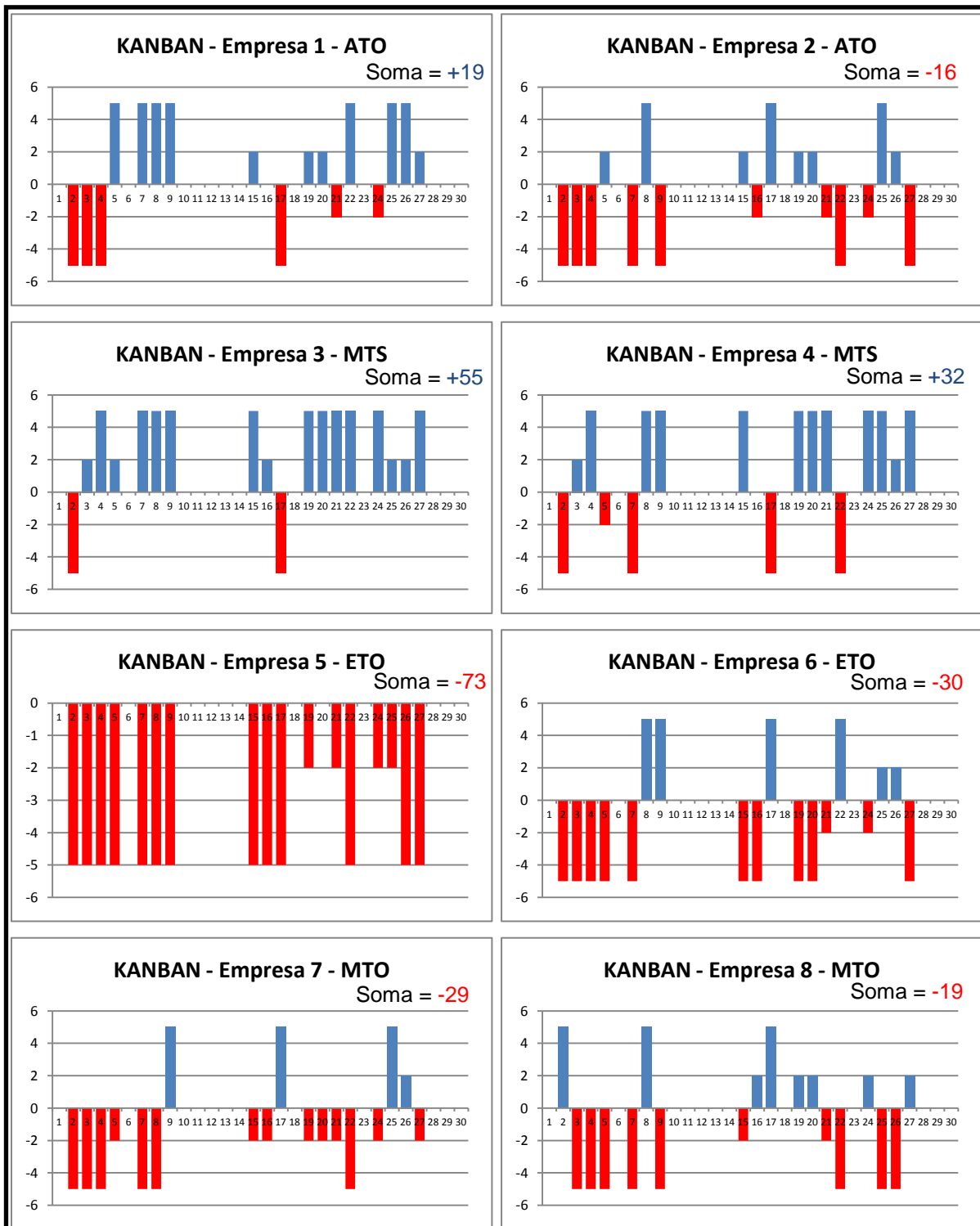
Fonte: O autor (2013)

Após a apresentação dos resultados torna-se importante ressaltar que a técnica DBR mostrou-se com maior compatibilidade apenas para as empresas ATO (Figura 20). Para a técnica DBR, nos ambientes de produção ETO, MTS e MTO, não foram constatados resultados iguais para as duas empresas. Em cada um desses ambientes de produção foi verificado a existência de uma empresa com valores positivos e outra com valores negativos, como pode ser constatado pela empresa 7 (MTO) onde a DBR apresentou-se com maior compatibilidade, sendo a maior pontuação positiva para a técnica entre todas as oito empresas ao passo que, para a empresa 8, também MTO, o resultado foi negativo.

Observou-se que a técnica DBR não estava sendo utilizada em sua plenitude pelas empresas da amostra mesmo que algumas considerassem as restrições para efetuar o planejamento de sua produção além de estarem exercendo atividades importantes para seu funcionamento como o conhecimento dos gargalos e do *lead time* dos produtos.

4.3.3 Técnica Kanban

A Figura 28 apresenta os resultados para o *Kanban* considerando as pontuações das questões genéricas e específicas nas oito empresas.

Figura 28 – Análise dos resultados para o *Kanban* das oito empresas

Fonte: O autor (2013)

Os valores verificados para o *Kanban* apresentaram-se com maior compatibilidade para as empresas MTS com valores positivos para ambas. Esse resultado possui aderência com as pontuações utilizadas no instrumento de pesquisa, pois as empresas deste ambiente de produção normalmente apresentam as características mais favoráveis para a utilização do *Kanban* tais como horizonte

de planejamento de curto prazo, produtos padronizados, grandes volumes, arranjo físico constituído por células que desempenham as mesmas funções e maior controle do *set up*.

Por outro lado, os valores constatados nas empresas ETO e MTO sugerem que estes ambientes apresentam menor compatibilidade com a técnica *Kanban*. Esse resultado também foi aderente às pontuações determinadas para este trabalho.

A Figura 29 apresenta as 11 questões específicas associadas com o *Kanban*, sendo que serão discutidas as que obtiveram os resultados que mais impactaram sendo que tais questões foram destacadas com a cor azul.

Figura 29 – Questões específicas para o *Kanban*

Questões específicas Kanban										
Q2	Q7	Q8	Q9	Q17	Q20	Q21	Q22	Q24	Q25	Q26

Fonte: O autor (2013)

Um horizonte de planejamento da produção de curto prazo é importante para favorecer a utilização da técnica *Kanban*. Dessa forma, a Q21 (Figura 30) solicitou as empresas informações sobre o horizonte do planejamento de produção que estava sendo utilizado. Nesse aspecto, os valores verificados nas empresas MTS apresentaram ter maior compatibilidade com a técnica *Kanban*, pois ambas alegaram estar utilizando um horizonte de planejamento de produção de uma semana. Nos ambientes de produção ETO, ATO e MTS, todas as empresas estavam trabalhando com um horizonte de planejamento mensal, o que tende a dificultar a utilização da técnica *Kanban*.

Figura 30 – Horizonte de planejamento utilizado

Q21	Qual o horizonte de planejamento utilizado?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	-2	5	5	-2	-2	-2	-2

Fonte: O autor (2013)

Para um funcionamento efetivo da técnica *Kanban*, é importante que as quantidades informadas nos cartões ou ordens sejam respeitadas. A Q8 (Figura 31) solicitou as empresas se as quantidades produzidas ou compradas estavam respeitando o determinado pelos cartões ou ordens. Os resultados constatados nas empresas ATO e MTS apresentaram maior compatibilidade com a técnica, pois tais empresas responderam estar seguindo as quantidades estipuladas por cartões ou ordens. A empresa 7 (MTO) alegou estar produzindo 20% a mais do determinado na

ordem ou cartão com o objetivo de não desabastecer a linha de produção, o que tende a prejudicar o funcionamento da técnica *Kanban*.

Figura 31 – Produtos produzidos/comprados nas quantidades determinadas

Q8	Os produtos são produzidos/comprados somente nas quantidades determinadas pela ordem?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	5	5	5	-5	5	-5	5

Fonte: O autor (2013)

O agrupamento do arranjo físico em células comuns, importante para o *Kanban*, constituiu a Q25 (Figura 32). Foi constatado que as empresas ATO e MTS estavam realizando esse agrupamento, o que demonstrou maior compatibilidade à utilização da técnica. A empresa 5 (ETO) alegou dificuldades na determinação do arranjo físico devido ao alto índice de incerteza causado pela variedade de produtos. A empresa 8 (MTO) comentou não estar conseguindo realizar esse agrupamento por limitações físicas. Dessa forma, nessas duas últimas, a utilização da técnica *Kanban* pode ser prejudicada.

Figura 32 – Arranjo físico dividido em células comuns

Q25	O arranjo físico é dividido em células comuns?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	5	2	5	-2	2	5	-5

Fonte: O autor (2013)

O controle do *set up* de máquinas e ferramentas foi a base para a Q9 (Figura 33). Os valores constatados nas empresas 2 e 3 (MTS) apresentaram maior compatibilidade com a técnica *Kanban*, pois as duas empresas responderam que esse controle estava sendo realizado sendo que a empresa 3 respondeu possuir uma equipe de trabalho responsável exclusivamente pelo controle do *lead time*.

Figura 33 – Controle de *set up*

Q9	Os tempos de <i>set up</i> são controlados?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	-5	5	5	-5	5	5	-5

Fonte: O autor (2013)

Para a técnica *Kanban* também é importante a existência de um controle de peças não conforme. A existência desse controle constituiu a Q7 (Figura 34). Não foi verificada uma relação com os ambientes de produção, sendo que os resultados demonstraram que os controles estavam sendo realizados apenas na empresa 1 (ATO) e na empresa 3 (MTS).

Figura 34 – Controle de peças não conforme

Q7	Existem controles para peças não conforme?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	-5	5	-5	-5	-5	-5	-5

Fonte: O autor (2013)

Após a apresentação dos resultados foi constatado que o *Kanban* apresentou-se com maior compatibilidade apenas para as empresas MTS, as quais apresentaram valores positivos. Esse resultado está de acordo com as pontuações utilizadas neste trabalho.

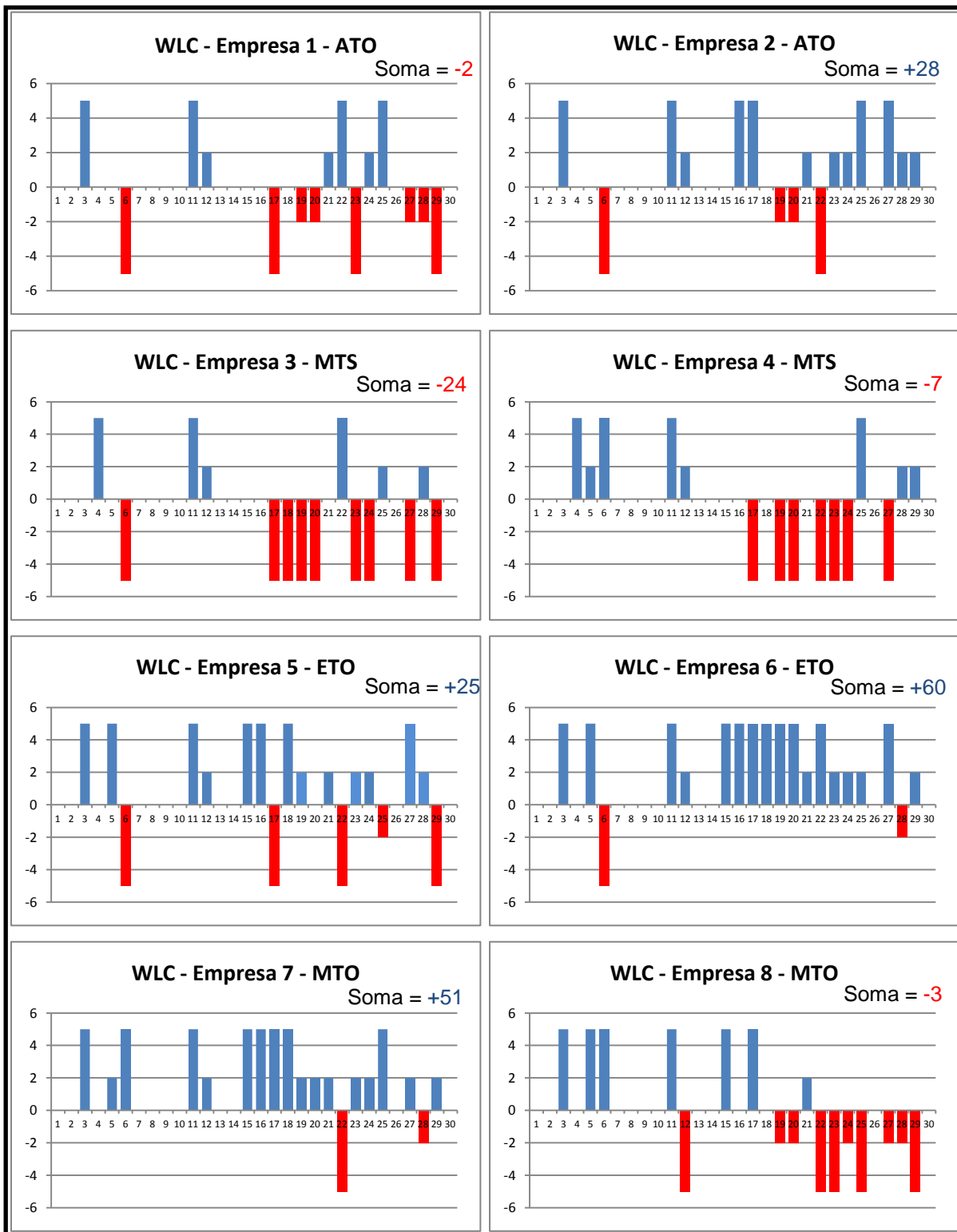
Para os ambientes de produção ETO e MTO, foram verificados valores negativos para todas as empresas. Nesse sentido, as duas empresas ETO, que oferecem produtos com alto grau de customização, obtiveram as menores pontuações para o *Kanban*, o que tende a dificultar a utilização da técnica. O resultado também está de acordo com as pontuações estabelecidas por este trabalho.

