



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CÁSSIA TAISY ALENCAR DE ANDRADE

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DO  
SISTEMA WCM**

Caruaru  
2019

CÁSSIA TAISY ALENCAR DE ANDRADE

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DO  
SISTEMA WCM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

**Área de concentração:** Otimização e Gestão da Produção

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima

Caruaru  
2019

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

A553p Andrade, Cássia Taisy Alencar de.  
Proposta de um modelo para avaliação da maturidade do sistema WCM. / Cássia Taisy Alencar de Andrade. – 2019.  
90 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.  
Inclui Referências.

1. Avaliação - Pernambuco. 2. Modelos de capacitação e maturidade (software). 3. Processo decisório por critério múltiplo. 4. Modelos matemáticos. I. Lima, Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo (Orientadora). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2019-035)

CÁSSIA TAISY ALENCAR DE ANDRADE

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DO  
SISTEMA WCM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 06/02/2019

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup> Dra Caroline Maria de Miranda Mota (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup> Dra Luciana Hazin Alencar (Examinadora Externa)  
Universidade Federal de Pernambuco

*A minha mãe Cacilda Izabel, meu maior suporte, incentivo e exemplo profissional e humano.*

## ***AGRADECIMENTOS***

Foram dois anos de muito aprendizado, profissional e humanamente falando. Durante esse tempo, a amizade e apoio de muitas pessoas foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui. No entanto, devo primeiramente direcionar meu maior agradecimento à Deus, por inúmeros motivos, mas principalmente por ter me dado a coragem de ir, simplesmente ir. Ir em busca de algo maior, um objetivo, ir além do meu sertão de Pernambuco, ir para longe de casa, meu maior desafio. Ele foi minha força diante de toda dificuldade, pois meu conforto era a certeza de que no final tudo daria certo, ele jamais me colocaria ali se não fosse para cumprir este propósito.

Agradeço também a minha família, meus pais Cacilda e Alúzio, meus irmãos Tacianny, Taianny e Bismarck, minha prima Zuleide e a minha avó Alzenir por todo carinho, orações e fé direcionadas a mim. Vocês são a base de todas as conquistas de minha vida.

Expresso também minha gratidão a meu Noivo Romário, por todo companheirismo, paciência e compreensão diante da distância e do tempo que dediquei aos estudos e pesquisas.

A todos os meus amigos, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Mas em especial aos que conquistei no mestrado. Klívia e Thiago, companheiros em todas as horas, tornando estes dois anos uma jornada mais leve a ser cumprida. A Gaby, Laís, Helder, Ingrid, Daniele, Aldênia, Jackson e Geise por todo apoio, carinho e confiança que construímos ao longo deste período.

A minha orientadora Ana Paula Gusmão, por todo suporte oferecido. Sem seu apoio, o desenvolvimento deste trabalho não teria sido possível.

A Wladson Silva, Felipe Sobreira e Osmar por toda disponibilidade e ajuda oferecida para esta pesquisa. Mas em especial a Wladson, pessoa a qual tive o prazer de conhecer e realizar alguns trabalhos. Sua contribuição para esta conquista foi imensurável, meu muito obrigada.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), projeto IBPG-1095-3.08/16, pelo financiamento desta pesquisa. E por fim, gostaria de agradecer a todos os professores e demais profissionais do PPGE CAA que participaram desta jornada, oferecendo suporte e compartilhando comigo conhecimentos essenciais para que esta fosse concluída com êxito.

## ***RESUMO***

Nos últimos anos, o sistema *World Class Manufacturing* tornou-se um assunto bastante discutido e aplicado no meio acadêmico na indústria em geral. O método de gerenciamento se apresenta como um sistema integrado, formado por um conjunto de princípios e práticas de gestão, que tem como foco agir sobre as perdas geradas nos processos das empresas, reduzindo consideravelmente seus custos e proporcionando às organizações resultados significativos em termos de desempenho. Apesar de apresentar uma repercussão considerável, mediante a literatura, a avaliação do desempenho dentro da própria metodologia, visando acompanhar e verificar que sua implantação seja realizada de forma apropriada, ainda comporta-se como uma necessidade atual. Diante disto, uma forma de avaliação bem aceita e conceituada no meio acadêmico são os modelos de maturidade, uma ferramenta capaz de apresentar às organizações a situação atual de seus processos, proporcionando também a visualização de oportunidades de melhorias. Deste modo, o presente estudo se propôs a desenvolver um modelo para avaliação da maturidade do sistema WCM, realizando em seguida a aplicação do método FlowSort, um método de apoio à decisão multicritério, para maior análise da funcionalidade do modelo construído. Foi possível realizar a aplicação do modelo elaborado em quatro empresas. Os desempenhos obtidos, de todas as organizações para cada critério, foram adquiridos através da aplicação de um questionário, o qual foi elaborado em conjunto com especialistas da área que ofereceram suporte na parametrização do modelo. Após a transferência destas informações para o modelo matemático do método FlowSort, foi diagnosticado e discutido o nível de maturidade correspondente a cada empresa, demonstrando assim a utilidade e coerência do modelo aqui proposto. Dessa forma, os resultados obtidos com este estudo visam contribuir com a exploração do conceito de maturidade em um sistema de produção relativamente recente, sendo capaz de oferecer maior suporte a literatura para pesquisas nesse contexto, bem como subsídios para que as organizações, que aplicam o WCM, visualizem melhor suas dificuldades e tracem as próximas etapas para atingir o sucesso no sistema.

Palavras-Chave: WCM. Avaliação de maturidade. Decisão multicritério. FlowSort.

## ***ABSTRACT***

Recently, the World Class Manufacturing System (WCM) has become a widely discussed and applied subject in both academic and industrial fields. The management method is an integrated system formed by a set of principles and management practices and its focus is acting over losses originated on processes of companies, considerably reducing their costs and providing organizations with significant results in terms of performance. In spite of presenting a considerable repercussion through the literature, the evaluation of performance within the methodology itself, aiming to monitor and verify if its implementation is carried out properly, still performs as a current need. In the face of that, a form of evaluation well accepted and conceptualized in the academic area are the maturity models, a tool capable of presenting to organizations the current situation of their processes also provide the visualization of opportunities for improvement. Thus, the present study is proposed to develop a model for assessing the maturity of the WCM system, then performing the application of the FlowSort method, a Multicriteria Decision Aid Method, for further analysis of the functionality of the built model. It was possible to apply the model elaborated in four companies. The performances obtained from the organizations for each criterion were acquired through the application of a questionnaire, which was elaborated jointly with specialists of the area who offered support in the parameterization of the model. After transferring that information to the mathematical model of the FlowSort method, the maturity level corresponding to each company was diagnosed and discussed, thus demonstrating the usefulness and assertiveness of the model proposed here. Therefore, the results obtained with this study aim to contribute to the exploration of the concept of maturity in a relatively recent production system, being able to offer more support to the literature for research in this context, as well as give subsidies so organizations that apply the WCM may better visualize their difficulties and plan the next steps to achieve success in the system.

**Keywords:** WCM. Maturity. Assessment. Multicriteria decision. FlowSort.



## ***LISTA DE ILUSTRAÇÕES***

Quadro 1 -	Definições WCM.....	20
Figura 1 -	Os sete passos do WCM.....	25
Quadro 2 -	Medidas de Desempenho WCM.....	28
Quadro 3 -	Tipos de Modelos de Maturidade.....	31
Quadro 4 -	Características de um Modelo de Maturidade.....	32
Figura 2 -	Etapas para o desenvolvimento de um modelo de maturidade.....	33
Quadro 5 -	Tipos de Critérios.....	37
Figura 3 -	Ilustração da relação entre as classes e perfis de cada critério.....	39
Figura 4 -	Curso de Execução geral da pesquisa.....	44
Fluxograma 1 -	Fluxograma para elaboração do modelo.....	47
Figura 5 -	Modelo de maturidade WCM.....	53
Quadro 6 -	Perfis limitantes e pesos estabelecidos.....	55
Quadro 7 -	Valores de A1 para cada critério.....	56
Figura 6 -	Classificação da Empresa A1.....	57
Quadro 8 -	Valores de A2 para cada critério.....	60
Figura 7 -	Classificação da empresa A2.....	60
Quadro 9 -	Valores de A3 para cada critério.....	63
Figura 8 -	Classificação da empresa A3.....	63
Quadro 10 -	Valores de A4 para cada critério.....	66
Figura 9 -	Classificação da empresa A4.....	66
Gráfico 1 -	Desempenho das alternativas para os critérios com escala Likert.....	69
Gráfico 2 -	Desempenho das alternativas para os critérios com escala %.....	69