Na empresa 1 (ATO) os valores para a técnica *Kanban* apresentaram-se com maior compatibilidade. Contudo, a empresa alegou não possuir profissionais com bons conhecimentos na técnica. Dessa forma, estava utilizando o *Kanban* somente para componentes com alto giro e baixos valores.

4.3.4 Técnica WLC

A Figura 35 apresenta os resultados para o WLC considerando as pontuações das questões genéricas e específicas nas oito empresas.

Figura 35 – Análise dos resultados do WLC das oito empresas



Fonte: O autor (2013)

Os valores constatados para a técnica WLC apresentaram-se com maior compatibilidade para as empresas ETO com valores positivos para ambas. Esse resultado possui aderência com as pontuações utilizadas no instrumento de

pesquisa. Além disso, a diversidade e flexibilidade verificadas no ambiente de produção ETO tendem favorecer a utilização do WLC.

Por outro lado, nas empresas de produção para estoque (MTS) os valores constatados apresentaram menor compatibilidade, sendo negativos. Esse resultado também é aderente às pontuações determinadas para este trabalho.

A Figura 36 apresenta as 11 questões específicas associadas com o WLC, sendo que serão discutidas as que obtiveram os resultados que mais impactaram, sendo que tais questões foram destacadas com a cor azul.

Figura 36 – Questões específicas para o WLC

Questões específicas WLC										
Q12	Q17	Q18	Q19	Q20	Q22	Q23	Q24	Q25	Q27	Q29

Fonte: O autor (2013)

Na técnica WLC o pedido negociado é enviado para área de planejamento que fará a análise do mesmo, também em aspectos relacionados ao prazo de entrega. Dessa forma, para um desempenho efetivo da técnica é necessário um estágio onde ocorre a renegociação dos prazos de entrega com os clientes. A Q23 (Figura 37) questionou se as empresas estavam realizando a consulta para renegociação dos prazos de entrega. Os valores verificados nas empresas ETO demonstraram maior compatibilidade com a técnica WLC, pois tais empresas alegaram estar fazendo essa consulta, o que tende a contribuir para a utilização da técnica.

Figura 37 – Renegociação de prazos de entrega com os clientes

Q23	São realizadas consultas diretas aos clientes para renegociação de prazos?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-5	2	-5	-5	2	2	2	-5

Fonte: O autor (2013)

Uma das premissas da técnica WLC é a possibilidade de aceitação ou não do pedido, com base nas limitações existentes. Dessa forma, a Q24 (Figura 38) solicitou as empresas a postura que as mesmas utilizavam com relação ao tema.

Os resultados das empresas ETO e ATO apresentaram maior compatibilidade com a técnica, pois ambas responderam estar adotando, de forma parcial, a prática de não aceitação de pedidos. As duas empresas MTS alegaram ter dificuldades em quanto a não aceitação de pedidos devido à concorrência, apresentando resultados com menor compatibilidade com a técnica WLC.

Figura 38 – Aceitação de pedidos que excedam a capacidade

Q24	Se o pedido exceder a capacidade ele não é aceito?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	2	2	-5	-5	2	2	2	-2

Fonte: O autor (2013)

O controle das filas é uma premissa da técnica WLC. Dessa forma, a Q27 (Figura 39) questionou as empresas sobre a existência ou não de um equilíbrio entre a entrada e a saída de produtos, ou seja, um novo pedido somente é iniciado após o término do anterior.

Os resultados das empresas ETO apresentaram maior compatibilidade com a técnica WLC, pois as mesmas responderam somente estar iniciando um novo pedido após o término do anterior. Nas empresas MTS foi verificado menor compatibilidade com a técnica, pois as mesmas alegaram dificuldade na obtenção deste equilíbrio.

Figura 39 - Equilíbrio entre a entrada e a saída dos produtos

Q27	Existe um equilíbrio entre a entrada e a saída de produtos?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	5	-5	-5	5	5	2	-2

Fonte: O autor (2013)

Para análise da capacidade, também é importante para o WLC a manutenção constante de um controle dos produtos em processo. Dessa forma a Q29 (Figura 40) questionou as empresas a realização desse controle. Não foi constatada nenhuma relação com o ambiente de produção sendo que as empresas apresentaram resultados distintos entre si.

Figura 40 – Utilização de mecanismos para controle de materiais em processo

Q29	A empresa utiliza mecanismos para controle intermediário de material?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-5	2	-5	2	-5	2	2	-5

Fonte: O autor (2013)

A Q25 (Figura 41) foi relativa à distribuição do arranjo físico em células comuns, que também tende a contribuir com o desempenho da técnica WLC. Observou-se que os resultados encontrados nas empresas ATO demonstraram maior compatibilidade com a técnica, pois as mesmas alegaram estar realizando

esta distribuição. A empresa 8 (MTO) comentou ter dificuldades para a distribuição do arranjo físico devido à restrições de espaço, o que tende a prejudicar a utilização da técnica WLC.

Figura 41 – Arranjo físico dividido em células comuns

Q25	O arranjo físico é dividido em células comuns?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	5	2	5	-2	2	5	-5

Fonte: O autor (2013)

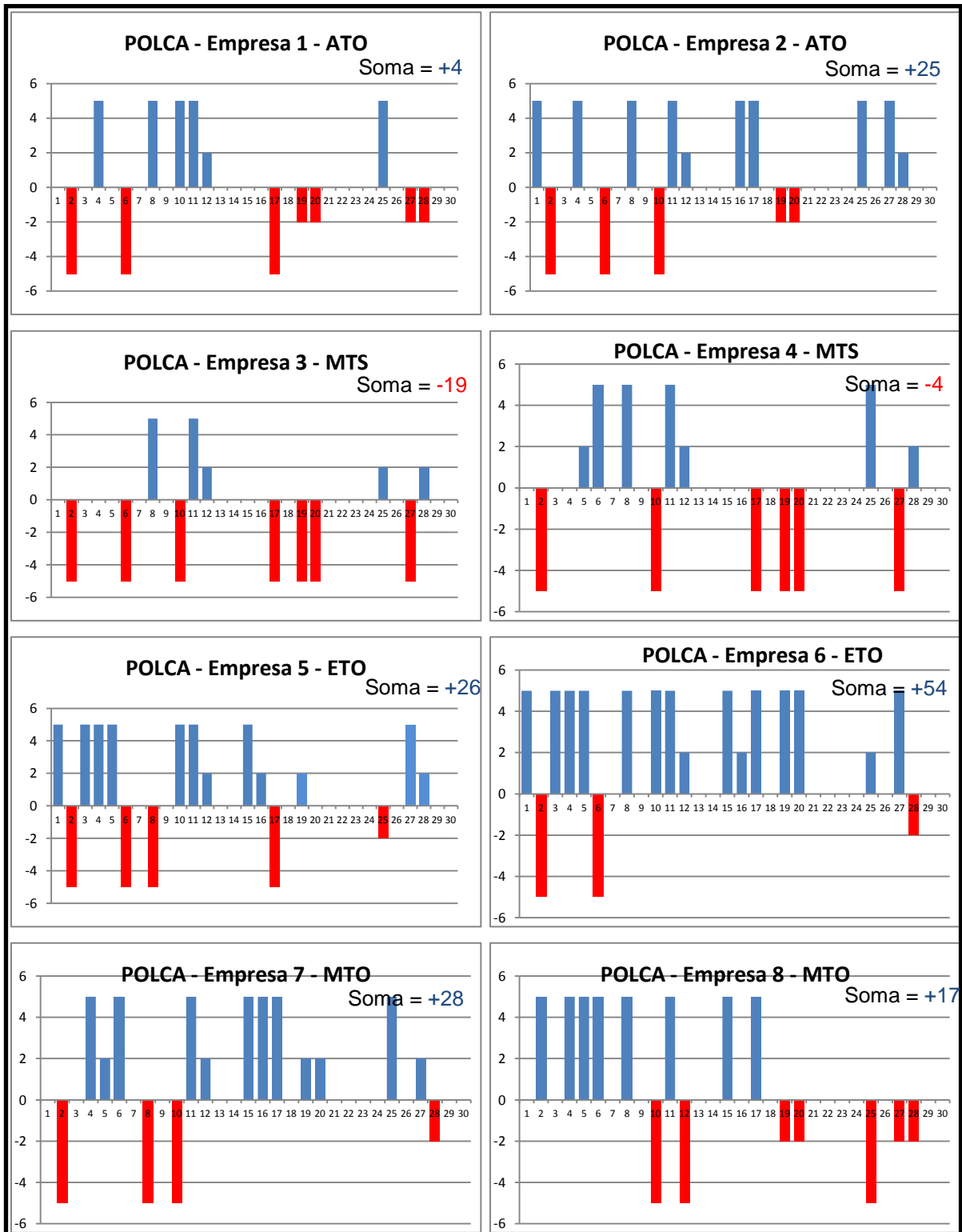
Após a apresentação dos resultados, foi constatado que a técnica WLC apresentou-se como a técnica de maior compatibilidade com as empresas de ETO devido às condições de maior diversidade de produtos aliada à flexibilidade de customização. Esses resultados estão conforme o esperado e estabelecido pelas pontuações do trabalho. Nas empresas MTS foi constatado que a implantação da técnica WLC apresentou menor compatibilidade e tende a ser dificultada devido às características constatadas.

Para a técnica WLC nos ambientes de produção ATO e MTO, não foram constatados resultados semelhantes para as empresas. Em cada um desses ambientes de produção foi verificado a existência de uma empresa com valores positivos e outra com valores negativos, como pode ser constatado pela empresa 7 (MTO) que apresentou características que podem favorecer a implantação do WLC, apresentando uma pontuação positiva ao passo que na empresa 8 essa pontuação apresentou-se como negativa. Contudo, baseando-se nas visitas e entrevistas realizadas, observou-se que as empresas da pesquisa possuem limitações quanto ao conhecimento da técnica WLC.

4.3.5 Técnica POLCA

A Figura 42 apresenta os resultados para a técnica POLCA considerando as pontuações das questões genéricas e específicas nas oito empresas.

Figura 42 – Análise dos resultados do POLCA das oito empresas



Fonte: O autor (2013)

Foi constatado que a técnica POLCA apresentou valores com maior compatibilidade com os ambientes ETO, MTO e ATO. Esse resultado possui aderência com as pontuações utilizadas no trabalho. Nas empresas MTS os valores constatados foram negativos, o que sugere menor compatibilidade com a técnica

POLCA. Esse resultado também é aderente às pontuações determinadas para este trabalho.

A Figura 43 apresenta as 11 questões específicas associadas com a técnica POLCA, sendo que serão discutidas as que obtiveram os resultados que mais impactaram sendo que tais questões foram destacadas com a cor azul.

Figura 43 – Questões específicas para o POLCA

Questões específicas POLCA										
Q2	Q6	Q8	Q10	Q11	Q12	Q17	Q19	Q20	Q25	Q27

Fonte: O autor (2013)

A organização do arranjo físico agrupado em células comuns é importante para um bom funcionamento da técnica POLCA e constituiu a Q17 (Figura 44). Os resultados das empresas ATO e MTS apresentaram maior compatibilidade com a técnica, pois ambas alegaram estar utilizando o arranjo físico agrupado por células comuns. A empresa 5 (ETO) comentou possuir dificuldade para organizar o arranjo físico devido às incertezas causadas pela possibilidade de customização disponibilizada o que tende a prejudicar a utilização da técnica POLCA.

Figura 44 – Arranjo físico dividido em células comuns

Q25	O arranjo físico é dividido em células comuns ?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	5	2	5	-2	2	5	-5

Fonte: O autor (2013)

A técnica POLCA necessita da existência de um mecanismo ou sistema para autorizar o início da produção que pode ser constituído por cartões ou ordens. A Q10 (Figura 45) foi relativa à utilização desses cartões ou ordens. Dessa forma as empresas ETO alegaram estar utilizando um sistema que autorize o início da produção, o que representa maior compatibilidade à utilização da técnica, assim como a empresa 1 (ATO).

Figura 45 – Existência de mecanismos de autorização da produção

Q10	Existência de mecanismo/sistema de autorização da produção							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	-5	-5	-5	5	5	-5	-5

Fonte: O autor (2013)

Como o objetivo da técnica POLCA é o de controlar o *lead time* de produção, o controle do fluxo de produção da fábrica é importante, de forma a mantê-lo equilibrado. A Q27 (Figura 46) solicitou às empresas informações sobre a existência

do equilíbrio entre a entrada e a saída de produtos. Os resultados das empresas ETO demonstraram maior compatibilidade com a técnica, pois as mesmas responderam somente iniciar um novo pedido após a conclusão do pedido atual. Nas empresas MTS foi observado uma dificuldade para obtenção desse equilíbrio, o que pode prejudicar o desempenho da técnica POLCA.

Figura 46 – Equilíbrio entre a entrada e a saída dos produtos

Q27	Existe um equilíbrio entre a entrada e a saída de produtos?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	5	-5	-5	5	5	2	-2

Fonte: O autor (2013)

O respeito pelas limitações dos recursos da fábrica (mão de obra e máquinas) também é importante para o bom funcionamento da técnica POLCA e constituiu a Q19 (Figura 47). Dessa forma, os resultados das empresas ETO demonstraram possuir maior compatibilidade com a técnica, pois as empresas responderam estar conseguindo respeitar os limites desses recursos.

Figura 47 – Consideração das limitações dos recursos

Q19	Os pedidos são lançados conforme as limitações de recursos							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	-2	-5	-5	2	5	2	-2

Fonte: O autor (2013)

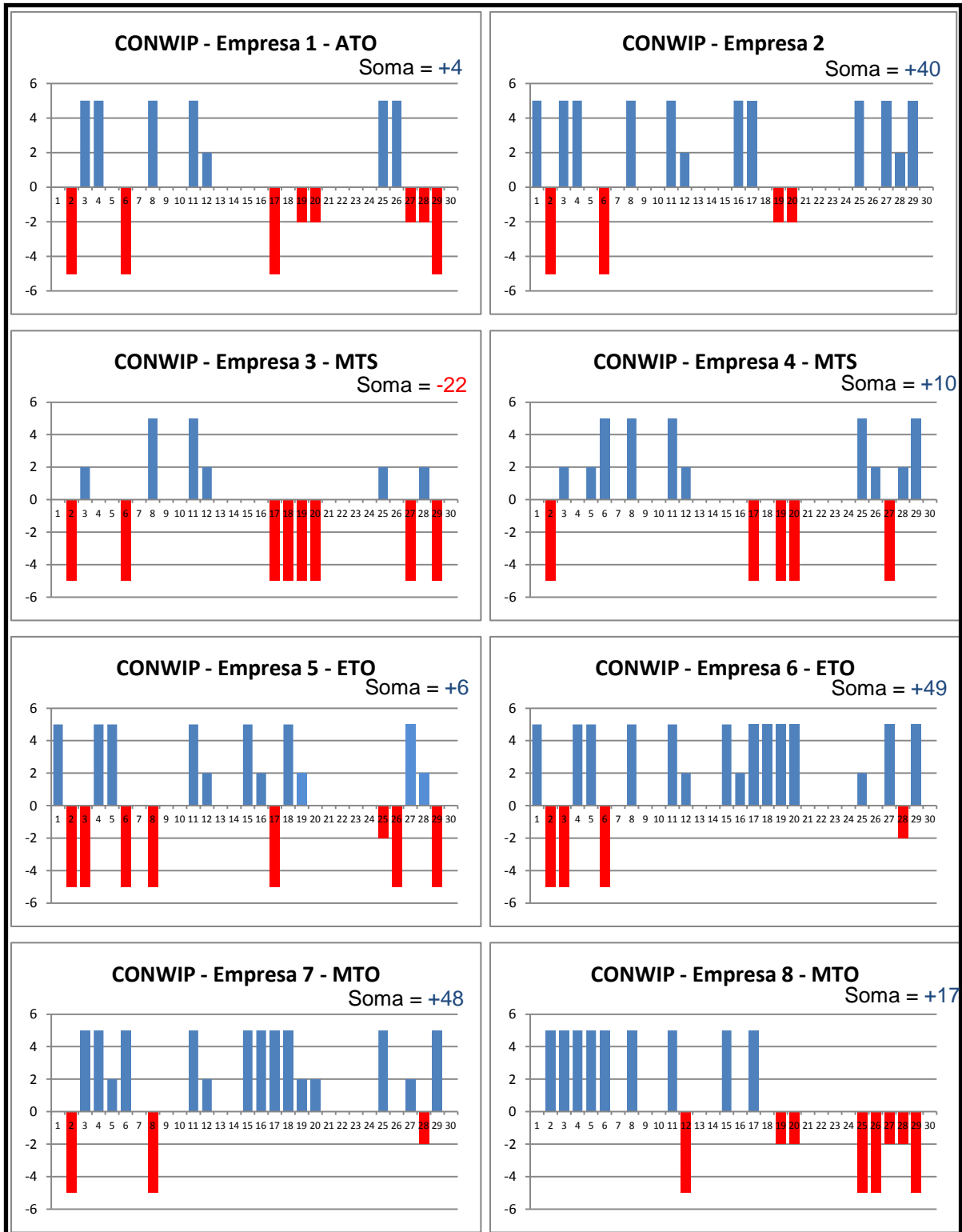
Após a apresentação dos resultados, foi constatado que a técnica POLCA apresentou-se com pontuação positiva nas empresas de ETO, ATO e MTO, apresentando maior compatibilidade com esses ambientes de produção. Esses resultados estão conforme o esperado pelas pontuações estabelecidas por esse trabalho uma vez que as características desses ambientes como a customização e a diversidade de produtos disponibilizada tendem a contribuir para a utilização da técnica. Nas empresas MTS foram verificados resultados de menor compatibilidade para a técnica POLCA. Esse fato sugere que a implantação desta técnica tende a ser dificultada pelas características das empresas deste ambiente de produção.

No entanto, observou-se uma limitação dos conhecimentos das empresas com relação à técnica POLCA, baseando-se nas visitas e entrevistas realizadas.

4.3.6 Técnica CONWIP

A Figura 48 apresenta os resultados para o CONWIP considerando as pontuações das questões genéricas e específicas das oito empresas.

Figura 48 – Análise dos resultados do CONWIP das oito empresas



Fonte: O autor (2013)

Foi constatado que a técnica CONWIP apresentou maior compatibilidade com os ambientes de projeto sob encomenda (ETO), produção sob encomenda (MTO) e montagem sob encomenda (ATO). Esse resultado possui aderência com as pontuações utilizadas no trabalho. Nas empresas de produção para estoque (MTS) foram constatados valores distintos entre as empresas.

A Figura 49 apresenta as 11 questões específicas associadas com o CONWIP, sendo que serão discutidas as que obtiveram os resultados que mais impactaram, sendo as mesmas destacadas com cor azul.

Figura 49 – Questões específicas para o CONWIP

Questões específicas CONWIP										
Q2	Q6	Q8	Q12	Q17	Q19	Q20	Q25	Q26	Q27	Q29

Fonte: O autor (2013)

Para o bom funcionamento da técnica CONWIP é necessário limitar a quantidade de produtos em processo, de forma a lançar novos pedidos à fábrica somente após a conclusão dos pedidos anteriores, buscando um equilíbrio. A Q27 (Figura 50) questionou as empresas com relação à existência desse equilíbrio. Os resultados das empresas ETO apresentaram maior compatibilidade com a técnica, pois tais empresas responderam estar iniciando a produção de um novo pedido somente após a conclusão do pedido atual. As empresas MTS responderam ter dificuldades na obtenção do equilíbrio, o que pode prejudicar o desempenho da técnica CONWIP.

Figura 50 – Equilíbrio entre a entrada e a saída dos produtos

Q27	Existe um equilíbrio entre a entrada e a saída de produtos?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	5	-5	-5	5	5	2	-2

Fonte: O autor (2013)

Para a manutenção do fluxo constante de materiais em processo é importante que as limitações dos recursos (mão de obra e máquinas) sejam respeitadas. A Q19 (Figura 51) questionou as empresas com relação ao respeito por essas limitações. Dessa forma, os resultados constatados nas empresas ETO apresentaram maior compatibilidade com a técnica CONWIP, pois ambas alegaram considerar essas limitações. Observou-se que as empresas MTS estavam

encontrando dificuldade para respeitar as limitações, o que pode dificultar a utilização da técnica CONWIP.

Figura 51 – Consideração das limitações dos recursos

Q19 Os pedidos são lançados considerando as limitações dos recursos								
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-2	-2	-5	-5	2	5	2	-2

Fonte: O autor (2013)

O conhecimento do *lead time* de produção é importante para a técnica CONWIP e constituiu a Q12 (Figura 52). Dessa forma, independente do ambiente de produção, as empresas responderam possuir conhecimentos adequados de seu *lead time* de produção. Apenas a empresa 8 (MTO) alegou possuir dificuldades para estabelecimento do *lead time*, o que pode prejudicar a utilização da técnica.

Figura 52 – Conhecimento do *lead time* dos produtos

Q12 Conhecimento do lead time								
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	2	2	2	2	2	2	2	-5

Fonte: O autor (2013)

A organização do arranjo físico em células comuns tende a favorecer a utilização da técnica CONWIP e constituiu a Q25 (Figura 53). Dessa forma, os resultados encontrados nas empresas ATO demonstraram maior compatibilidade com a técnica, pois tais empresas responderam estar organizando o arranjo físico em células comuns. Os resultados negativos encontrados nas empresas 5 (ETO) e 8 (MTO) apresentaram menor compatibilidade com a técnica CONWIP e tendem a dificultar a utilização desta.

Figura 53 – Arranjo físico dividido em células comuns

Q25 O arranjo físico é dividido em células comuns?								
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	5	5	2	5	-2	2	5	-5

Fonte: O autor (2013)

O controle dos produtos em processo é um aspecto importante para o bom funcionamento da técnica CONWIP e constituiu a Q29 (Figura 54). Não foi

constatada qualquer relação com o ambiente de produção, sendo que cada empresa apresentou resultados distintos entre si.

Figura 54 – Utilização de mecanismos para controle de materiais em processo

Q29	A empresa utiliza mecanismos para controle intermediário de material?							
	empresa 1	empresa 2	empresa 3	empresa 4	empresa 5	empresa 6	empresa 7	empresa 8
	-5	5	-5	5	-5	5	5	-5

Fonte: O autor (2013)

Após a apresentação dos resultados, foi constatado que a técnica CONWIP apresentou-se com pontuação positiva nas empresas de ETO, ATO e MTO, apresentando maior compatibilidade com esses ambientes de produção. Esses resultados estão conforme o esperado pelas pontuações estabelecidas por esse trabalho uma vez que as características desses ambientes como a customização e a diversidade de produtos disponibilizada tendem a favorecer a utilização da técnica.

Nas empresas MTS não foi constatada relação com o ambiente de produção, sendo que foram verificados resultados diferentes entre as empresas. Esse fato sugere que a implantação da técnica CONWIP tende a ser dificultada pelas características das empresas deste ambiente de produção.

No entanto, observou-se uma limitação dos conhecimentos das empresas com relação à técnica CONWIP, baseando-se nas visitas e entrevistas realizadas.

4.3.7 Resumo por empresa

Após a discussão dos resultados por técnica, são apresentados os valores constatados em cada empresa considerando todas as seis técnicas e destacando as que obtiverem a maior pontuação em cada empresa (Figura 55). Dessa forma, este trabalho considerou a técnica que obteve a maior pontuação positiva em cada empresa como a técnica que tende a apresentar maior compatibilidade com a realidade das práticas de PCP da mesma. Tal observação é importante para posterior comparação com o foco de PCP cada empresa, determinado pelos gestores. O quadro completo com as pontuações consolidadas por empresa pode ser encontrado no apêndice D.

Figura 55 – Valores do questionário consolidados por empresa

Ambiente	Empresa	MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
ATO	empresa 1	-4	8	19	-2	4	4
	empresa 2	-21	17	-16	28	25	40
MTS	empresa 3	48	-4	55	-24	-19	-22
	empresa 4	55	13	32	-7	-4	10
ETO	empresa 5	-54	-1	-73	25	26	6
	empresa 6	-53	18	-30	60	54	49
MTO	empresa 7	-17	47	-29	51	28	48
	empresa 8	-33	-5	-19	-3	17	17

Fonte: O autor (2013)

4.4 ADERÊNCIA FOCO DO PCP COM A REALIDADE DA EMPRESA

4.4.1 Foco do PCP da empresa

Conforme o exposto do capítulo 3 foi realizado uma entrevista semiestruturada com os gestores do PCP de cada uma das empresas. O objetivo dessa entrevista foi o de conhecer o foco do PCP determinado pela gestão empresa, que escolheu uma opção dentre as seis possibilidades de foco disponibilizadas, conforme o apresentado pela Figura 3, na seção 2.6. Cada uma dessas seis possibilidades de foco possui uma associação com uma técnica de PCP em específico, também apresentada na Figura 3. Dessa forma, a Figura 56 apresenta o foco estabelecido pelos gestores de cada empresa e a técnica associada a este. O conhecimento do foco do PCP da empresa é importante para posterior comparação com a prática constatada pelos valores obtidos por meio da aplicação do questionário. Importante ressaltar que o estabelecimento do foco não foi determinado por meio da atribuição de valores.

Figura 56 – Foco do PCP da empresa

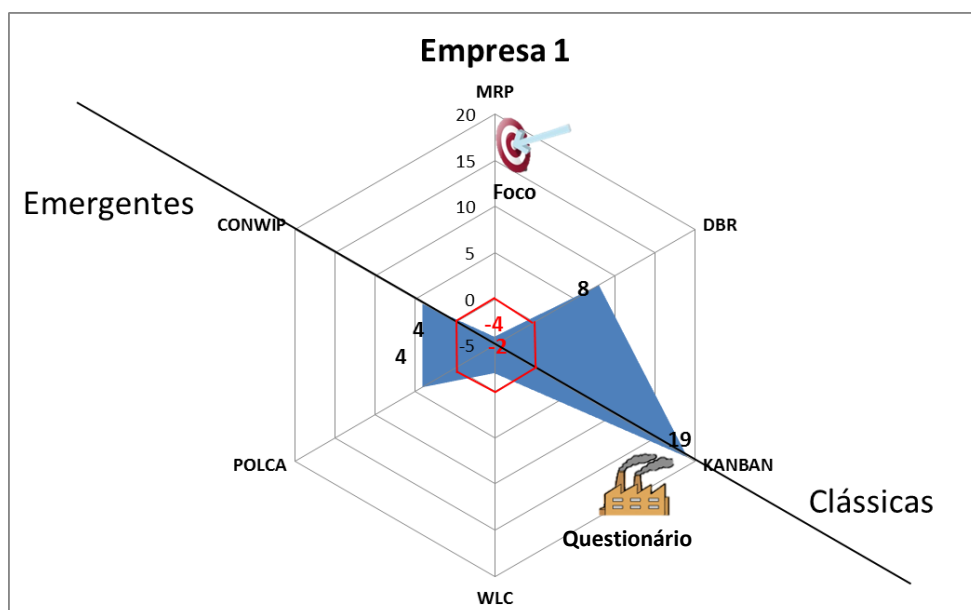
Empresa	Foco PCP da empresa	Técnica PCP associada
empresa 1	controle material	MRP
empresa 2	lead time	POLCA
empresa 3	controle material	MRP
empresa 4	capacidade	WLC
empresa 5	lead time	POLCA
empresa 6	lead time	POLCA
empresa 7	gargalos	DBR
empresa 8	controle material	MRP

Fonte: O autor (2013)

4.4.2 Aderência na Empresa 1

Para os gestores, o foco do PCP da empresa 1 (ATO) é o controle de materiais, que está associado à técnica MRP. Após a aplicação do questionário, constatou-se que a prática da empresa mostrou maior compatibilidade com a técnica *Kanban*, a qual, de acordo com o critério estabelecido por este trabalho, apresentou a maior pontuação positiva. Dessa forma, não foi observada aderência entre o foco do PCP com relação à realidade constatada na empresa (Figura 57).