## *LISTA DE EQUAÇÕES*

Equação 1 -	Grau de Sobreclassificação.....	37
Equação 2 -	Fluxo Positivo da alternativa.....	38
Equação 3 -	Fluxo negativo da alternativa.....	38
Equação 4 -	Fluxo líquido da alternativa.....	38
Equação 5 -	Fluxo positivo do Perfil.....	39
Equação 6 -	Fluxo negativo do Perfil.....	39
Equação 7 -	Fluxo líquido do Perfil.....	39
Equação 8 -	Regra de atribuição pelo Fluxo positivo.....	40
Equação 9 -	Regra de atribuição pelo Fluxo negativo.....	40
Equação 10 -	Regra de atribuição pelo Fluxo líquido.....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>15</b>
1.2.1	Objetivo Geral.....	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
<b>1.3</b>	<b>Estrutura deste Trabalho</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Sistema de Gestão integrado <i>World Class Manufacturing</i></b> .....	<b>17</b>
2.1.1	Histórico e definição do WCM.....	17
2.1.2	Aplicações e Implementação do WCM.....	21
2.1.3	Medidas de Desempenho WCM.....	26
<b>2.2</b>	<b>Modelos para Avaliação de maturidade</b> .....	<b>29</b>
2.2.2	Criando um Modelo de Maturidade.....	31
<b>2.3</b>	<b>Apoio à Decisão Multicritério</b> .....	<b>34</b>
2.3.1	O método FlowSort.....	35
2.3.1.1	<i>Características do método PROMETHEE</i> .....	36
2.3.1.2	<i>Pressupostos do FlowSort</i> .....	38
<b>2.4</b>	<b>Considerações deste capítulo</b> .....	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>42</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização do Estudo</b> .....	<b>42</b>
<b>3.2</b>	<b>Delineamento da Pesquisa</b> .....	<b>43</b>
<b>3.3</b>	<b>Considerações do capítulo</b> .....	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>PROPOSIÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO</b> .....	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>O Modelo Proposto</b> .....	<b>47</b>
4.1.1	Critérios de decisão.....	48
4.1.2	Níveis de Maturidade.....	53
<b>4.2</b>	<b>Aplicação do método FlowSort e Discussão dos Resultados</b> .....	<b>55</b>
4.2.1	Aplicação e Diagnóstico da Maturidade para a empresa A1.....	56
4.2.2	Aplicação e Diagnóstico da Maturidade para a empresa A2.....	59
4.2.3	Aplicação e Diagnóstico da Maturidade para a empresa A3.....	62
4.2.4	Aplicação e Diagnóstico da Maturidade para a empresa A4.....	65
4.2.5	Discussão geral do desempenho das empresas.....	68

4.3	Considerações do Capítulo .....	72
5	<i>CONCLUSÃO</i> .....	73
5.1	Considerações Finais .....	73
5.2	Limitações e dificuldades .....	74
5.3	Sugestões de pesquisas futuras .....	74
	<i>REFERÊNCIAS</i> .....	76
	<i>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NA PESQUISA</i> .....	87

## **1 INTRODUÇÃO**

Após um período difícil, economicamente falando, acredita-se que o Brasil está saindo de uma das recessões mais profunda da sua história. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), o setor industrial, o qual demonstrou otimismo no final de 2018, inicia 2019 ainda mais otimista, prevendo aumento da demanda e das exportações neste âmbito, o que o leva, conseqüentemente, a uma maior expectativa de investimento para alcançar maiores resultados.

Tal situação reflete a intensificação do mercado brasileiro e global, o qual tem atribuído um certo desafio às organizações atuais: manter-se equilibradas no mundo dos negócios. Este desafio tem levado as empresas a investigarem modos estratégicos de sobrevivência, almejando investimentos que proporcionem uma maior eficiência nas relações comerciais.

Partindo disto, o que o cenário global apresenta é a necessidade de que as organizações considerem ter uma visão de gestão não apenas operacional, mas também a níveis estratégicos. Ter uma "estratégia de fabricação" implica em explorar certas propriedades da função produção e usá-la como uma arma competitiva, fazendo com que decisões operacionais sejam tomadas baseadas numa visão a longo prazo (SKINNER, 1969).

Assim, um instrumento que pode auxiliar as empresas de manufatura a enfrentarem as oscilações econômicas e manter um padrão de excelência no mercado, estrategicamente falando, é o sistema *World Class Manufacturing* (WCM). Este método de gerenciamento é um sistema que pode ser avaliado como uma produção em nível mundial, o que atualmente significa o mais alto status de gerenciamento de uma organização.

O objetivo do programa é alcançar resultados significativos em desempenho e satisfação dos clientes, internos ou externos, através da utilização de métodos que são considerados referência pelas melhores empresas do setor fabril. A base do WCM é reduzir desperdício e perdas, melhorar os padrões e métodos e envolver todos os funcionários no processo, tomando como verdade o fato de que nenhum processo é perfeito, pois sempre há o que melhorar (ŁYP-WROŃSKA, 2016).

Deve-se considerar, no entanto, que para que os resultados deste sistema sejam alcançados com sucesso é necessário que haja integração e comprometimento por todos ao envolvidos, pois o programa demanda tempo para sua aplicação. Sua implantação requer etapas, onde as principais perdas são identificadas, projetos são construídos e priorizados e técnicas e ferramentas são selecionadas para que a melhor consequência seja alcançada. Tudo isso

baseado numa complexidade de fatores decisivos que são determinantes para o sucesso de uma organização e que, segundo Ingle (2000), dentro do WCM vão além de eficiência e custo.

Observando os estudos dos últimos anos, Petrillo et al. (2018) perceberam que apesar de muitas empresas já estarem implantando o sistema em busca de ótimos resultados, os pesquisadores da área ainda não deram muita atenção às técnicas/metodologias que avaliam a abordagem WCM, comentando a necessidade de uma medição de desempenho ao longo do tempo para que a implantação do programa seja apropriada. Em outras palavras, percebeu-se que mais atenção tem sido dada às características, pilares e contribuições do sistema WCM do que à mecanismos que suportem sua aplicação, como ferramentas que permitam mensurar a maturidade dessa metodologia em diferentes empresas ao redor do mundo, apoiando assim, decisões estratégicas ao longo do programa.

Neste contexto, observou-se que a avaliação da maturidade do WCM pode se comportar como um importante direcionador de sucesso sobre os objetivos futuros, uma vez que tal artifício permite uma autoavaliação e orienta a organização às oportunidades de melhorias. Ressalta-se ainda a utilidade deste procedimento perante a tentativa de realizar análises quantitativas baseadas em características qualitativas, onde a excelência é alcançada à medida que níveis mais altos são atingidos, permitindo que um bom plano de desenvolvimento seja elaborado (KOSIERADZKA, 2017).

## **1.1 Justificativa**

Há alguns anos o conhecimento sobre a manufatura de classe mundial ainda era pouco disseminado e apresentava uma quantidade de trabalhos científicos não muito numerosa, se comparados a grandes temas já difundidos na área de engenharia produção. No entanto, com o estudo bibliográfico realizado nesta pesquisa foi possível observar que o tema vem sendo mais explorado, sendo hoje possível encontrar diversos trabalhos que abordem o sistema WCM.

Apesar deste cenário estar mais amplo, observou-se na literatura que o uso de instrumentos que avaliam a metodologia, principalmente relacionada ao conceito de maturidade, parece ser uma lacuna dentro deste conhecimento, exigindo que uma investigação adicional seja realizada.

De Bruin & Rosemann (2005) relatam que os modelos de maturidade têm sido frequentemente utilizados para analisar processos nas organizações e verificar a plenitude ou perfeição de seu desenvolvimento. Dito isto, de forma equivalente, a maturidade em determinado cenário ou sistema pode significar um estágio de capacidade em que a organização está suficientemente desenvolvida para tal, tornando-se então referência em seu setor.

Além disso, Miltenburg (2005) relatou considerar a avaliação da maturidade como uma prática fundamental, visto que essa se comporta como uma ótima referência para formulação de estratégias de produção. Ou seja, uma vez que uma organização pode analisar sua eficiência e desenvolvimento, ela consegue detectar a presença de deficiências e elaborar ações que as favoreçam estrategicamente.

Cada vez mais as organizações estão evoluindo, e com isso elas percebem que seu desempenho está atrelado a vários fatores técnicos, muitas vezes complexos, sendo necessário buscar uma forma de avaliação que além de apontar o cenário atual também proporcione uma visualização de situações futuras desejáveis. Deste modo, os modelos de maturidade podem oferecer às empresas uma forma de medir a qualidade de seus processos, de maneira simples e eficiente (WENDLER, 2012; MARX et al., 2012). Ademais, devido a maturidade ser representada por estágios sequenciados e apresentar uma visão geral de onde a empresa está e onde ela deseja ir, ela permite que a organização procure artifícios necessários para atender aos requisitos dos estágios superiores, comportando-se também como um guia das melhores práticas.

Harmon (2004) ainda afirma que organizações consideradas maduras são capazes de realizar seus negócios de forma mais sistemática, enquanto outras, em níveis menores de maturação, alcançam resultados através de grandes esforços, muitas vezes concentrados em indivíduos específicos que utilizam suas próprias abordagens. Assim, apesar de ser uma forma de avaliação antiga, os modelos de maturidade são bem difundidos e conceituados e, devido sua capacidade de análise dos pontos fortes e fracos, eles podem oferecer muitos benefícios competitivos para as organizações.

Dentro deste contexto, um estudo que chegou a abordar algo parecido com a lacuna existente entre o WCM e a avaliação da maturidade, demonstrando até a relevância atual desta problemática, pode ser encontrado em Vivares et al. (2018). O trabalho buscou construir um modelo de maturidade para Sistemas de Manufatura, usando o WCM como o maior nível de maturação dentro do modelo elaborado, ou seja, um estágio de excelência. No entanto, o que foi abordado por ele ainda não trata da maturidade e capacidade que as empresas possuem referente ao programa WCM, mencionando apenas a metodologia como o maior grau de maturação que as organizações têm em sistemas manufatureiros. Assim, diante do exposto, e segundo Becker et al. (2009), um novo modelo de maturidade pode ser desenvolvido, se não existir, ou caso um já existente não seja capaz de resolver o problema identificado.