Figura 57 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 1



Fonte: O autor (2013)

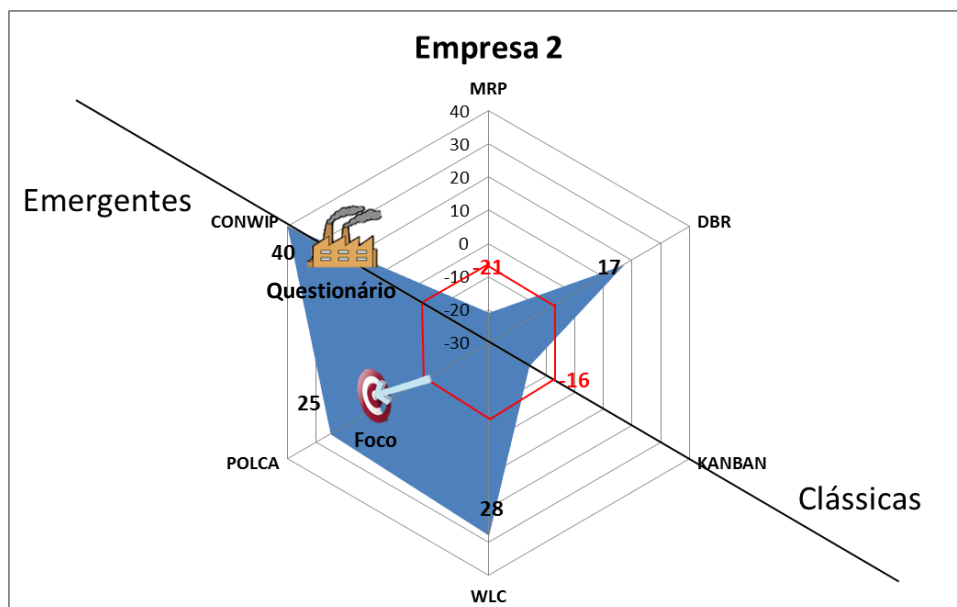
No entanto, apesar dos critérios estabelecidos por este trabalho, o *Kanban* e o MRP, não podem ser considerados como técnicas excludentes entre si. Ambas

pertencem à abordagem clássica de PCP e podem ser utilizadas em conjunto. Somado a isso, o MRP pode ser parametrizado de modo a transformar-se no que é conhecido como *Kanban* eletrônico. Além disso, a empresa 1 apresentou características que mais a aproximaram das técnicas pertencentes à abordagem clássica do PCP. No entanto, observou-se que os resultados negativos obtidos pela aplicação do questionário para o MRP sugerem que a realidade verificada no ambiente de produção tende a dificultar o desempenho da técnica.

4.4.3 Aderência na Empresa 2

Para os gestores, o foco do PCP da empresa 2 (ATO) é o controle do *lead time* de produção, que está associado à técnica POLCA. Após a aplicação do questionário constatou-se que a prática da empresa mostrou maior compatibilidade com a técnica CONWIP, a qual apresentou a maior pontuação positiva. Dessa forma, de acordo com os critérios estabelecidos para este trabalho, não foi observada aderência entre o foco do PCP com relação à realidade constatada na empresa (Figura 58).

Figura 58 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 2



Fonte: O autor (2013)

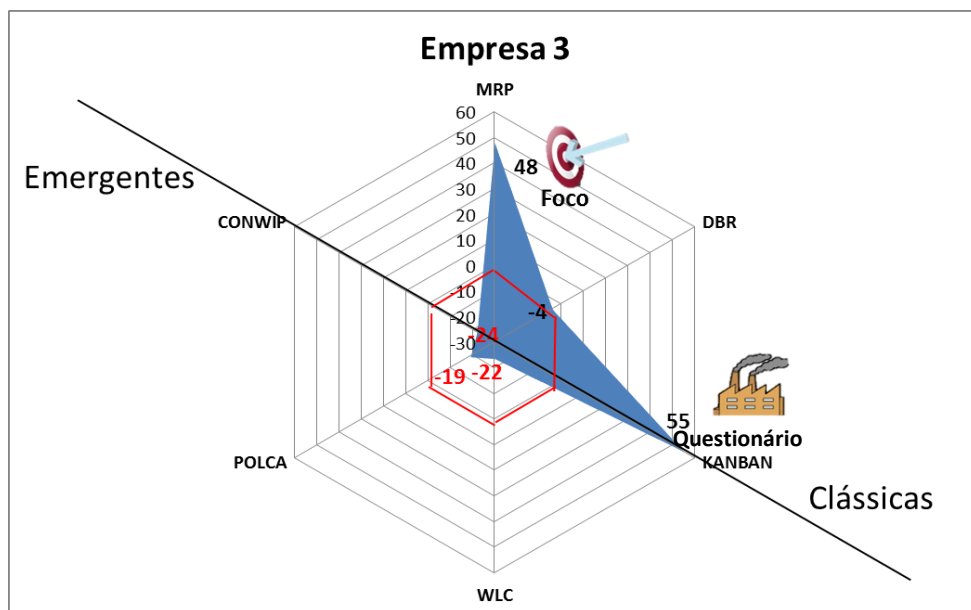
Além disso, diferentemente do observado na empresa 1, para a empresa 2 foi constatada uma maior tendência às três técnicas pertencentes à abordagem emergente de PCP sendo que as mesmas obtiveram resultados positivos. Dessa forma constatou-se que, apesar das duas empresas pertencerem ao mesmo

ambiente de produção (ATO), apresentaram características distintas. Entre estas está a possibilidade de customização dos produtos, sendo que na empresa 2 estava disponibilizando uma maior customização em relação à empresa 1.

4.4.4 Aderência na Empresa 3

Conforme os gestores, o foco do PCP da empresa 3 (MTS) é o controle dos materiais, que está associado à técnica MRP. Após a aplicação do questionário constatou-se que a prática da empresa mostrou maior compatibilidade com a técnica *Kanban*, a qual apresentou a maior pontuação positiva. Dessa forma, de acordo com os critérios estabelecidos para este trabalho, não foi observada aderência entre o foco do PCP com relação à realidade constatada na empresa (Figura 59).

Figura 59– Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 3



Fonte: O autor (2013)

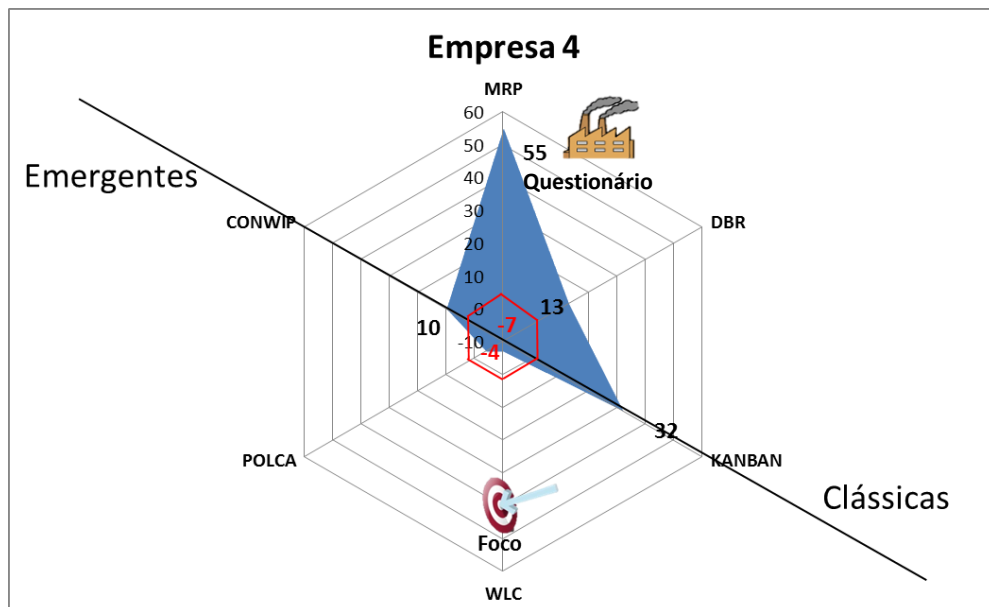
A empresa 3 apresentou uma tendência bastante positiva às técnicas clássicas de PCP ao passo que para as técnicas emergentes os valores verificados apresentaram-se como negativos. A forma de produção, a pouca possibilidade de customização e a baixa complexidade dos produtos podem estar contribuindo para esta tendência.

Além disso, da mesma forma que a empresa 1, pode-se ressaltar que, apesar das diferenças, as técnicas *Kanban* e MRP podem ser utilizadas em conjunto.

4.4.5 Aderência na Empresa 4

Conforme os gestores, o foco do PCP da empresa 4 (MTS) é o controle da capacidade produtiva, que está associada à técnica WLC. Após a aplicação do questionário constatou-se que a prática da empresa mostrou maior compatibilidade com a técnica MRP, a qual apresentou a maior pontuação positiva. Dessa forma, de acordo com os critérios estabelecidos para este trabalho, não foi observada aderência entre o foco do PCP com relação à realidade constatada na empresa (Figura 60).

Figura 60 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 4



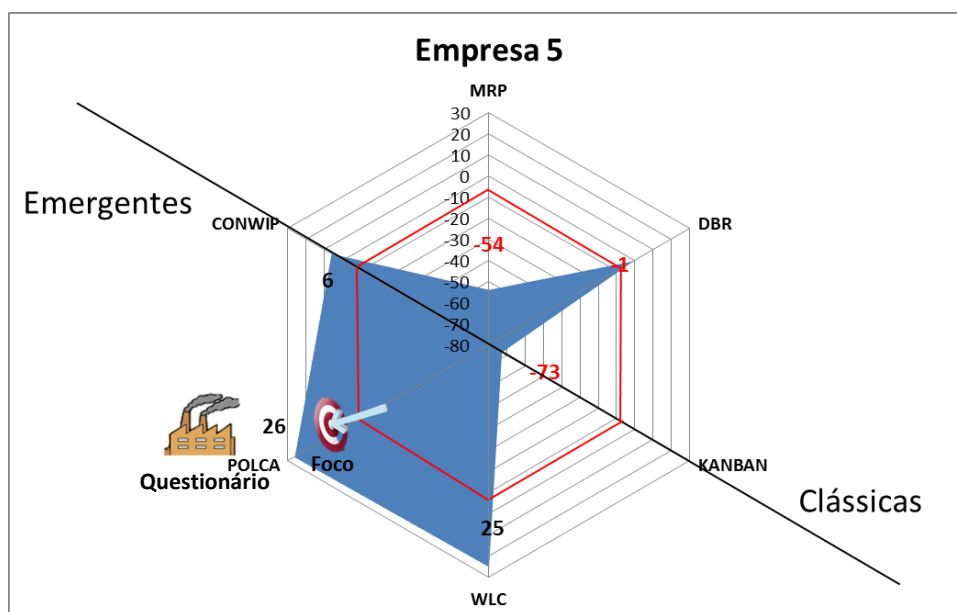
Fonte: O autor (2013)

A empresa 4 apresentou uma tendência bastante positiva às técnicas clássicas de PCP sendo que para as emergentes os valores verificados apresentaram-se como negativos. Essa tendência às técnicas clássicas pode estar relacionada à forma de produção, a pouca possibilidade de customização e a baixa complexidade dos produtos. Contudo, considerando os critérios estabelecidos para este trabalho, constatou-se que o foco do PCP da empresa estabelecido pelos gestores pertence à abordagem emergente de PCP e não está aderente com a prática verificada no ambiente de produção, que pertence à abordagem clássica de PCP.

4.4.6 Aderência na Empresa 5

Para os gestores, o foco do PCP da empresa 5 (ETO) é o controle do *lead time* de produção, que está associado à técnica POLCA. Após a aplicação do questionário constatou-se que a prática da empresa mostrou maior compatibilidade com a técnica POLCA, a qual apresentou a maior pontuação positiva. Dessa forma, de acordo com os critérios estabelecidos para este trabalho, foi observada aderência entre o foco do PCP com relação à realidade constatada na empresa (Figura 61).

Figura 61 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 5



Fonte: O autor (2013)

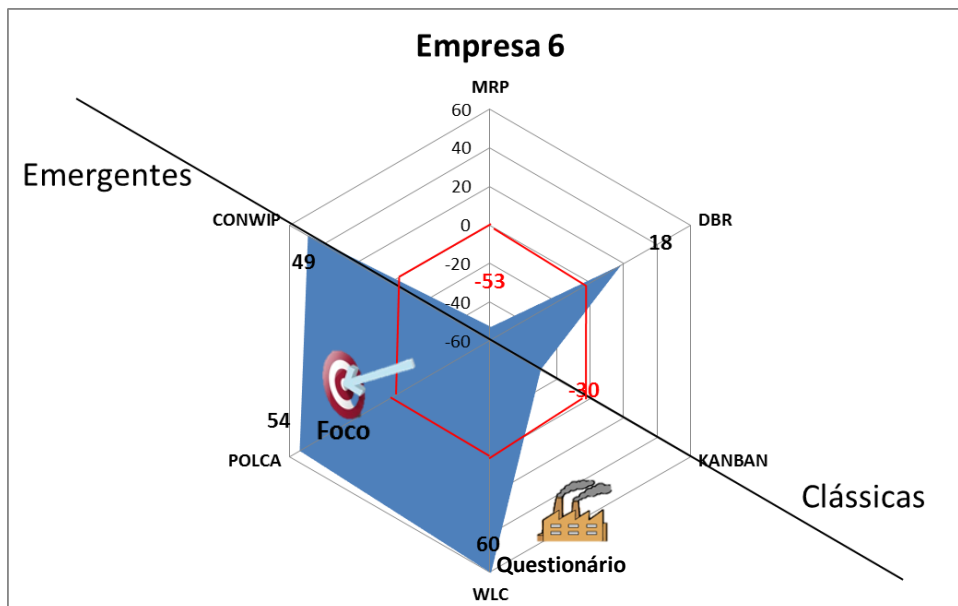
A empresa 5 apresentou também uma tendência bastante positiva às técnicas emergentes de PCP sendo que para as clássicas os valores verificados apresentaram-se como negativos. Essa tendência às técnicas emergentes pode estar relacionada à ampla possibilidade de customização e a grande complexidade dos produtos, fatores que tendem a favorecer a utilização das técnicas emergentes.

4.4.7 Aderência na Empresa 6

Para os gestores, o foco do PCP da empresa 6 (ETO) é o controle do *lead time* de produção, que está associada à técnica POLCA. Após a aplicação do questionário constatou-se que a prática da empresa mostrou maior compatibilidade com a técnica WLC, a qual apresentou a maior pontuação positiva. Dessa forma, de acordo com os critérios estabelecidos para este trabalho, não foi observada

aderência entre o foco do PCP com relação à realidade constatada na empresa (Figura 62).

Figura 62 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 6



Fonte: O autor (2013)

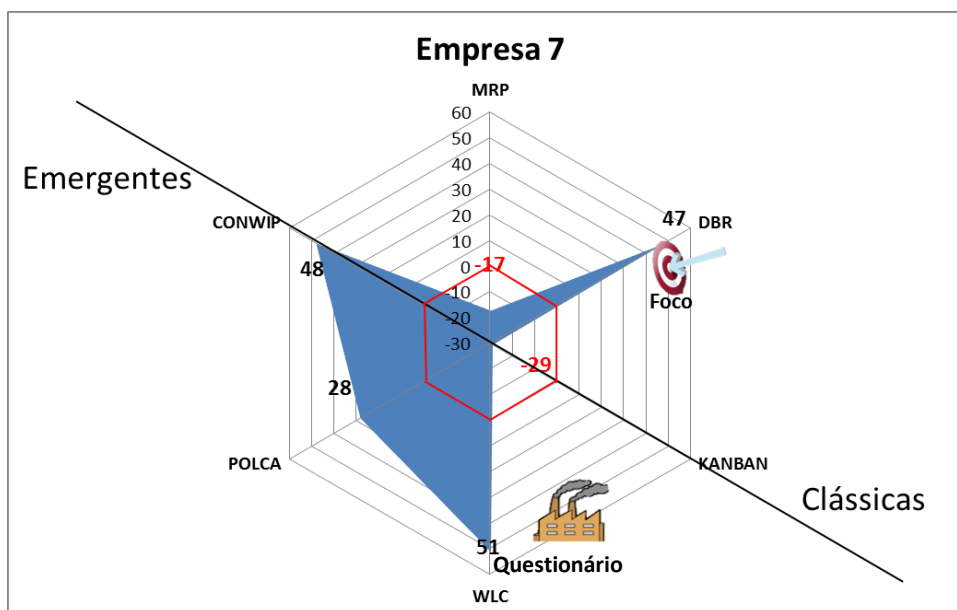
Contudo, apesar dos critérios determinados por este trabalho considerarem como dominante a técnica que apresentou a maior pontuação positiva, os valores positivos observados para a técnica POLCA também devem ser considerados.

Além disso, empresa 6 apresentou uma tendência bastante positiva às técnicas emergentes de PCP sendo que para as clássicas os valores verificados apresentaram-se como negativos. Essa tendência às técnicas emergentes pode estar relacionada à ampla possibilidade de customização e a grande complexidade dos produtos.

4.4.8 Aderência na Empresa 7

Para os gestores, o foco do PCP da empresa 7 (MTO) é o controle dos gargalos de produção que está associada à técnica DBR. Após a aplicação do questionário constatou-se que a prática da empresa mostrou maior compatibilidade com a técnica WLC, a qual apresentou a maior pontuação positiva. Dessa forma, de acordo com os critérios estabelecidos para este trabalho, não foi observada aderência entre o foco do PCP com relação à realidade constatada na empresa (Figura 63).

Figura 63 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 7



Fonte: O autor (2013)

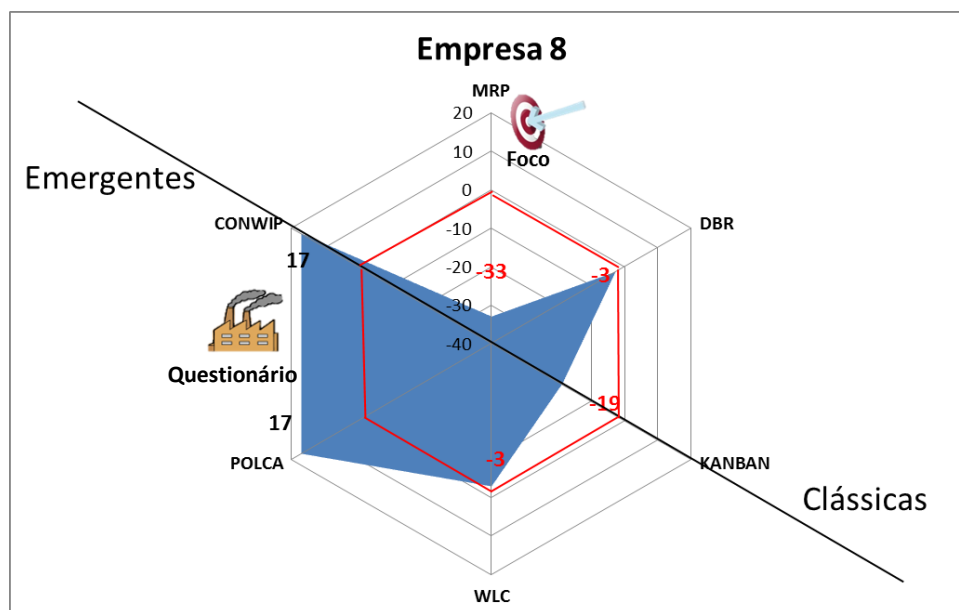
Contudo, apesar dos critérios determinados por este trabalho considerarem como dominante a técnica que apresentou a maior pontuação positiva, os valores positivos observados para a técnica DBR também devem ser considerados.

Além disso, empresa 7 apresentou uma tendência bastante positiva às técnicas emergentes de PCP sendo que para as clássicas os valores verificados apresentaram-se como negativos. Essa tendência às técnicas emergentes pode estar relacionada a ampla possibilidade de customização e a grande complexidade dos produtos.

4.4.9 Aderência na Empresa 8

Para os gestores, o foco do PCP da empresa 8 (MTO) é o controle dos materiais, que está associada à técnica MRP. Após a aplicação do questionário constatou-se que a prática da empresa mostrou maior compatibilidade com as técnicas POLCA e CONWIP, as quais apresentaram as maiores pontuações positivas. Dessa forma, de acordo com os critérios estabelecidos para este trabalho, não foi observada aderência entre o foco do PCP com relação à realidade constatada na empresa (Figura 54).

Figura 64 – Aderência entre foco e prática do PCP da empresa 8



Fonte: O autor (2013)

A empresa 8 apresentou uma tendência bastante positiva às técnicas emergentes de PCP sendo que para as clássicas os valores verificados apresentaram-se como negativos. As técnicas POLCA e CONWIP apresentaram pontuações iguais. Dessa forma, não foi possível estabelecer precisamente qual a prática de PCP predominante na empresa. Além disso, constatou-se que o foco do PCP da empresa estabelecido pelos gestores pertence à abordagem clássica de PCP e não está aderente com a prática verificada no ambiente de produção, que pertence à abordagem emergente de PCP.

4.4.10 Resumo aderência foco e práticas de PCP

De acordo com os critérios estabelecidos para este trabalho, somente foi observada maior aderência entre o foco e as práticas do PCP na empresa 5 (ETO). A técnica que se sobressaiu em ambos foi a POLCA, relacionada ao controle do *lead time* de produção. Essa busca pelo melhor controle do *lead time* é considerado pela empresa 5 como o principal diferencial em virtude das características da empresa, principalmente a grande possibilidade de customização, e pôde ser percebida durante as entrevistas, tanto no nível operacional quanto no de gestão. Essa aderência tende a proporcionar vantagens competitivas à empresa.

Por outro lado, nas outras sete empresas foi constatada menor aderência entre o foco e as práticas do PCP, de acordo com os critérios estabelecidos pelo trabalho. Esse resultado pode ser em decorrência da dificuldade de alinhamento de diretrizes e informações entre a gestão e o nível operacional. Também pode ser decorrente de algumas percepções incompletas de PCP constatadas nessas empresas que, por exemplo, estavam considerando algumas técnicas como o MRP apenas como um *software*, conforme o comentado pela seção 4.3.1. Além disso, essa falta de aderência pode ser agravada em virtude da utilização de *softwares* que sugerem métodos universais de controle de PCP, sem levar em consideração a realidade e as características de cada empresa além de apresentarem maior disponibilidade de oferta no mercado. Contudo, os valores de algumas técnicas apresentaram-se próximos à técnica que obteve a maior pontuação, o que sugere que os mesmos não podem ser desconsiderados.

A Figura 65 apresenta um resumo da aderência entre o foco e as práticas de PCP observada nas empresas da amostra.

Figura 65 – Resumo aderência entre foco e práticas de PCP

Ambiente de produção	Empresa	Aderência foco e práticas de PCP
ATO	Empresa 1	menor aderência
	Empresa 2	menor aderência
MTS	Empresa 3	menor aderência
	Empresa 4	menor aderência
ETO	Empresa 5	maior aderência
	Empresa 6	menor aderência
MTO	Empresa 7	menor aderência
	Empresa 8	menor aderência

Fonte: O autor (2013)

4.5 DISCUSSÃO FINAL

Com base nos resultados obtidos por meio da aplicação do instrumento de pesquisa para profissionais da área de PCP das empresas da amostra, constatou-se que os valores obtidos para as técnicas POLCA e CONWIP pouco diferem entre si, sendo que em duas das empresas tais valores foram idênticos. Além disso, os valores para as técnicas POLCA e CONWIP apresentaram-se como positivos para

as empresas de todos os ambientes de produção, exceto as MTS, o que sugere uma compatibilidade com esses ambientes. Contudo, a limitada quantidade de estudos sobre tais técnicas, conforme o comentado por Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) pode ter influenciado o instrumento de pesquisa de forma que o mesmo não tenha conseguido captar a essência dessas técnicas. Em virtude disso, faz-se necessário maior aprofundamento na análise de tais técnicas.

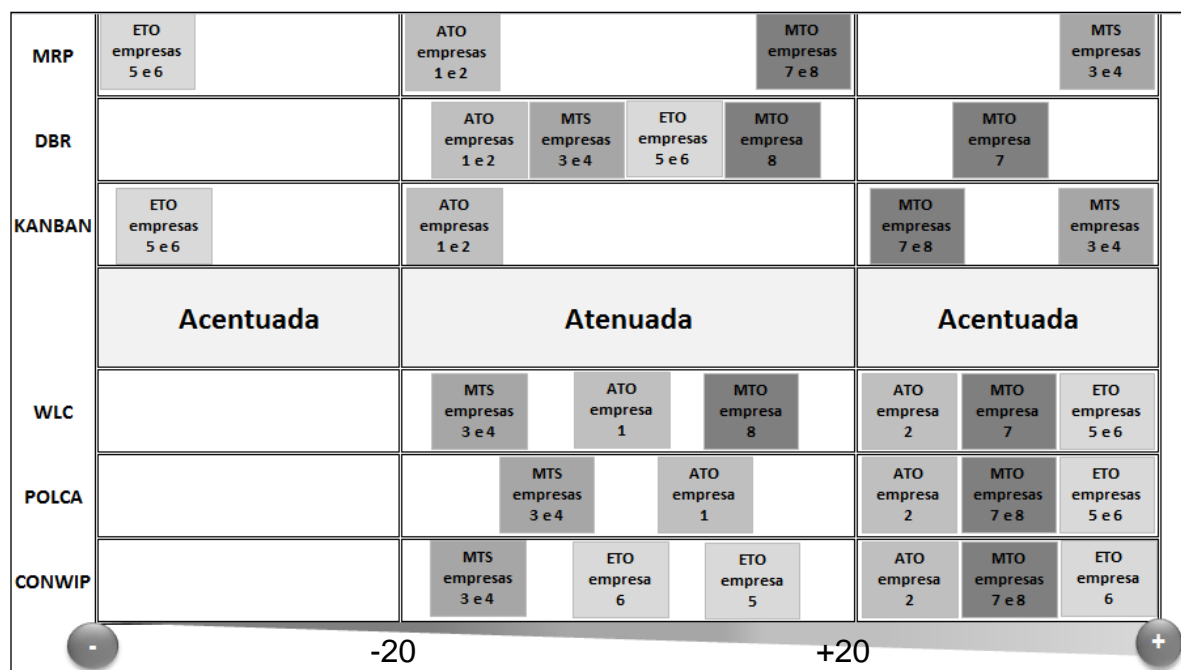
Nas empresas do ambiente de produção ETO, os valores obtidos demonstraram grande amplitude: para as técnicas clássicas MRP e *Kanban* apresentaram forte tendência negativa, ao passo que para as técnicas emergentes WLC, POLCA e CONWIP, apresentaram forte tendência positiva.