Dado que na análise da literatura feita nesta pesquisa não foram encontrados trabalhos que apresentem um modelo o qual atenda aos objetivos do presente estudo, percebeu-se que

ainda há muito que ser explorado sobre a maturidade do WCM nas organizações. Dessa forma, com o intuito de facilitar uma autoanálise para identificação das dificuldades e realização das melhorias necessárias em organizações que aplicam o WCM, bem como tentar suprir a lacuna observada na literatura, é que se justifica a elaboração de um instrumento que avalie a maturidade desse sistema, incorporando aspectos intrínsecos a ele, de modo a orientar as empresas a um desenvolvimento mais eficiente perante o metodologia.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem por objetivo geral propor um modelo para a avaliação da maturidade de sistemas WCM em operações nas organizações.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a. Identificar medidas de desempenho do WCM na literatura para utilizá-las no modelo proposto.
- b. Formular um modelo para classificação da maturidade do sistema WCM, detalhando a definição de cada nível.
- c. Explorar a aplicabilidade do modelo construído, através do método de classificação FlowSort.
- d. Compreender, através da aplicação do modelo, as principais deficiências inerentes a cada empresa e evidenciar a coerência da ferramenta proposta.

## **1.3 Estrutura deste Trabalho**

O presente trabalho apresenta-se estruturado em cinco capítulos, cujos assuntos explanados em cada serão abordados a seguir.

O Capítulo 1 apresenta os aspectos introdutórios da pesquisa, contextualizando o assunto explorado, bem como sua relevância, expondo a justificativa do estudo e os objetivo geral e específicos que se pretende alcançar.

O Capítulo 2 é referente à base conceitual construída para a execução desta pesquisa. Nela, faz-se uma maior explanação sobre conceitos e aplicações dos temas como o sistema *World Class Manufacturing*, Modelos de Maturidade e o método de apoio a decisão multicritério *FlowSort*. Todos os conceitos discutidos nessa sessão foram úteis para melhor concepção do estudo e obtenção de resultados.



O Capítulo 3 trata-se da metodologia utilizada no estudo, ou seja, o caminho que foi percorrido até os resultados. O mesmo apresentará aspectos como caracterização e delineamento da pesquisa, de forma que se possa entender melhor como deu a construção deste estudo.

O Capítulo 4 será responsável por apresentar os resultados e aplicação, bem como uma discussão acerca disto. A sessão apresentará características do modelo aqui proposto, descrevendo os níveis de maturidade e os critérios de decisão utilizados no problema. Em seguida, tem-se a aplicação do modelo e discussão de suas implicações.

O Capítulo 5 expõe as conclusões tiradas diante da pesquisa, apresentando ainda as dificuldades encontradas para realização do estudo e algumas propostas para trabalhos futuros.

Por fim, estarão presentes ao final deste trabalho todas as referências bibliográficas utilizadas como base para a elaboração do estudo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA**

Este capítulo apresenta o estudo bibliográfico realizado que serviu como base para esta pesquisa, abrangendo inicialmente a leitura de trabalhos científicos relacionados ao sistema *World Class Manufacturing*, Modelos de Maturidade e sobre o Método Multicritério utilizado, com a finalidade de obter maior conhecimento sobre tais conceitos, uma melhor estruturação de informações e direcionamento coerente para o alcance dos objetivos aqui expostos.

### **2.1 Sistema de Gestão integrado *World Class Manufacturing***

Obter um maior conhecimento acerca da metodologia WCM, para melhor desenvolvimento deste estudo, foi fundamental. A partir disso, foram estruturadas sessões, apresentadas a seguir, onde são expostos alguns conceitos, características e outros aspectos que contribuíram significativamente com o propósito da pesquisa.

#### **2.1.1 Histórico e definição do WCM.**

Na década de setenta, a economia vivenciava uma crise a qual viria a impactar um dos maiores mercados do momento, o setor automobilístico. O colapso relacionado ao preço do petróleo fez com que várias empresas americanas fechassem suas portas, mas, por outro lado favoreceu o mercado oriental, o qual fabricava carros compactos e econômicos. Durante este período, a ideia de Skinner (1969) de que a manufatura merece um tratamento estratégico, principalmente devida a natureza de decisões que envolve, começou a ser disseminada no mercado. Ele argumentava que decisões operacionais deveriam ser tomadas baseadas numa visão futura, a longo prazo, pois, uma vez feita, seus efeitos costumam ser difíceis de se reverter (CORRÊA & CORRÊA, 2006).

Desta forma, Skinner concluiu que a melhor maneira de se gerenciar operações produtivas iria depender da forma que as empresas almejam competir no mercado futuro. Pouco tempo depois, este conceito de estratégia de produção levantado por ele não só foi bem aceito como também evoluiu, recebendo apoio de outros autores.

Foi então em 1984 que Hayes e Wheelwright, seguidores da ideia de Skinner, começaram a discutir sobre um novo modelo de fabricação, denominado *World Class Manufacturing*. Eles definiram o WCM como um conjunto das melhores práticas que levaria uma organização a ter um desempenho superior. Dessa forma, a denominação "fabricação de classe mundial" é

aplicada com a finalidade classificar empresas que possuem um excelente desempenho global (FLYNN et al., 1999).

Além disto, Flynn et al. (1999) relataram que Hayes e Wheelwright estiveram entre os primeiros autores que abordaram questões como *tradeoffs versus* as sinergias no desempenho fabril. Eles argumentavam que era necessário possuir um conjunto claro de prioridades nas dimensões do desempenho competitivo, pois obter um bom desempenho em múltiplas dimensões, simultaneamente, poderia ser arriscado.

Em 1986, inspirado na pesquisa de Hayes e Wheelwright, Richard Schonberger reinterpretou o WCM criando e popularizando um novo modelo. Ele revisou os princípios e a estratégia do WCM de modo que fosse preenchida a lacuna existente entre a gestão estratégica e os processos e ferramentas necessários para que uma empresa alcançasse seus objetivos, ou seja, quais práticas deveriam ser implantadas para que fosse conquistado um alto nível de qualidade nos produtos, bem como redução de custos e desperdício (CHIARINI & VAGNONI, 2015). Tais práticas estavam relacionadas ao sistema industrial japonês, de modo que ao se falar sobre fabricação de classe mundial, práticas como o JIT, a TQM e a TPM já eram diretamente associadas ao WCM. Desta forma, a grande conquista do trabalho de Schonberger foi ter analisado bem a literatura e o impacto oferecido pelas suas abordagens em conjunto.

De fato, Clark (1996) relata que no final da década de oitenta, competir através da fabricação quase chegou a ter o mesmo significado que adotar os conceitos como JIT, TQM, melhoria contínua, design para fabricação, entre outras práticas, o que conseqüentemente levariam uma empresa a ter vantagens sobre seus concorrentes. No entanto, essas vantagens tornavam-se difíceis de alcançar quando outras empresas também adotavam tais conceitos. Dessa forma, o que observadores detectaram foi que os benefícios obtidos não estavam ligados apenas à adoção, mas também a forma superior que estas práticas seriam executadas, ou seja, a capacidade de fazer melhor do que seus concorrentes e superá-los.

Partindo disto, Ohno (1997) afirmou que na verdade não existe um método corretíssimo e que garanta, a curto prazo, a sobrevivência das empresas no mercado. O que existe é a necessidade de um sistema de gestão que desenvolva as habilidades e capacidades humana, para realçar a criatividade e maximizar a utilização dos insumos disponíveis, eliminando todo o desperdício.

O sistema WCM também recebeu maior repercussão através do Dr. Hajime Yamashina, professor da Universidade de Kyoto e membro do Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, que difundiu o sistema entre as empresas do ramo automobilístico. Yamashina (2000) retratou o WCM como o mais alto nível de excelência, devido às metodologias aplicadas e

desempenhos alcançados pelas maiores organizações mundiais, abrangendo todo o ciclo logístico-produtivo e baseando-se em conceitos como:

- Just In Time (JIT).
- Total Quality Control (TQC).
- Total Industrial Engineering (TIE).
- Total Productive Maintenance (TPM).

Com isso, nos anos 2000, muitas empresas mundiais reinventaram o sistema *World Class Manufacturing*, entrando para a Associação WCM e compartilhando o modelo de excelência em fabricação influenciado por conceitos japoneses (CHIARINI & VAGNONI, 2015). A partir disto, novos conceitos baseados nessa abordagem foram surgindo e vários autores não só expandiram como também aplicaram suas definições, fazendo com que, hoje, o WCM não possua uma conceituação única e universalmente reconhecida (KODALI et al., 2007; PETRONI et al., 2017).

Assim, o Quadro 1 exibido abaixo, tem por objetivo expor algumas definições sobre a Manufatura de Classe Mundial apresentadas na literatura por alguns autores do decorrer dos anos.