Além disso, em todas as empresas, apesar de uma técnica ter apresentado a maior pontuação positiva, os valores obtidos junto ao instrumento de pesquisa também apontaram resultados positivos para outras técnicas, o que sugere uma combinação entre as mesmas.

Outro ponto a ser ressaltado foi o que os resultados verificados em algumas técnicas, para algumas empresas individualmente ou por ambientes de produção, apresentaram uma grande amplitude, o que sugeriu uma compatibilidade alta ou baixa. Dessa forma, foram categorizados como sendo muitos acentuados de forma positiva (pontuações maior ou igual a 20), ou negativa (pontuações menor ou igual a -20), ou também categorizados como sendo atenuados, com valores contidos no intervalo entre 20 e -20, sendo, assim, considerados como moderados (Figura 66). Como exemplo, os valores constatados para *Kanban* e MRP apresentaram-se como acentuados de forma negativa para as empresas ETO, o que sugere uma incompatibilidade dos sistemas adotados por essas empresas com tais técnicas ao passo que para as empresas MTS os valores constatados para o *Kanban* e o MRP apresentaram-se acentuados de forma positiva, o que tende a favorecer a utilização destas.

Dessa forma, como esses resultados estão dentro do esperado pelas pontuações determinadas para este trabalho, embasadas pela literatura, sugere que o instrumento de pesquisa tenha conseguido captar corretamente a essência para essas técnicas.

Figura 66 – Amplitude dos resultados por empresa



Fonte: O autor (2013)

5 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste estudo foi validar um instrumento desenvolvido para avaliação da aderência entre as abordagens de PCP assumidas como o foco das empresas e as práticas verificadas em seus sistemas produtivos.

A identificação e caracterização dos diferentes tipos de classificação das abordagens de PCP discutidas pela literatura atual foram apresentadas pela seção 2.3, na qual destacaram os ambientes de produção MTO, MTS, ETO e ATO. Também foram identificadas e delimitadas as seis técnicas de PCP estudadas neste trabalho, sendo três delas (MRP, DBR e *Kanban*) pertencentes à abordagem clássica do PCP ao passo que as outras três (WLC, POLCA e CONWIP) pertencentes à abordagem emergente de PCP. As técnicas selecionadas apresentaram características que puderam diferenciá-las umas das outras.

Essas seis técnicas de PCP foram discutidas de acordo com as seguintes perspectivas: conceito, pré-requisitos, *modus operandi*, benefícios e considerações, conforme o apresentado pela seção 2.5. Após, na seção 2.6, foram identificados parâmetros de categorização do PCP, dentre estes a variedade de produtos, capacidade dos recursos de produção, o controle do inventário e customização disponibilizada, que são importantes para escolha da técnica de PCP. Esses parâmetros foram utilizados para a elaboração de um instrumento de avaliação para verificação da aderência das abordagens de PCP, associada às seis técnicas bem como aos quatro ambientes de produção. Essa associação consistiu no uso de pontuações, que permitiram uma identificação de tendência para cada técnica.

Dessa forma, foi utilizada uma entrevista semiestruturada com os com os gestores, para constatação do foco do PCP da empresa e um questionário com perguntas fechadas que foram aplicadas a especialistas de PCP de oito empresas do segmento metalmeccânico da Serra Gaúcha, com o objetivo de identificar a prática de PCP da empresa, conforme apresentado pela seção 3.5. O questionário foi estruturado com 42 perguntas baseadas em parâmetros e que foram associadas e pontuadas de acordo com a influência exercida sobre cada técnica.

As entrevistas foram realizadas separadamente e, desta forma, foi possível minimizar interferências entre as partes, de modo a favorecer o entendimento de cada uma delas.

As oito empresas escolhidas foram apropriadas para o estudo, uma vez que seus ambientes de produção eram bem definidos e com características que puderam diferenciá-los entre si, sendo que a amostra foi constituída por duas empresas de cada ambiente de produção. As pesquisas realizadas com os gestores mostraram-se adequadas para o conhecimento do foco do PCP desejado pela empresa.

No capítulo 4 foram apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação do instrumento de pesquisa, onde cada técnica de PCP foi analisada separadamente sendo que ao final de tal capítulo também foram apresentados os resultados consolidados observados por empresa, verificando a aderência entre o foco do PCP determinado pelos gestores com as práticas constatadas no ambiente de produção. No entanto, como uma maior aderência entre o foco e a prática foi observada somente em uma empresa, existe a possibilidade de o instrumento não ter conseguido captar corretamente essa aderência nas sete outras empresas, o que sugere um maior aferimento deste por meio de uma revisão nos parâmetros bem como nas questões.

Também é importante lembrar que o instrumento foi elaborado de forma a englobar questões aplicáveis, em maior ou menor grau, a todos os quatro ambientes de produção e, dessa forma, alguns resultados podem ser sido influenciados. Além disso, para estudos futuros, as pontuações, que foram atribuídas pelo autor, com base no referencial, poderiam ser submetidas a especialistas de PCP, por meio de um método Delphi, por exemplo, para efeitos de validação.

Para estudos futuros, também se sugere um maior refinamento do instrumento de pesquisa utilizando recursos de programas de informática, buscando realizar simulações com dados reais de empresas. Outra forma para validação dos resultados apresentados pelo instrumento consiste na seleção e utilização de indicadores de desempenho, como exemplo índices de eficiência e giro dos estoques. Também se sugere fazer uma análise somente das questões específicas direcionadas a cada técnica a fim de verificar possíveis alterações nas pontuações finais bem como a utilização de pesos diferentes, de acordo com a importância, para cada questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, G.; HENDRY, L.; KINGSMAN, B. Competitive advantage customization and a new taxonomy for non make-to-stock companies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 4, 1999.

AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY. **APICS Dictionary**. 7.ed. Falls Church: American Production and Inventory Control Society, 1992.

ARTIBA, A.; ELMAGHRABY, S. E. **The planning and scheduling of production systems**: methodologies and applications, London: Chapman e Hall, 1996.

BECHTE, W. Theory and practice of load-oriented manufacturing control. **International Journal of Production Research**, v. 26, n. 3, 1988.

BERTRAND, J.W.M; MUNTSLAG, D.R. Production control in engineer-to-order firms. **International Journal of Production Economics**, n. 30, 1993.

_____; VAN OOIJEN, H. P. G. Workload based order release and productivity: a missing link. **Production Planning & Control**, n. 13, 2002.

_____; WORTMANN, J. C. **Production control and information systems for component-manufacturing shops**. Michigan: Elsevier Scientific Publishing Company, 1981.

BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

BONNEY, M. Reflections on production planning and control. **Gestão & Produção**, v. 7, n.3, 2000.

BONVIK, A. M.; COUCH, C. E.; GERSHWIN, S. B. A comparison of Production-Line Control Mechanisms. **International Journal of Production Research**, v. 35, n. 3, 1997.

BOONLERTVANICH, K. **Extended-CONWIP-KANBAN system**: Control and Performance Analysis. 2005. 260 f. Tese (Doctor of Philosophy) Georgia Institute of Technology, School of Industrial and System Engineering, Atlanta, 2005.

BROWNE, J.; HARHEN, J.; SHIVNAN, J. **Production Management Systems**: a CIM Perspective. Wokinghan: Addison-Wesley Publishing Company, 1988.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHASE, R.B.; JACOBS, F.R.; AQUILANO, N.J. **Administração de Produção e Operações para Vantagem Competitiva**. 11. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2006.

CORRÊA, C. A.; CORRÊA, H. L. **Administração de produção e operações, manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1996.

_____; _____; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

DAVIS, M. M., AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman. 2003.

DiMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. **American Sociological Review**, n. 48. 1983.

FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas de exportação do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/capa/index.php>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

FERNANDES, N. O. G. **Contribuições para o controlo da actividade de produção no sector de produção por encomenda**. 2007. 170 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Guimarães, 2007.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. Production control systems: literature review, classification, and insights regarding practical application. **African Journal of Business Management**, v. 5, n. 14, 2011.

_____; SANTORO, M. C. Avaliação do grau de prioridade e do foco do planejamento e controle de produção (PCP): modelos e estudos de casos. **Gestão & Produção**. v. 12, n. 1, 2005.

FERNANDES, F.C.F.; TAHARA, C.S. Um Sistema de Controle da Produção para a Manufatura Celular - Parte I: Sistema de Apoio à Decisão para a Elaboração do Programa Mestre de Produção. **Gestão & Produção**. v. 3, n. 2, 1996.

FRANKS, S. **Material Requirements Planning** – Rest in Peace. SAPICS, 1995.

GAALMAN, G. J. C., PERONA, M., Editorial workload control in job-shops. **Production Planning and Control**, v.13 n. 7. 2002.

GAITHER, N., FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2005.

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

GOLDRATT, E. M. **What is this thing called Theory of Constraints and how should it be implemented?** New York: North River Press, 1990.

GOUNET, T. **Fordismo e Toyotismo na civilização do automóvel**. São Paulo: Boitempo, 1999.

GRAVES, R. J.; KONOPKA, J. M.; MILNE, R. J. Literature review of materials flow control mechanisms. **Production Planning and Control**, v. 6 n. 5, 1995.

GUNASEKARAN, A.; NGAI, E. W. T. Information Systems in Supply Chain Integration and Management. **European Journal of Operational Research**, n. 155, 2004.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1995.

HALL, W. R. **Driving the productivity machine**: Production Planning and Control in Japan. Falls Church: American Production and Inventory Control Society, 1981.

HALLGREN, M.; OLHAGER, J. Differentiating manufacturing focus. **International Journal of Production Research**, v. 44, n 18-19, 2006.

HASKOSE, A.; KINGSMAN, B. G.; WORTHINGTON, D. Modelling Flow and Jobbing Shops as a Queuing Network for Workload Control. **International Journal of Production Economics**, v. 78, 2002.

HAX, A.; CANDEA, D. **Production and inventory management**. New Jersey: Prentice Hall, 1984.

HENDRY, L.; KINGSMAN, G. A decision support system for job release in make to order companies. **International Journal of Operations and Production Management**. v. 11 n. 6; 1991.

HENRICH, P.; LAND, M. J.; GAALMAN, G. Exploring applicability of the workload control concept. **International Journal of Production Economics**, v. 90, 2004.

HICKS, C.; BRAIDEN, P.M. Computer-aided production management issue in the engineer-to-order production of complex capital goods explored using a simulation approach. **International Journal of Production Research**. v. 38 n. 18, 2000.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M.L. **Factory physics**: foundations of manufacturing management. Chicago: Irwin. 2000.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006, disponível em: <http://www.sebrae.com.br>.

JONSSON, P., MATTSSON, S.A. The implications of fit between planning environments and manufacturing planning and control methods. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23 n. 8, 2003.

JUNQUEIRA, G. S. **Análise das possibilidades de utilização de sistemas supervisórios no planejamento e controle de produção**. 2003. 143 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2003.

KARMAKAR, U. Getting control of just in time. **Harvard Business Review**, v. 6 1989.

KINGSMAN, B. G. Modeling input-output workload control for dynamic capacity planning in production planning systems. **International Journal of Production Economics**, v. 13 n. 7, 2000.

KINGSMAN, B. G.; HENDRY, L. C. The relative contributions of input and output controls on the performance of a workload control system in make to order companies. **Production Planning and Control**, n. 13, 2002.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Operations management: Process and Value Chains**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

LAGE JÚNIOR, M., GODINHO FILHO, M. Adaptações ao sistema *Kanban*: revisão, classificação, análise e avaliação. **Gestão & Produção**, v.15, n. 1, 2008.

LAMPEL, J.; MINTZBERG, H. Customizing Customization. **Sloan Management Review**, v. 38 n.1, 1996.

LAND, M. J.; GAALMAN, G. Workload control concepts in job-shops – a critical assessment. **International Journal of Production Economics**, v. 46-47, 1996.

LAURINDO, F.J.B., MESQUITA, M.A. Material Requirements Planning: 25 anos de história – uma revisão do passado e prospecção do futuro. **Gestão & Produção**, v. 7 n. 3, 2000.

LUMMUS, R.R.; VOKURKA, R.J.; ALBER, K.L. Strategic supply chain planning. **Production and Inventory Management Journal**, v. 39, n.3, 1998.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARSHALL, P.; ABERNATHY, W.; MILLER, J.; OLSEN, R.; ROSENBLOON, R.; WYCRIF, D. **Operations Management: Text and Cases**. Salem: Bookbyte, 1975.

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

MELCHERT, E. R.; FRANCISCHINI, P. G. Análise Comparativa de sistemas híbridos de controle da produção e sua adequação ao novo ambiente competitivo. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec. 1996.

MING-WEI, J.;SHI-LIAN, L. A hybrid sistem of manufacturing resource planning and Just-in-time manufacturing. **Computers in Industry**, v. 19, 1992.

MONDEN, Y; Adaptable *Kanban* system helps Toyota maintain just-in-time production. **Industrial Engineering**, v. 13 n. 5, 1981.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLHAGER, J.; RUDBERG, M.; WIKNER, J. Long-term capacity management: linking the perspectives from manufacturing strategy and sales and operations planning. **International Journal of Production Economics**, n.69, 2001.

OLHAGER, J.; SELLDIN, E. Manufacturing planning and control approaches: market alignment and performance. **International Journal of Production Research**, v. 15 n. 6, 2007.

ORLICKY, J. **Materials Requirement Planning**. New York: McGrawHill, 1975.

PAIVA, E. L.; CARVALHO JR J. M. de; FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégia de produção e de operações**: conceitos, melhores práticas, visão de futuro. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PIRES, S. Gestão da cadeia de suprimentos e modelos de consórcio modular. **Revista de Administração**, v. 33, n.3, 1998.

PLOSSL, G. W. **Production and inventory control**: principles and techniques. 2. ed. New Jersey:Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1985

PORTER, K.;LITTLE, D.; PECK, M.: ROLLINS, R. Manufacturing Classifications: relationships with production control systems. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 1 n. 4, 1999.

QUEIROZ, M. I. P. **Relatos orais**: do “indizível” ao “dizível”. São Paulo: EDUSP , 1985.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1999.

ROBBINS, S. P. **Comportamento organizacional**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

SERENO, B.; SILVA, D. S. A. da.; LEONARDO, D. G.; SAMPAIO, M. Método Híbrido CONWIP/KANBAN: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, 2011.

SKINNER, W. Manufacturing: missing link in corporate strategy, **Harvard Business Review**, may-june, 1969.

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

SPEARMAN, M. L.; On the theory of constraints and the goal system. **Productio.. and Operations Management**, v.6, n.1, 1997.

SPEARMAN, M. L.; WOODRUFF, D. L.; HOPP, W. J. Conwip: A pull alternative to *Kanban*. **International Journal of Production Research**, v. 15, n. 6, 1990.

STEVENSON, M. Refining a Workload Control (WLC) concept: a case study. **International Journal of Production Research**, v. 44, n. 4, 2006.

_____ ; HENDRY, L. Aggregated load-oriented workload control: a review and re-classification of a key approach. **International Journal of Production Economics**, v. 104, n. 2, 2006.

_____ ; HENDRY, L.; KINGSMAN, B.G. A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. **International Journal of Production Research**, v. 43 n. 5, 2005.

SURI, R. **Quick response manufacturing**: a company-wide approach to lead time reduction. Portland: Productivity Press, 1998.

_____ ; KRISHNAMURTHY, A. **How to plan and implement POLCA**: a material control system for high-variety or custom-engineered products. Technical Report. Center for Quick Response Manufacturing, Madison University of Wisconsin, 2003.

TENHIÄLÄ, A. Contingency theory of capacity planning: the link between process types and planning methods. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 1-2, 2010.

TZU, S. **A Arte da Guerra**. São Paulo: Martins Claret, 2006.

VAN BERKEL, O. V. **Production Planning and Control method in an engineer-to-order environment**: case study at Bosch Resxroth. 2010. 80 f. Dissertação (Master Supply Chain Management) Tilburg University, Master Supply Chain Management, Tilburg, 2010.

VAN HOEK, R.I. Postponed manufacturing: a case study in the food supply chain. **Supply Chain Management**, v. 2, n. 2, 1997.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C. **Manufacturing Planning and Control Systems**, 4. ed. New York: Irwin/McGraw-Hill, 1997.

_____ ; _____ ; _____ ; JACOBS, F. R. **Sistemas de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

WAGNER, T.; GURALNIK, V.; PHELPS, J. TAEMS agents: enabling dynamic distributed supply chain management. **Electronics Commerce Research and Applications**, v. 2, 2003.

WAHLERS, J. L.; COX, J. F. Competitive factors and performance measurement: applying the theory of constraints to meet customer needs. **International Journal of Production Economics**, n. 37, 1994.

WIENDAHL, H. P.; GLÄSSNER, J.; PETERMANN, D. Application of load-oriented manufacturing control in industry. **Production Planning & Control**, v. 3, n. 2, 1992.

_____. **Load oriented manufacturing control**. New York: Springer, 1995.

WIERS, C. S.; STOOP, P. M. The complexity of scheduling in practice. **International Journal of Operations & Production Management**, v.16, n.10, 1996.

WIGHT, O. W. Input/output control: a real handle on lead time. **Production and Inventory Management Journal**, v. 11, n. 3, 1970.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A máquina que mudou o mundo**. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOOD JR, T. Fordismo, Toyotismo e Volvismo: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. **Revista de Administração de Empresas**, v. 4 n. 32, 1992.

YEN, H. R.; SHEU, C. Aligning ERP implementation with competitive priorities of manufacturing firms: an exploratory study. **International Journal of Production Economics**, v. 92, n.3, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZÄPFEL, G.; MISSBAUER, H. New concepts for production planning and control. **European Journal of Operational Research**, v. 67, 1993.

ZILBOVICIOUS, M. **Modelos para a produção, produção de modelos: contribuição à análise da gênese, lógica e difusão do modelo japonês**. São Paulo: Anna Blume/ FAPESP 1999.

APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM OS GESTORES

1. Qual é a forma de organização do PCP de sua empresa atualmente?
2. Quais as técnicas/ferramentas/sistemas utilizados?
3. O que influenciou a escolha por uma técnicas/ferramentas/sistemas em sua empresa?
4. Quais parâmetros devem ser considerados no momento de escolher uma técnica/ferramenta/sistema de PCP?
5. Dentre as seguintes opções escolha a que melhor representa o foco o PCP buscado por sua empresa:
 - () redução de estoques
 - () controle do materiais
 - () controle dos gargalos de produção
 - () controle da capacidade dos recursos produtivos
 - () controle dos *lead times* de produção
 - () redução do WIP

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO E PONTUAÇÕES

QUESTÕES DE CARACTERIZAÇÃO		
QA	quantos funcionários trabalham atualmente na empresa?	<div style="text-align: right;">até 50</div> <div style="text-align: right;">de 50 a 499</div> <div style="text-align: right;">mais de 500</div>
QB	a empresa possui setores para a fabricação de compon	<div>sim</div> <div>não</div>
QC	qual é o percentual de componentes fabricados internamente?	<div>até 20%</div> <div>de 21 a 40%</div> <div>de 41 a 60%</div> <div>acima de 60%</div> <div>zero</div>
QD	qual o seu cargo e tempo de empresa?	
QE	como o capital social da empresa está constituído?	<div>100% nacional</div> <div>maior parte nacional</div> <div>50% nacional e estrangeiro</div> <div>maior parte estrangeiro</div> <div>100% estrangeiro</div>
QF	qual a forma utilizada atualmente para planejar a produção de sua empresa? (componentes e produto	
QG	qual é o indicador utilizado para medir a eficiência global	
QH	há quanto tempo a empresa utiliza a forma de planejamento atual?	xx anos
QI	quais os principais entraves ao cumprimento dos tempos de entrega?	
QJ	quais são as principais dificuldades que a sua empresa enfrenta no momento do planejamento da produção?	<div>falta e/ou imprecisão das informações</div> <div>baixa precisão nos registros de estoque</div> <div>excesso de produtos em processo</div> <div>alterações constantes do sequenciamento produtivo</div> <div>dificuldades em atender prazos</div>
QK	na sua opinião o sistema de planejamento da produção utilizado atualmente por sua empresa está adequado às necessidades da mesma?	<div>Sim</div> <div>Não</div> <div>Por que??</div>
QL	qual a frequência das previsões de demanda?	<div>semanal</div> <div>quinzenal</div> <div>mensal</div> <div>semestral</div> <div>outro (qual?) _____</div> <div>não utilizamos</div>

QUESTÕES GENÉRICAS E ESPECÍFICAS		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP	
1	Qual a forma de gerenciamento da produção utilizada?	puxada	0	0	5	5	0	0
		empurrada	5	0	0	0	0	0
		híbrida (puxada + empurrada)	0	5	0	0	5	5
2	Os componentes e conjuntos somente são produzidos e transportados entre os centros de trabalho mediante ordem ou cartão de autorização	sim	0	0	5	0	5	5
		não	0	0	-5	0	-5	-5
3	Como pode ser considerada a variedade e a saída de produtos da empresa?	produção unitária - grande variedade	-5	5	-5	5	5	-5
		produção em lote - grande variedade	-5	5	-5	5	0	5
		produção em série - pequena variedade	5	0	2	0	0	2
		produção em massa	2	0	5	0	0	5
4	O produto final é produzido:	em grandes lotes	5	0	5	5	0	0
		em pequenos lotes	-5	5	-5	0	5	5
5	qual a diversidade de produtos que a empresa disponibiliza ao mercado?	de 1 a 50 produtos	5	0	5	0	0	0
		de 51 a 200 produtos	2	0	2	0	0	0
		de 201 a 500 produtos	-2	0	-2	2	2	2
		mais de 500 produtos	-5	0	-5	5	5	5
6	a empresa utiliza indicadores de eficiência global?	Sim	0	5	0	5	5	5
		Não	0	-5	0	-5	-5	-5
7	são realizados controles nos centros de trabalho para garantir que peças não conforme não sejam enviadas ao processo subsequente	sim	0	0	5	0	0	0
		não	0	0	-5	0	0	0
8	no momento da produção, os componentes são fabricados apenas na quantidade especificada na ordem ou cartão	sim	0	0	5	0	5	5
		não	0	0	-5	0	-5	-5
9	os tempos de preparação de máquinas e troca de ferramentas (set up) são controlados	sim	0	0	5	0	0	0
		não	0	0	-5	0	0	0
10	existe algum mecanismo/sistema que autorize o início da produção	sim	0	0	0	0	5	0
		não	0	0	0	0	-5	0
11	quais os principais gargalos?	_____	0	5	0	5	5	5
		não sabemos	0	-5	0	-5	-5	-5
12	a empresa possui um conhecimento do tempo médio de produção dos principais produtos de aproximadamente	100%	5	5	0	2	2	2
		entre 80% e 99%	2	2	0	2	2	2
		menos de 80%	-2	-2	0	2	2	2
		não sabemos precisamente	-5	-5	0	-5	-5	-5
13	a empresa utiliza um Plano Mestre de Produção?	Sim	5	5	0	0	0	0
		Não	-5	-5	0	0	0	0
14	como é a constituição desse Plano Mestre de Produção?	somente pedidos em casa	5	5	0	0	0	0
		somente pela previsão da demanda	2	2	0	0	0	0
		por pedidos em casa e pela previsão	2	2	0	0	0	0
		não utilizamos	-5	-5	0	0	0	0
15	como é a política de atendimento da demanda adotada por sua empresa?	MTS	5	2	5	0	0	0
		ATO	2	2	2	0	0	0
		MTO	-2	5	-2	5	5	5
		ETO	-5	-5	-5	5	5	5
16	como pode ser definida o processo de customização que a empresa disponibiliza aos clientes?	todas as características são definidas junto com o cliente	-5	-5	-5	5	2	2
		um produto padrão é oferecido e adaptado às necessidades do mesmo	-2	5	-2	5	5	5
		o cliente pode apenas definir ou acrescentar alguns opcionais	0	2	0	0	0	0
		estrutura produção em massa, possibilita alterações em cor ou embalagem	2	0	2	0	0	0
		projeto pré-estabelecido distribuído comum ao mercado, sem interferências	5	0	5	0	0	0
17	a arranjo físico está organizado, predominantemente	por processos	0	0	5	5	5	5
		por produtos	0	0	-5	-5	-5	-5
18	alguma regra de sequenciamento da produção é utilizada? Qual?	FIFO - ordem de chegada	0	0	0	5	0	5
		cliente curva A	0	0	0	0	0	0
		prazo de entrega	0	0	0	0	0	0
		balanceamento produção/utilização recursos (máquinas e equip)	0	5	0	5	0	5
		outro (qual)	0	0	0	0	0	0
		não utilizamos	0	-5	0	-5	0	-5
19	os pedidos são lançados para a fábrica considerando as limitações dos recursos.	CT	-5	5	-5	5	5	5
		CP	-2	2	-2	2	2	2
		IND	0	0	0	0	0	0
		DP	2	-2	2	-2	-2	-2
		DT	5	-5	5	-5	-5	-5

20	o fluxo dos materiais é dimensionado considerando a capacidade de produção do setor seguinte.	CT	-5	5	-5	5	5	5
		CP	-2	2	-2	2	2	2
		IND	0	0	0	0	0	0
		DP	2	-2	2	-2	-2	-2
		DT	5	-5	5	-5	-5	-5
21	qual o horizonte de planejamento da programação da produção	semanal	5	0	5	0	0	0
		quinzenal	5	0	5	0	0	0
		mensal	-2	0	-2	2	0	0
		semestral	-5	0	-5	5	0	0
22	a empresa utiliza previsões de demanda para planejamento?	Sim	0	0	5	5	0	0
		Não	0	0	-5	-5	0	0
23	são realizadas consultas diretas aos clientes para redefinição dos prazos de entrega.	CT	0	0	0	5	0	0
		CP	0	0	0	2	0	0
		IND	0	0	0	0	0	0
		DP	0	0	0	-2	0	0
		DT	0	0	0	-5	0	0
24	se na entrada do pedido for identificado que o mesmo ultrapassará os limites da capacidade, ele não é aceito	CT	-5	0	-5	5	0	0
		CP	-2	0	-2	2	0	0
		IND	0	0	0	0	0	0
		DP	2	0	2	-2	0	0
		DT	5	0	5	-5	0	0
25	o arranjo físico produtivo é dividido em centros de trabalho ou células que desempenham tarefas comuns e/ou complementares	CT	0	0	5	5	5	5
		CP	0	0	2	2	2	2
		IND	0	0	0	0	0	0
		DP	0	0	-2	-2	-2	-2
		DT	0	0	-5	-5	-5	-5
26	o controle do inventário é realizado produto final e MP	mensalmente	2	5	5	0	0	5
		semestralmente	-2	2	2	0	0	2
		anualmente	-5	2	2	0	0	0
		semanalmente	5	5	5	0	0	-2
		não é realizado	-5	-5	-5	0	0	-5
27	existe um equilíbrio entre o ritmo de entrada e saída de produtos: um pedido somente é iniciado após outro ter sido concluído.	CT	-5	5	-5	5	5	5
		CP	-2	2	-2	2	2	2
		IND	0	0	0	0	0	0
		DP	2	-2	2	-2	-2	-2
		DT	5	-5	5	-5	-5	-5
28	a empresa dispõe de informações atualizadas e precisas com relação à estrutura de produto?	CT	5	5	0	5	5	5
		CP	2	2	0	2	2	2
		IND	0	0	0	0	0	0
		DP	-2	-2	0	-2	-2	-2
		DT	-5	-5	0	-5	-5	-5
29	a empresa utiliza mecanismos para controlar os produtos em processo? Quais?	apontamento de ordens de produção	5	0	0	2	0	5
		código de barras	5	0	0	2	0	5
		sensores automáticos (RFID??)	5	0	0	2	0	5
		não utiliza	-5	0	0	-5	0	-5
		outro (qual?)	5	0	0	2	0	5
30	a empresa mantém informações atualizadas e precisas dos roteiros de produção? São detalhados?	CT	5	5	0	0	0	0
		CP	2	2	0	0	0	0
		IND	0	0	0	0	0	0
		DP	-2	-2	0	0	0	0
		DT	-5	-5	0	0	0	0