Quadro 1 - Definições do WCM

Autores	Definições de World Class Manufacturing
Schonberger, (1986)	O WCM pode ser entendido como foco na melhoria contínua, tendo como componentes críticos o JIT, TQM, TPM. Assim, empresas que possuem os melhores desempenhos podem ser chamadas de classe mundial.
Voss & Blackmon, (1996)	A manufatura de classe mundial é um conjunto amplo de boas práticas.
Flynn, (1999)	O termo "Manufatura de classe mundial" foi usado para definir empresas que estavam associadas a um desempenho excepcional em suas indústrias globais, podendo ser descritas como uma organização de "classe mundial".
Yamashina, (2000)	Ser um fabricante de classe mundial significa ser forte o suficiente na área de engenharia de produção, em pesquisas aplicadas, na capacidade de melhoria e Know-how detalhado envolvendo boa manutenção, integrando-os como um sistema para que possam lançar produtos diferenciados e de sucesso.
Kodali & Sangwan, (2004)	O WCM é um sistema que oferece uma significativa vantagem competitiva às organizações através da redução de custos, aumento da qualidade, menor rotatividade pessoal e etc.
Kodali & Shama, (2007)	O WCM é uma estratégia operacional que tem como base a melhoria contínua, sendo guiado por práticas e procedimentos que utilizam ferramentas e técnicas necessárias para que um nível de excelência seja alcançado.
Sangwan & Digalwar, (2008)	O WCM é uma filosofia focada na melhoria contínua. As empresas que o almejam, buscam constantemente melhorar suas performances a fim de alcançar um desempenho de classe mundial.
Eid, (2009)	O WCM é uma ferramenta importante para enfrentar as principais barreiras e desafios para entrar na economia global. Ele transforma velhos desafios e cria possibilidades para potenciais crescimentos futuros.
Palucha, (2012)	A fabricação de classe mundial é um conceito de gerenciamento introduzido por organizações que usam os melhores sistemas de produção do mundo. Assim, o WCM se comporta como um modelo de gestão integrada que pressupõe a melhoria contínua das atividades dentro de um sistema organizacional.
Gajdzik, (2013)	WCM é um tipo de filosofia para solução de problemas em uma empresa. Seu principal pressuposto é a otimização dos processos produtivos através da eliminação de toda e qualquer perda e desperdício.
Dudek, (2014)	O pressuposto básico do WCM é a otimização dos processos de fabricação através da melhoria contínua e eliminação de qualquer desperdício.
De Oliveira, (2015)	O WCM pode ser definido como uma metodologia que auxilia as organizações no gerenciamento de seus negócios de forma eficiente, eliminando desperdícios e otimizando o uso dos seus recursos.
Poor, (2016)	A World Class Manufacturing é um sistema integrado que melhora os processos e a qualidade, reduzindo custos e atendendo às expectativas dos clientes com maior flexibilidade, tendo como base 10 pilares técnico e 10 pilares gerenciais.
Abonso, (2017)	O WCM é um sistema de produção estruturado que trabalha em duas frentes diferentes: uma técnica e uma gerencial, envolvendo assim todos os processos da empresa, desde segurança ao meio ambiente, da manutenção e qualidade à logística.
Petrillo, (2018)	O WCM pode ser definido como uma abordagem orientada para processos, focada na eficiência operacional, níveis mais altos de qualidade e melhor utilização dos recursos, objetivando minimizar os custos de produção e consequentemente alcançar uma maior competitividade.

Fonte: A autora (2019)

Tais definições induzem a observação de que a busca por um desempenho superior e o uso das melhores práticas é uma característica inerente ao WCM. As pequenas distinções entre algumas conceituações muitas vezes se devem a variação do contexto em que as empresas

podem estar localizadas. Deste modo, percebe-se com esta observação, e como apresentado em Flynn et al. (1999), que o trabalho de Hayes and Wheelwright's sobre fabricação de classe mundial ainda é uma base bastante sólida sobre trabalhos desenvolvidos até hoje e que, embora robusta, a concepção do WCM pode ser melhorada através da adição de novos conceitos e práticas de fabricação.

### 2.1.2 Aplicações e Implementação do WCM

É possível afirmar que após o rompimento das barreiras comerciais as empresas passaram a buscar cada vez mais melhorias em seus processos produtivos, mais conhecimento, ou seja, algo que lhe proporcionasse uma vantagem frente a seus concorrentes. Com isso, vários pesquisadores passaram a se dedicar a temas relevantes e promissores com a intenção encontrar alternativas de competição para as organizações.

O sistema WCM foi um dos estudos buscados por acadêmicos e profissionais, tendo sua aplicação propagada em diversos contextos. Farsijani & Canuthers (1996) por exemplo, exploraram como o conceito de WCM pode ser relevante para as pequenas e médias empresas (PMEs) que estão em fase tanto de crescimento quanto de competição internacional, usando dois estudos de caso baseados. Os autores então concluíram que, apesar das dificuldades e pouco desenvolvimento desta filosofia nas PMEs, é possível que estas avancem para um modelo WCM que seja aplicável a suas circunstâncias.

Já Gilgeous & Gilgeous (1999) Buscaram a construção de um framework de excelência em fabricação, mostrando como as iniciativas e facilitadores do WCM se combinam para conectar diretamente o nível estratégico da organização às atividades no nível operacional da empresa que mais contribuem para o sucesso da manufatura.

Lind (2001) realizou um estudo de caso longitudinal em uma empresa que estava implementando o sistema *World Class Manufactuirg*, comparando os resultados obtidos com as expectativas do WCM a respeito dos sistemas de produção controle presentes na literatura. No final da implantação, pôde-se observar que os resultados empíricos foram os esperados na maioria dos aspectos.

Já Muda & Hendry (2002), demonstraram a aplicabilidade do sistema WCM para empresas de make-to-order (MTO), ou seja, que tem foco na flexibilidade e produtos de alta personalização. O propósito foi ajudar estas organizações a identificarem seus pontos fortes e potenciais áreas de melhoria, objetivando continuar a ser competitivas no futuro. Foi um pensamento similar ao de Petroni et al. (2017) que fizeram uma análise exploratória no norte da Itália abordando a Fabricação de Classe Mundial em pequenas e médias empresas de

produção sob encomenda, atestando sim a possibilidade dessas organizações alcançarem a excelência operacional através do WCM.

Kodali & Sharma (2007) também trouxeram uma contribuição relevante ao tentarem responder “Como uma empresa pode ser julgada de classe mundial?”. Para isso, eles elencaram fatores e práticas que precisam ser seguidas para que uma empresa alcance este nível de excelência e utilizaram o método multicritério *Analisy Hierarchy process* (AHP). Além deles, Ferreira (2012) também propôs uma estrutura para classificar o desempenho do *World Class Manufacturing* (WCM), no entanto, este destacou que a pesquisa não foi o suficiente para identificar todas as medidas necessárias para considerar uma empresa de classe mundial, ressaltando a dificuldade na definição de tais critérios.

Dudek (2014) abordou o WCM, dentro do pilar logística, ao apresentar um modelo para estimar os custos de produção no momento da compra da matéria prima para a produção de alto-fornos. Enquanto Talebi et al. (2014) fizeram um estudo sobre o papel da implantação do benchmarking de qualidade para obter status de fabricação de classe mundial.

Já Campos et al. (2016) estudaram pontos chaves como o sistema *World Class Manufacturing* e ferramentas de qualidade (ciclo PDCA e Kaizen) no setor automobilístico, mais especificamente no sistema de pressão das velas de ignição, mostrando ganhos potenciais através da análise dos custos, reduzindo o tempo de trabalho e aplicando os resultados na linha de produção.

Logo, pôde ver que a aplicação do conceito WCM é vasta, porém complexa, pois habitualmente pode variar de acordo com o perfil de cada empresa, além das práticas aplicadas possuírem, individualmente, seus próprios métodos de aplicação. No entanto, vale salientar que Ferreira (2012) relatou que a aplicação ordinária de uma única prática, não transformaria uma empresa em uma WCM, uma vez que algumas dimensões relevantes da função de produção não seriam cobertas, destacando que vários estudos reconhecem que a excelência na produção é oriunda de diversas práticas aplicadas em sinergia.

Reforçando isto, Digalwar & Date (2016) também relataram que a teoria do WCM apenas sugere as estratégias que as organizações poderiam adotar, mas que técnicas e ferramentas utilizadas para alcançar tais estratégias irão variar de acordo com o tipo de organização em termo de setor industrial. No entanto, o mesmo expõe que, apesar destas distinções, as empresas que começam a incorporar práticas de classe mundial mostram uma quantidade considerável de melhorias na organização como um todo.

Portanto, o essencial, na realidade, é que a adoção dessas práticas, sejam elas quais forem, apenas ofereça suporte para que as empresas consigam alcançar seus objetivos. Por esse motivo,

Novická et al. (2016) argumentaram que o principal ponto da metodologia é focar no que é importante. Assim, o conceito de zero defeito atinge a redução e eliminação de resíduos, erros e acidentes, amenizando conseqüentemente as maiores perdas que a organização possui.

Partindo disto, visando alcançar tais resultados consideráveis, a aplicação do WCM opera em cima de um paradigma formado por de 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais, onde os pilares técnicos são aqueles voltados e aplicados à área da manufatura e os gerenciais ao sistema de gestão.