APÊNDICE D – PONTUAÇÕES CONSOLIDADAS POR EMPRESA

Empresa 1							
Validador		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Q1	EMP	5	0	0	0	0	0
Q2	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q3	PL_GV	-5	5	-5	5	0	5
Q4	PL	-5	5	-5	0	5	5
Q5	A	5	0	5	0	0	0
Q6	Não	0	-5	0	-5	-5	-5
Q7	Sim	0	0	5	0	0	0
Q8	Sim	0	0	5	0	5	5
Q9	Sim	0	0	5	0	0	0
Q10	Sim	0	0	0	0	5	0
Q11	A	0	5	0	5	5	5
Q12	B	2	2	0	2	2	2
Q13	Não	-5	-5	0	0	0	0
Q14	B	2	2	0	0	0	0
Q15	B	2	2	2	0	0	0
Q16	C	0	2	0	0	0	0
Q17	PROD	0	0	-5	-5	-5	-5
Q18	C	0	0	0	0	0	0
Q19	DP	2	-2	2	-2	-2	-2
Q20	DP	2	-2	2	-2	-2	-2
Q21	C	-2	0	-2	2	0	0
Q22	Sim	0	0	5	5	0	0
Q23	DT	0	0	0	-5	0	0
Q24	CP	-2	0	-2	2	0	0
Q25	CT	0	0	5	5	5	5
Q26	A	2	5	5	0	0	5
Q27	DP	2	-2	2	-2	-2	-2
Q28	DP	-2	-2	0	-2	-2	-2
Q29	D	-5	0	0	-5	0	-5
Q30	DP	-2	-2	0	0	0	0
TOTAL		-4	8	19	-2	4	4

Empresa 2

Validador		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Q1	HIB	0	5	0	0	5	5
Q2	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q3	PL_GV	-5	5	-5	5	0	5
Q4	PL	-5	5	-5	0	5	5
Q5	B	2	0	2	0	0	0
Q6	Não	0	-5	0	-5	-5	-5
Q7	Não	0	0	-5	0	0	0
Q8	Sim	0	0	5	0	5	5
Q9	Não	0	0	-5	0	0	0
Q10	Não	0	0	0	0	-5	0
Q11	A	0	5	0	5	5	5
Q12	B	2	2	0	2	2	2
Q13	Não	-5	-5	0	0	0	0
Q14	D	-5	-5	0	0	0	0
Q15	B	2	2	2	0	0	0
Q16	B	-2	5	-2	5	5	5
Q17	PROC	0	0	5	5	5	5
Q18	C	0	0	0	0	0	0
Q19	DP	2	-2	2	-2	-2	-2
Q20	DP	2	-2	2	-2	-2	-2
Q21	C	-2	0	-2	2	0	0
Q22	Não	0	0	-5	-5	0	0
Q23	CP	0	0	0	2	0	0
Q24	CP	-2	0	-2	2	0	0
Q25	CT	0	0	5	5	5	5
Q26	C	-5	2	2	0	0	0
Q27	CT	-5	5	-5	5	5	5
Q28	CP	2	2	0	2	2	2
Q29	B	5	0	0	2	0	5
Q30	DP	-2	-2	0	0	0	0
TOTAL		-21	17	-16	28	25	40

Empresa 3

Validador		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Q1	EMP	5	0	0	0	0	0
Q2	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q3	OS_PV	2	0	2	0	0	2
Q4	GL	5	0	5	5	0	0
Q5	B	2	0	2	0	0	0
Q6	Não	0	-5	0	-5	-5	-5
Q7	Sim	0	0	5	0	0	0
Q8	Sim	0	0	5	0	5	5
Q9	Sim	0	0	5	0	0	0
Q10	Não	0	0	0	0	-5	0
Q11	A	0	5	0	5	5	5
Q12	A	5	5	0	2	2	2
Q13	Sim	5	5	0	0	0	0
Q14	C	2	2	0	0	0	0
Q15	A	5	2	5	0	0	0
Q16	D	2	0	2	0	0	0
Q17	PROD	0	0	-5	-5	-5	-5
Q18	F	0	-5	0	-5	0	-5
Q19	DT	5	-5	5	-5	-5	-5
Q20	DT	5	-5	5	-5	-5	-5
Q21	A	5	0	5	0	0	0
Q22	Sim	0	0	5	5	0	0
Q23	DT	0	0	0	-5	0	0
Q24	DT	5	0	5	-5	0	0
Q25	CP	0	0	2	2	2	2
Q26	C	-5	2	2	0	0	0
Q27	DT	5	-5	5	-5	-5	-5
Q28	CP	2	2	0	2	2	2
Q29	D	-5	0	0	-5	0	-5
Q30	DP	-2	-2	0	0	0	0
TOTAL		48	-4	55	-24	-19	-22

Empresa 4

Validador		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Q1	EMP	5	0	0	0	0	0
Q2	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q3	OS_PV	2	0	2	0	0	2
Q4	GL	5	0	5	5	0	0
Q5	C	-2	0	-2	2	2	2
Q6	Sim	0	5	0	5	5	5
Q7	Não	0	0	-5	0	0	0
Q8	Sim	0	0	5	0	5	5
Q9	Sim	0	0	5	0	0	0
Q10	Não	0	0	0	0	-5	0
Q11	A	0	5	0	5	5	5
Q12	A	5	5	0	2	2	2
Q13	Sim	5	5	0	0	0	0
Q14	C	2	2	0	0	0	0
Q15	A	5	2	5	0	0	0
Q16	C	0	2	0	0	0	0
Q17	PROD	0	0	-5	-5	-5	-5
Q18	B	0	0	0	0	0	0
Q19	DT	5	-5	5	-5	-5	-5
Q20	DT	5	-5	5	-5	-5	-5
Q21	A	5	0	5	0	0	0
Q22	Não	0	0	-5	-5	0	0
Q23	DT	0	0	0	-5	0	0
Q24	DT	5	0	5	-5	0	0
Q25	CT	0	0	5	5	5	5
Q26	B	-2	2	2	0	0	2
Q27	DT	5	-5	5	-5	-5	-5
Q28	CP	2	2	0	2	2	2
Q29	A	5	0	0	2	0	5
Q30	DP	-2	-2	0	0	0	0
TOTAL		55	13	32	-7	-4	10

Empresa 5

Validador		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Q1	HIB	0	5	0	0	5	5
Q2	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q3	PU_GV	-5	5	-5	5	5	-5
Q4	PL	-5	5	-5	0	5	5
Q5	D	-5	0	-5	5	5	5
Q6	Não	0	-5	0	-5	-5	-5
Q7	Não	0	0	-5	0	0	0
Q8	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q9	Não	0	0	-5	0	0	0
Q10	Sim	0	0	0	0	5	0
Q11	A	0	5	0	5	5	5
Q12	C	-2	-2	0	2	2	2
Q13	Não	-5	-5	0	0	0	0
Q14	D	-5	-5	0	0	0	0
Q15	D	-5	-5	-5	5	5	5
Q16	A	-5	-5	-5	5	2	2
Q17	PROD	0	0	-5	-5	-5	-5
Q18	A	0	0	0	5	0	5
Q19	CP	-2	2	-2	2	2	2
Q20	IND	0	0	0	0	0	0
Q21	C	-2	0	-2	2	0	0
Q22	Não	0	0	-5	-5	0	0
Q23	CP	0	0	0	2	0	0
Q24	CP	-2	0	-2	2	0	0
Q25	DP	0	0	-2	-2	-2	-2
Q26	E	-5	-5	-5	0	0	-5
Q27	CT	-5	5	-5	5	5	5
Q28	CP	2	2	0	2	2	2
Q29	D	-5	0	0	-5	0	-5
Q30	CP	2	2	0	0	0	0
TOTAL		-54	-1	-73	25	26	6

Empresa 6

Validador		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Q1	HIB	0	5	0	0	5	5
Q2	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q3	PU_GV	-5	5	-5	5	5	-5
Q4	PL	-5	5	-5	0	5	5
Q5	D	-5	0	-5	5	5	5
Q6	Não	0	-5	0	-5	-5	-5
Q7	Não	0	0	-5	0	0	0
Q8	Sim	0	0	5	0	5	5
Q9	Sim	0	0	5	0	0	0
Q10	Sim	0	0	0	0	5	0
Q11	A	0	5	0	5	5	5
Q12	A	5	5	0	2	2	2
Q13	Não	-5	-5	0	0	0	0
Q14	D	-5	-5	0	0	0	0
Q15	D	-5	-5	-5	5	5	5
Q16	A	-5	-5	-5	5	2	2
Q17	PROC	0	0	5	5	5	5
Q18	D	0	5	0	5	0	5
Q19	CT	-5	5	-5	5	5	5
Q20	CT	-5	5	-5	5	5	5
Q21	C	-2	0	-2	2	0	0
Q22	Sim	0	0	5	5	0	0
Q23	CP	0	0	0	2	0	0
Q24	CP	-2	0	-2	2	0	0
Q25	CP	0	0	2	2	2	2
Q26	C	-5	2	2	0	0	0
Q27	CT	-5	5	-5	5	5	5
Q28	DP	-2	-2	0	-2	-2	-2
Q29	A	5	0	0	2	0	5
Q30	DP	-2	-2	0	0	0	0
TOTAL		-53	18	-30	60	54	49

Empresa 7

Validador		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Q1	EMP	5	0	0	0	0	0
Q2	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q3	PL_GV	-5	5	-5	5	0	5
Q4	PL	-5	5	-5	0	5	5
Q5	C	-2	0	-2	2	2	2
Q6	Sim	0	5	0	5	5	5
Q7	Não	0	0	-5	0	0	0
Q8	Não	0	0	-5	0	-5	-5
Q9	Sim	0	0	5	0	0	0
Q10	Não	0	0	0	0	-5	0
Q11	A	0	5	0	5	5	5
Q12	C	-2	-2	0	2	2	2
Q13	Sim	5	5	0	0	0	0
Q14	A	5	5	0	0	0	0
Q15	C	-2	5	-2	5	5	5
Q16	B	-2	5	-2	5	5	5
Q17	PROC	0	0	5	5	5	5
Q18	D	0	5	0	5	0	5
Q19	CP	-2	2	-2	2	2	2
Q20	CP	-2	2	-2	2	2	2
Q21	C	-2	0	-2	2	0	0
Q22	Não	0	0	-5	-5	0	0
Q23	CP	0	0	0	2	0	0
Q24	CP	-2	0	-2	2	0	0
Q25	CT	0	0	5	5	5	5
Q26	C	-5	2	2	0	0	0
Q27	CP	-2	2	-2	2	2	2
Q28	DP	-2	-2	0	-2	-2	-2
Q29	A	5	0	0	2	0	5
Q30	DP	-2	-2	0	0	0	0
TOTAL		-17	47	-29	51	28	48

Empresa 8

Validador		MRP	DBR	KANBAN	WLC	POLCA	CONWIP
Q1	EMP	5	0	0	0	0	0
Q2	Sim	0	0	5	0	5	5
Q3	PL_GV	-5	5	-5	5	0	5
Q4	PL	-5	5	-5	0	5	5
Q5	D	-5	0	-5	5	5	5
Q6	Sim	0	5	0	5	5	5
Q7	Não	0	0	-5	0	0	0
Q8	Sim	0	0	5	0	5	5
Q9	Não	0	0	-5	0	0	0
Q10	Não	0	0	0	0	-5	0
Q11	A	0	5	0	5	5	5
Q12	D	-5	-5	0	-5	-5	-5
Q13	Não	-5	-5	0	0	0	0
Q14	D	-5	-5	0	0	0	0
Q15	C	-2	5	-2	5	5	5
Q16	D	2	0	2	0	0	0
Q17	PROC	0	0	5	5	5	5
Q18	C	0	0	0	0	0	0
Q19	DP	2	-2	2	-2	-2	-2
Q20	DP	2	-2	2	-2	-2	-2
Q21	C	-2	0	-2	2	0	0
Q22	Não	0	0	-5	-5	0	0
Q23	DT	0	0	0	-5	0	0
Q24	DP	2	0	2	-2	0	0
Q25	DT	0	0	-5	-5	-5	-5
Q26	E	-5	-5	-5	0	0	-5
Q27	DP	2	-2	2	-2	-2	-2
Q28	DP	-2	-2	0	-2	-2	-2
Q29	D	-5	0	0	-5	0	-5
Q30	DP	-2	-2	0	0	0	0
TOTAL		-33	-5	-19	-3	17	17