Assim, Palucha (2012) e Petrillo et al. (2018) definem os pilares técnicos como:

1. **Segurança** – É o pilar responsável pela melhoria no ambiente de trabalho e redução dos fatores de acidentes e eventos perigosos, demandando ações preventivas intensas.
2. **Cost Deployment** – É o direcionador, responsável por identificar as perdas e quantificar ganhos financeiros.
3. **Melhoria Focada** – Responsável por reduzir as maiores perdas nos processos identificadas no pilar *Cost Deployment*. Aqui, as ações corretivas são direcionadas e devem levar a uma resolução final dos problemas.
4. **Atividades Autônomas** – Este pilar se subdivide em duas áreas: WO – “Organização do posto de trabalho” e “Manutenção autônoma”. Seu objetivo é melhorar o local de trabalho e facilitar as atividades, além de aumentar a eficiência do sistema global de produção através de políticas de manutenção para evitar a deterioração dos equipamentos em geral. Para isso, é necessário que haja o envolvimento dos funcionários e o desenvolvimento de habilidades técnicas.
5. **Manutenção Profissional** – Responsável por aumentar a eficiência dos maquinários através de técnicas de análise de falhas, exigindo uma qualificação adicional da equipe de manutenção e colaboração com os funcionários responsáveis pela Manutenção Autônoma.
6. **Controle de Qualidade** – Garante a qualidade dos produtos reduzindo as não conformidades. Para isso, é necessário aumentar as habilidades de resolução de problemas de qualidade dos funcionários.
7. **Logística** – É responsável por criar condições favoráveis para o fluxo de materiais dentro da empresa, bem como com os fornecedores e a fábrica, reduzindo o nível de estoque e minimizando o tempo e a distância do deslocamento.

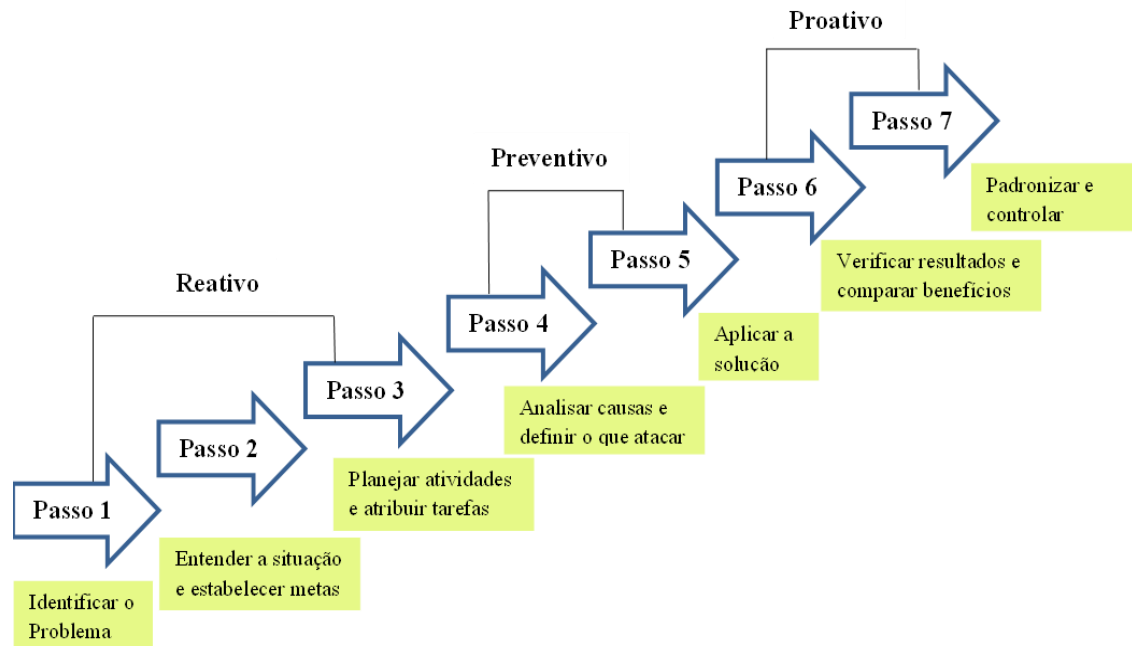


8. **Gerenciamento de Equipamentos** – As atividades presentes neste pilar são para otimizar o tempo de instalação e os custos dos novos equipamentos, caso o tempo de arranque deste exceda o que foi estabelecido.
9. **Desenvolvimento de Pessoas** – Responsável por assegurar, através de um sistema de treinamento, habilidades e qualificações adequadas para cada cargo.
10. **Meio Ambiente** – Se ocupa em atender aos requisitos da gestão ambiental, evitando grandes impactos ao meio através de melhorias no local de produção.

Cada pilar representa uma área específica do sistema de produção, o que torna a integração entre eles um fator decisivo durante a aplicação do sistema. Assim, para se tornarem melhor, as organizações devem aperfeiçoar constantemente seus desempenhos e os resultados, fortalecendo também relações com seus fornecedores e clientes, pois diante deste mercado globalizado apenas o *World Class Manufacturing* é a chave apropriada para o sucesso (POOR et al., 2016).

Alonso et al. (2017) argumentam que o processo, para alcançar uma melhoria contínua, é fundamentado numa abordagem de sete passos, onde cada pilar deve cumpri-los ordenadamente. Estes passos estão divididos em três fases: reativa, preventiva e proativa, como demonstrado abaixo pela Figura 1. Quanto mais a empresa progride nos desempenhos relacionados aos pilares mais ela avança nestes sete Passos, se esforçando para alcançar o nível de classe mundial.

Figura 1 - Os sete passos do WCM



Fonte: A autora (2019)

Nota: Adaptado de Djokic (2013) e Alonso et al. (2017)

Nos três primeiros passos, que representam a fase reativa, é onde os problemas para cada pilar serão destacados. Assim, os projetos de melhoria Kaizen são desenvolvidos para limitar as conseqüências desses problemas. Já na fase preventiva, formada pelo quarto e quinto passos, os modelos são aplicados para evitar os problemas destacados na fase reativa. E finalmente, os últimos passos representam a fase proativa, onde as novas metodologias, orientadas para a melhoria contínua, são implementadas para alcançar altos padrões de excelência e tornar um processo mais robusto (PETRILLO et al., 2018).

Os pilares gerenciais, por sua vez, representam o comprometimento que as pessoas e a própria organização devem ter durante a aplicação do programa, oferecendo apoio e suporte para que os objetivos dos pilares técnicos sejam alcançados. Desta forma, Cortez (2010) define estes como:

1. Envolvimento da Gerência
2. Clareza nos objetivos e indicadores de desempenho
3. Cronograma e planejamento para o WCM
4. Alocação de pessoas qualificadas para as áreas modelo
5. Envolvimento da organização
6. Competência da organização em direção à melhoria

7. Tempo & Budget
8. Nível de Expansão
9. Nível de Detalhes
10. Motivação dos Operadores

Deste modo, observa-se que o WCM se comporta como um sistema bem estruturado que engloba todos os processos de uma organização, desde a parte operacional até a administrativa.

De fato, o uso destes pilares pode seguir uma ordem, mas não necessariamente preestabelecida. O início da implantação do programa começa com a identificação dos problemas, ou seja, através do pilar “Desdobramento de custo”, onde será determinado onde estão as principais perdas e priorizá-las de acordo com a análise de custo. Em seguida, é necessário determinar os métodos corretos para a solução do problema (DJOKIC, 2013).

Consequentemente, esta análise leva a implantação dos outros pilares, gerando uma sequência. Deve-se ressaltar também a necessidade de definir primeiramente uma área piloto, onde serão aplicados os princípios do WCM, pois, após a obtenção dos resultados, esta será uma área modelo para as demais partes da organização.

Schonberger (1986) acredita que as empresas precisam apenas escolher as metas corretas para melhorar, ordenando-as em seguida para fazer um progresso contínuo em direção aos objetivos desejados. Assim, a essência do sucesso do WCM é realizar as atividades de forma coerente, a sua implantação é apenas uma questão de tempo. Mas para que essa ocorra é necessário o desenvolvimento de líderes competentes e um compromisso de longo prazo da alta administração (DJOKIC, 2013).

### 2.1.3 Medidas de Desempenho WCM

A medição de desempenho sempre foi algo difícil para as organizações, pois muitas vezes não é fácil determinar o quão bem uma empresa está indo. Apesar do WCM apresentar uma abordagem bem fundamentada, como visto anteriormente, a medição de desempenho dentro do modelo não é simples, uma vez que os sistemas tradicionais de medidas de desempenho não são tão válidos para o programa. Isto pôde ser observado quando Ingle (2000) buscou identificar quais as áreas de melhorias são mais e menos importantes para a sobrevivência das empresas no mercado, analisando a relevância das diferentes medidas de desempenho para determinar se elas estão apoiando as melhorias nas organizações.

O autor então concluiu que o desempenho das organizações está se afastando de ser orientado apenas por indicadores financeiros, completando ainda que empresas que seguem o

WCM utilizam sistemas de medição de desempenho que combinam medidas financeiras e não financeiras. Ou seja, à medida que as organizações adotam o WCM, as variáveis de desempenho tradicionais, como produção, custo e lucro, por exemplo, não são suficientes para avaliar essas organizações (SANGWAN & DIGALWAR, 2008).

Consequentemente, a implementação de novas estratégias leva ao desenvolvimento de critérios de desempenho que não são fundamentados apenas em eficiências e redução de custos, mas também em qualidade, confiabilidade, envolvimento dos funcionários e, por fim, satisfação, como demonstrado em Palucha (2012).

Em seu trabalho, o autor relatou que os benefícios e principais implicações do WCM derivam do aumento do nível de qualidade da produção, aumento da eficiência, confiabilidade, segurança ocupacional e ambiental, aumento da criatividade e comprometimento dos funcionários, redução de defeitos e custos, menor ciclo de produção, melhor comunicação interna e externa, resposta rápida a mudanças no mercado, redução de estoques, melhoria da imagem da empresa, e entre outros fatores. Ou seja, à medida que estes fatores são alcançados, um maior sucesso é atingido no programa, comportando-se como direcionadores.

Partindo disto, através de um estudo bibliográfico, foi possível identificar diversos critérios inerentes ao sistema WCM, os quais representam suas prioridades competitivas, estratégicas, fatores críticos e de sucesso ou facilitadores. O Quadro 2 abaixo expõe a relação entre as medidas encontradas e o respectivo trabalho no qual foram citadas. De acordo com o levantamento, os fatores foram definidos como: Papel da alta administração (ADM), Qualidade (QL), Custo (CT), Inovação e Tecnologia (TEC), Velocidade (VL), Flexibilidade (FLX), Confiabilidade (CFB), Relação com os fornecedores (RF), Treinamento (TRE), Saúde e Segurança ambiental (SSA), Envolvimentos dos funcionários (EF), Satisfação do cliente (SC), Melhoria contínua (MC), Crescimento da empresa (CE), Moral e cultura (MO), Produtividade (PRO), Gestão de Recursos humanos (RH), Gestão de processos (GP) e Gestão do conhecimento (GC).

Quadro 2 - Medidas de Desempenho WCM

Publicação/Ind. Desemp.	ADM	QL	CT	TEC	VL	FLX	CFB	RF	TER	SSA	EF	SC	MC	CE	MO	PRO	RH	GP	GC
Wheelwright, (1984)	x	x	x	x		x	x				x			x				x	
Saraph, Benson & Schroeder, (1989)	x	x						x	x		x							x	
Maskell, (1991)	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x				x	
Flynn, Schroeder & Sakakibara (1994)	x	x						x				x						x	
Badri, Davis & Davis, (1995)	x	x						x	x		x							x	
Ghalayini & Noble, (1996)		x	x		x	x	x					x				x			
White, G. P. (1996)		x	x		x	x	x												
Bond, T. C. (1999)		x	x				x			x		x			x				
Gilgeous & Gilgeous, (1999)		x	x			x	x												
Flynn, Schroeder & Flynn, (1999)		x	x			x	x												
Medori, D., & Steeple, D. (2000).		x	x		x	x	x							x					
Ingle, (2000)		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x				x			
Slack et al. (2000)		x	x		x	x	x												
Sánchez & Pérez (2001)			x			x	x	x			x		x						
Leung, S., & Lee, W. B. (2004).		x	x			x	x												
Gosselin, M. (2005)		x	x				x	x		x	x	x		x				x	
Digalwar & Sangwan, (2007)	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x	x
Kodali & Sharma, (2007)		x	x	x		x	x	x							x	x			
Sangwan & Digalwar, (2008)	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x		x				x	x
Eid, R. (2009)	x	x						x				x	x						
Digalwar & Sangwan, (2011)	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x	x
Ferreira et al. (2012)		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x				x
Pakdil & Leonard, (2014)		x	x		x		x					x					x	x	
Sukarma, L. (2014)		x	x			x	x												
Sukarma, Azmi & Abdullah, (2014)		x	x			x	x												
Chiarini & Vagnoni, (2015)		x	x		x					x	x								
Digalwar, Jindal & Sangwan, (2015).	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x	x
Kaur, Singh & Ahuja, (2015)		x					x	x			x								
Luburić (2015)								x			x	x	x						x
Sisson & El shennawy, (2015)								x	x			x	x		x		x		
Digalwar & Date, (2016)		x	x	x		x		x	x	x	x	x		x				x	x
Kang, Zhao, Li & Horst, (2016)		x															x		
Negrão, Godinho Filho & Marodin, (2017)		x	x		x	x	x					x					x		
Petrillo, De Felice & Zomparelli, (2018)	x		x					x	x	x	x			x					x
Kumar, Maiti & Gunasekaran, (2018)		x	x	x	x	x		x			x	x				x	x		
Vivares, Sarache & Hurtado, (2018)	x	x	x	x	x	x		x		x			x		x		x	x	
Oliveira, et al. (2018)			x			x				x							x		

Fonte: A autora (2019)

Vale ressaltar que entre essas medidas levantadas da literatura, várias também foram abordadas em Digalwar et al. (2015), como mostra o Quadro 2. Neste último trabalho, as medidas foram identificadas a partir de uma revisão aprofundada da literatura e da opinião de especialistas, sendo depois validadas por um questionário de pesquisa aplicado em várias empresas. Para Petrillo et al. (2018), todos os indicadores de desempenho levantados por Digalwar têm uma validade científica, sendo adequados para avaliar o WCM nas empresas em geral e não apenas no setor de automóvel.

## 2.2 Modelos para Avaliação de maturidade

Entender os conceitos, funcionalidade e aplicabilidade dos modelos de maturidade é extremamente relevante para a elaboração de um modelo. Partindo disso, a fim de se obter uma maior compressão e exploração deste conteúdo, serão apresentadas a seguir conceitos e aspectos importantes sobre este contexto.

### 2.2.1 Definição e Relevância dos Modelos de Maturidade

Os modelos para avaliação de maturidade são instrumentos amplamente aceitos para documentar e orientar o desenvolvimento de organizações. Seu conceito foi inicialmente proposto na década de 1970, estimulando em seguida à disseminação de outros modelos baseados em exemplos proeminentes (RABER et al., 2012).

Albliwi et al. (2014) declararam que a presença de modelos de maturidade é importante para qualquer organização, pois é necessário avaliar a maturidade do processo e fazer melhorias, uma vez que estes podem capturar facilmente a situação atual da empresa. Assim, Becker et al. (2009) definiram estes modelos como uma sequência de níveis de maturidade para uma classe de objetos, onde normalmente esses objetos são organizações ou processos. Deste modo, o estágio inferior representa um estado inicial, que pode ser caracterizado por uma organização com pouca capacidade no domínio em consideração, e em contraste, o estágio mais alto representa uma maturidade total.

O nível de maturidade o qual uma organização se encontra representa as suas capacidades, ou seja, sua competência de atingir objetos e domínio no uso de modelos e ferramentas. Deste modo, estes modelos poderão ser usados para analisar como está a situação de uma organização, orientando as iniciativas de melhoria para controlar o progresso (RÖGLINGER et al., 2012).

Atualmente, existem diversos modelos de maturidade na literatura, bem conceituados e amplamente difundidos, dentre os quais se pode citar: *Capability Maturity Model (CMM)*, *Capability Maturity Model Integration (CMMI)*, *Crosby's Quality Management Maturity Grid* (QMMG), *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)*, *Business Process Maturity Model (BPMM)*, entre outros modelos (PAULK, 1993; CMMI<sup>SM</sup>, 2000; CROSBY, 1979; PMI, 2003; OMG, 2008.).

O CMM foi desenvolvido em 1987 pelo *Software Engineering Institute (SEI)* da Universidade Carnegie Mellon e introduz o conceito de cinco níveis de maturidade com a finalidade auxiliar as organizações a melhorar seus processos de Software. Já o CMMI, apesar

de compartilhar semelhanças como o CMM e também ter sido desenvolvido pelo SEI, pode resolver problemas relacionados ao gerenciamento de projetos e processos no desenvolvimento produtos e serviços. O QMMG por sua vez, desenvolvido por Philip Crosby em 1979, foi um dos primeiros modelos para avaliação de maturidade de qualidade, reconhecendo a importância de fatores humanos como liderança, atitude e trabalho colaborativo, enquanto o OPM3 oferece uma estrutura capaz de traduzir estratégias em resultados, podendo ser aplicado a diversos tipos de organizações em diferentes áreas de atuação. Já o BPMM está relacionado a investigação da maturidade do gerenciamento de processos de negócios (ALBLIWI et al., 2014; FINNERTY et al., 2017).

Todos estes modelos mencionados, e os demais presentes na literatura, são de grande utilidade no meio científico, podendo servir como base conceitual para outros modelos aplicados em diversas áreas. Kajko-Mattsson (2001), por exemplo, desenvolveu um Modelo de Maturidade de Manutenção Corretiva, o qual denominou de CM3. Enquanto Rosemann et al. (2004) propuseram um modelo de maturidade de *Business Process Management* (BPM), fornecendo uma estrutura para a avaliação detalhada das capacidades e conquistas.

Já Tapia et al. (2007) construíram um modelo de maturidade para o alinhamento de negócios e tecnologia da informação (TI) em ambientes interempresariais. Guangshe et al. (2008), por sua vez, analisou a viabilidade e a limitação do OPM3, aplicando-o em projetos de construção do Aeroporto Internacional de Shanghai na China. E Shah et al. (2009) descreveram uma abordagem para avaliar a maturidade do gerenciamento de riscos em uma organização de manufatura ao projetar e desenvolver um produto.

Jiankang et al. (2011) se propuseram a analisar características básicas dos modelos de maturidade em gestão do conhecimento e comparou tais modelos, obtendo uma estrutura básica e fornecendo algumas referências que ajudem uma organização a selecionar e implementar modelos de maturidade em tal área. Enquanto Janahi et al. (2015) apresentaram um modelo de Governança de TI para investigar o nível de maturidade de organização em setores públicos.

Kosieradzka (2017), desenvolveu um modelo de maturidade empresarial na área de gestão de produção, denominado Modelo de Gestão de Produtividade, objetivando organizar um processo de implementação integrada dos conceitos contemporâneos de gerenciamento de produção, a fim de ser eficaz no aumento da produtividade da empresa. Enquanto Finnerty (2017) apresentou o desenvolvimento e implantação de um Modelo de Maturidade para o Gerenciamento de Energia em organizações industriais com uma presença global.

Percebe-se então que aplicabilidade dos modelos de maturidade é vasta e bem disseminada, oferecendo um leque de opções a ser usada, ou desenvolvidas, para áreas e problemas específicos.

Apesar de haver algumas semelhanças no embasamento dos modelos presentes na literatura, De Bruin et al. (2005) relataram que estes podem diferir na finalidade para a qual será aplicado, podendo estas ser do tipo descritiva, prescritiva ou comparativa, como apresenta o Quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de Modelos de Maturidade

<b>Tipos</b>	<b>Características</b>
Descritivo	Este tipo de modelo permite identificar o nível que a organização se encontra, a real situação, sem provisão para melhorar a maturidade ou fornecer relacionamentos para o desempenho
Prescritivo	Este modelo fornece uma ênfase no desempenho do negócio e indica como atingir a melhoria da maturidade, ou seja, permite o desenvolvimento de um roteiro para os próximos níveis.
Comparativo	Um modelo dessa natureza permite um benchmarking em setores ou regiões, comparando as práticas semelhantes entre organizações para avaliar a maturidade em setores diferentes. Para utilizar este tipo de modelo, deve-se ter grande variedade de organizações para que a comparação seja válida.

Fonte: A autora (2019)

Nota: Adaptado de DE BRUIN et al. (2005).

Os autores, porém, argumentam que embora esses tipos de modelo possam ser vistos como distintos, eles podem representar fases evolutivas de um modelo. Onde, primeiramente, um modelo se comporta como descritivo, para que uma compreensão mais profunda da situação seja alcançada. Posteriormente pode evoluir para prescritivo, já que é apenas através de uma sólida compreensão da situação atual que melhorias substanciais podem ser feitas. E assim, finalmente pode progredir para um modelo que possa ser usado comparativamente.

### 2.2.2 Criando um Modelo de Maturidade

A construção de um modelo de maturidade deve incorporar bem as características e necessidades do problema tratado. Para isso, é necessário encontrar um equilíbrio coerente entre uma realidade, muitas vezes complexa, e a simplicidade da ideia do modelo. Para De Bruin et



al. (2005), quando um modelo é muito simplificado ele pode não refletir adequadamente as complexidades do domínio e pode não apresentar informações significativas para o público. Enquanto que um modelo muito complicado pode limitar o interesse das pessoas, criar confusão ou até aumentar o potencial de uma aplicação incorreta.

Com a finalidade de esclarecer ainda mais a concepção dos modelos de maturidade, Raber et al. (2012) abordaram brevemente as características mais importantes que um modelo deve apresentar, sendo elas demonstradas no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Características de um Modelo de Maturidade

Característica	Descrição
Objeto de avaliação de maturidade	Permitem a avaliação da maturidade de uma variedade de objetos diferentes.
Dimensão	Têm dimensões que são áreas de capacidade específicas que representam diferentes aspectos do objeto avaliado, sendo especificadas por determinado número de características (medidas).
Níveis	São os estados de maturidade do objeto avaliado, devendo cada um apresentar um conjunto de características distintas.
Princípios de maturidade	Quando o modelo pode ser caracterizado como contínuo ou completo. O contínuo permite uma pontuação de características em diferentes níveis, obtendo uma classificação de maturidade através de uma soma (ponderada) das pontuações individuais. Enquanto que os modelos completos exigem que todos os elementos de um nível distinto sejam alcançados.
Avaliação	É a aplicação do modelo para a avaliação da maturidade, podendo ser utilizadas abordagens qualitativas (como entrevistas) ou quantitativas (como questionários com escalas Likert).

Fonte: A autora (2019)

Nota: Adaptado de Raber et al. (2012)

Além de possuir tais características, Lahrman et al. (2011) argumentaram que os modelos de maturidade também podem ser construídos sob perspectivas diferentes. Uma é no sentido de *top-down*, pouco utilizada; onde modelo evolui no sentido decrescente, ou seja, primeiramente se define os níveis de maturidade e em seguida as características e as diferentes medidas. A outra perspectiva é a *bottom-up*, bem mais utilizada, onde o modelo é crescente e se caracteriza por estabelecer primeiro os requisitos e características para posteriormente atribuí-las aos níveis de maturidade.

A fim de oferecer maior suporte a este contexto, De Bruin et al. (2005) descreveram uma metodologia genérica para o desenvolvimento de modelos de maturidade, como apresentada na Figura 2. Segundo os autores, a sequência fornece uma base sólida para guiar o desenvolvimento de um modelo do tipo descritivo, permitindo em seguida a evolução deste para a etapa prescritiva e comparativa.

Figura 2 - Etapas para o desenvolvimento de um modelo de maturidade



Fonte: A autora (2019)

Nota: Adaptado de DE BRUIN et al. (2005)

Na fase do escopo deve-se definir o foco do modelo, ou seja, para qual domínio o modelo de maturidade está sendo direcionado e aplicado, determinando sua especificidade e extensibilidade, o que o diferenciara dos outros modelos existentes. Na segunda fase, deve-se determinar uma arquitetura para o modelo, ou seja, construí-lo, atribuir níveis (onde a quantidade pode variar de modelo para modelo, desde que sigam uma progressão lógica por etapas), definir características e medidas, mas não necessariamente nesta ordem.

Na terceira fase é necessário identificar o que precisa ser medido na avaliação da maturidade e como isso pode ser medido. A validação dos componentes identificados, a partir de algumas fontes de evidências, melhora a extensibilidade dos resultados do modelo de maturidade final. De Bruin et al. (2005) relatam que o uso de uma escala Likert (ou algo similar) pode melhorar a confiabilidade e a consistência da resposta, permitindo que os resultados sejam facilmente mapeados para os estágios de maturidade.

Quando o modelo for preenchido, ele deve ser testado. É importante testar os constructos, pois o modelo de maturidade precisa ser avaliado como preciso e completo, de acordo com a sua abrangência. A validade do conteúdo pode ser alcançada através de uma extensa revisão da literatura, sendo realizada após a validação um teste piloto.

Na quinta fase, a de implantação, o modelo deve ser disponibilizado para uso e verificação da sua extensão. Tal etapa é importante para que o modelo se adeque a normalidade e tenha a aceitação global. E por fim, vem a fase de manutenção, a qual assegura a relevância continuada de um modelo ao longo do tempo.

Pöppelbuß, & Röglinger (2011) também propuseram princípios de design gerais para modelos de maturidade, os quais foram baseados em uma revisão de literatura, dividindo-os

em: Princípios de design básico, Princípios de design para uso descritivo e Princípios de para uso prescritivo.

Estes princípios, de certa forma, também se comportam de forma evolutiva, onde os princípios básicos relatados pelos autores (como domínio de aplicação, finalidade do uso, definições de níveis e dimensões e etc.) devem ser abordados independentemente do propósito específico de uso. Ou seja, os modelos de maturidade descritivos devem cumprir os princípios de design básicos e os modelos de maturidade prescritivos devem preencher os princípios de design para uso básico e descritivo.

Deste modo, adotando como base os conceitos e características sobre modelos de avaliação de maturidade aqui expostos, será proposto um modelo que atenda aos objetivos da problemática abordada nesta pesquisa. Vale ressaltar também que para aplicação do modelo, se faz necessário o uso de um método de decisão multicritério, uma vez que os estágios de maturidade aqui definidos foram fundamentados em cima de múltiplos atributos. Desta forma, os conceitos que serão abordados a seguir são de extrema necessidade e relevância.

### **2.3 Apoio à Decisão Multicritério**

A análise de decisão multicritério ou uma abordagem multiobjectivo incorpora a incerteza e os aspectos subjetivos do decisor, proporcionando uma tomada de decisão mais consistente. Deste modo, uma maior quantidade de informações é agregada ao processo e possíveis *tradeoffs* podem ser examinados (DE ALMEIDA et al., 2017).

Os problemas de decisão, normalmente, costumam se distinguir de acordo com o tipo de problemática apresentada, podendo estas serem: de escolha, de ordenação, descrição e classificação. Sendo esta última responsável por atribuir ações a classes predefinidas e completamente ordenadas (Roy & Bouyssou 1993). Outra importante característica pertinente aos problemas de decisão está relacionada a racionalidade que o decisor pode apresentar. Deste modo, os métodos desenvolvidos para processos decisórios também são divididos de acordo com estas características, sendo classificados como compensatórios e não compensatórios. De Almeida (2013) relata nos métodos compensatórios uma alternativa com maior desempenho em um dado critério pode compensar o desempenho inferior em outro, ou seja, considerando os *tradeoffs* entre eles. Já nos métodos não compensatórios isso não ocorre.

Na literatura, é possível encontrar uma variedade de métodos de Apoio à Decisão Multicritério e que podem ser caracterizados de várias formas. Dentre estas, uma que merece destaque é a que classifica os métodos em duas escolas: Escola Americana e Escola Francesa, também conhecida como Escola Europeia (ROY E VANDERPOOTEN, 1996). A escola

americana é caracterizada pela abordagem do critério único de síntese, construindo uma função de agregação única. Dentre os métodos que fazem uso dessa abordagem, pode-se citar o Analytic Hierarchy Process (AHP) e o MultiAttribute Utility Theory (MAUT). Já a escola francesa é caracterizada por construir uma relação de subordinação não compensatória, na qual pode-se destacar os métodos ELECTRE, PROMETHEE e o FlowSort, por exemplo (COSTA et al., 2007).

Para estes aspectos, o FlowSort, método utilizado neste estudo, é caracterizado com um método pertencente à Escola Europeia, apoiando a problemática de classificação e possuindo uma racionalidade não compensatória. Baseado na metodologia de ordenação PROMETHEE, o método propõe a categorização de alternativas em classes completamente ordenadas, e por esse motivo se torna oportuno para aplicação neste estudo. (NEMERY & LAMBORAY, 2008).

### 2.3.1 O método FlowSort

O FlowSort foi desenvolvido em 2008 por Nemery e Lamboray e pertence a família dos métodos de sobreclassificação. Caracterizado por ser uma adaptação dos métodos PROMETHEE I e II, sua abordagem utiliza os fluxos obtidos para categorizar as alternativas ao invés de ordená-las, como é o caso do PROMETHEE, sendo este o motivo dele abordar a problemática de classificação.

Apesar de ser um método novo, se comparado aos demais, é possível encontrar alguns trabalhos que fazem uso deste, bem como extensões e aperfeiçoamento do método. Janssen & Nemery (2013), por exemplo, propuseram uma nova versão do método de classificação para o caso de quando há imprecisão nos dados de entrada. Já Lolli et al. (2015), fizeram uma extensão, chamando-o de FlowSort-GDSS, o qual foi utilizado para classificar os modos de falha em classes de prioridade, envolvendo múltiplos tomadores de decisão. Enquanto Campos et al. (2015) integraram o método a teoria Fuzzy, propondo uma extensão de classificação denominada Fuzzy FlowSort (F-FlowSort). O método também pôde ser aplicado para classificação de fornecedores em ambientes industriais por Sepulveda & Derpich (2015).

Além do FlowSort, outro método bem conceituado, porém mais difundido na literatura, para este tipo de problemática, é o ELECTRE TRI. O que difere estes dois métodos é fato de que no ELECTRE TRI as classes são definidas por dois perfis limitantes, e ele é baseado nas regras de classificação pessimista e otimista, onde vetos podem ser considerados. Já no FlowSort, as classes podem ser definidas por dois perfis limitantes e por um perfil central, a classificação se baseia nos fluxos de sobreclassificação positivo, negativo e líquido, onde vetos não são considerados. Outra particularidade do FlowSort é que, ao contrário do ELECTRE TRI

que realiza sucessivas comparações por pares, a atribuição de uma ação depende de uma comparação global com todos os perfis simultaneamente (NEMERY & LAMBORAY, 2008).

Em virtude de o modelo ter sido construído por meio de um método de ordenação, uma vantagem que ele apresenta é que se o decisor estiver familiarizado com um método de ordenação em particular, ele poderá facilmente entender este método de classificação. Por esse motivo, para que se faça mais compreensível a funcionalidade do FlowSort, deve-se antes entender os aspectos gerais do método PROMETHEE.

Vale ressaltar ainda que a principal justificativa para a escolha do método se deve ao fato deste ser caracterizado pela problemática de classificação, uma vez que as alternativas serão alocadas em alguma classe definida pelo modelo construído, e trabalhar com uma racionalidade não compensatória, visto que, para a avaliação da maturidade, é preferível, e mais coerente, que desempenhos ruins em um dado critério não sejam compensados por desempenhos melhores em outros critérios, a fim de evitar que haja alguma influência equivocada na classificação realizada.

Além disso, dentre os métodos de classificação não compensatórios, o FlowSort ainda se destaca por não exigir que sejam estabelecidos valores de veto e limiares (para o caso de critério usual), o que minimiza as informações necessárias para aplicação, reduz a probabilidade de se trabalhar com valores imprecisos e evita, principalmente, conflitos e dificuldades no estabelecimento desses valores por parte dos decisores, os quais não possuem muito conhecimento sobre estes aspectos de decisão.

### 2.3.1.1 Características do método PROMETHEE

De acordo com Brans et al. (1986), os métodos PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) pertencem à família dos métodos *outranking*, e podem ser divididos em duas etapas:

1. A construção de uma relação de sobreclassificação,
2. A exploração desta relação par a par

Para o autor, a primeira etapa, caracterizada pela construção da relação de sobreclassificação, é realizada através do estabelecimento dos pesos  $w_j$  para cada critério, e obtenção da intensidade de preferência  $F(a,b)$  de uma alternativa sobre outra. Esta intensidade de preferência irá variar de acordo com a escolha do tipo de critério a ser usado, os quais podem ser classificados como: critério usual, quase-critério, limite de preferência, pseudocritério, área de indiferença e critério Gaussiano, como exposto no Quadro 5 abaixo.

Quadro 5 - Tipos de Critérios

Tipo de critério	Intensidade de Preferencia
Critério Usual	$F(a,b)=1$ se $g_i(a)-g_i(b) > 0$ $F(a,b) = 0$ se $g_i(a)-g_i(b) \leq 0$
Quase Critério	$F(a,b)=1$ se $g_i(a)-g_i(b) > q$ $F(a,b) = 0$ se $g_i(a)-g_i(b) \leq q$
Limiar de Preferência	$F(a,b)=1$ se $g_i(a)-g_i(b) > p$ $F(a,b)=\frac{g_i(a)-g_i(b)}{p}$ se $\leq p$ $F(a,b) = 0$ se $g_i(a)-g_i(b) \leq 0$
Pseudocritério	$F(a,b)=1$ se $g_i(a)-g_i(b) > p$ $F(a,b)=0,5$ se $q < g_i(a)-g_i(b) \leq p$ $F(a,b) = 0$ se $g_i(a)-g_i(b) \leq q$
Área de Indiferença	$F(a,b)=1$ se $g_i(a)-g_i(b) > p$ $F(a,b)=\frac{g_i(a)-g_i(b)-q}{p-q}$ se $q < g_i(a)-g_i(b) \leq p$ $F(a,b) = 0$ se $g_i(a)-g_i(b) \leq q$
Critérios Gaussiano	A intensidade de preferência aumenta segundo uma distribuição normal se $g_i(a)-g_i(b) > 0$ $F(a,b) = 0$ se $g_i(a)-g_i(b) \leq 0$

Fonte: A autora (2019)

Nota: Adaptado de De Almeida (2013)

Como pode-se observar, a depender do critério, alguns parâmetros podem necessários para a obtenção do valor de  $F(a,b)$ . Tais parâmetros são denominados Limiar de Preferência ( $p$ ) (menor valor para a diferença  $[g_i(a) - g_i(b)]$  acima do qual existe uma preferência estrita) e Limiar de Indiferença ( $q$ ) (maior valor para a diferença  $[g_i(a) - g_i(b)]$  abaixo do qual existe uma indiferença) (DE ALMEIDA, 2013).

Assim, a partir da classificação dos critérios e, conseqüentemente, identificação da intensidade de preferência de uma alternativa sobre outra, obtém-se o grau de sobreclassificação para cada par de alternativas, dado pela Equação 1.

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n w_j \cdot F(a, b) \quad (1)$$

Ainda de acordo com Brans et al. (1986), a segunda fase do método, caracterizada pela exploração da relação, é obtida por meio da identificação de dois índices: o fluxo de sobreclassificação de saída,  $\phi_+(a)$ , que expressa o quanto uma alternativa  $a$  sobreclassifica as

demais; e o fluxo de sobreclassificação de entrada,  $\phi^-(a)$ , que indica o quanto uma alternativa  $a$  é sobreclassificada pelas demais. Tais índices serão responsáveis por gerar pré-ordens incompletas no PROMETHEE I e são representados pelas Equação 2 e Equação 3 abaixo.

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (2)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (3)$$

Onde  $n$  é o número total de alternativas.

Outro índice que pode ser gerado nessa segunda fase, e é utilizado para a ordenação no PROMETHEE II, é o fluxo líquido ( $\phi(a)$ ). Tal fluxo é definido pela diferença entre os fluxos de saída e de entrada da mesma alternativa, como mostra a Equação 4, gerando valores entre -1 e 1 após a normalização destes fluxos. Este índice representa o desempenho real de uma alternativa com relação às demais e possibilitará a formação de pré-ordens completas, sejam elas crescentes ou decrescentes.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (4)$$

O procedimento seguido pelo FlowSort é similar ao exposto. A diferença está no fato de que, para o método de classificação, a construção e exploração da relação de sobreclassificação dá entre perfil e alternativa e não alternativa com alternativa.

### 2.3.1.2 Pressupostos do FlowSort

A partir das noções apresentadas anteriormente sobre o PROMETHEE, será mais fácil entender o raciocínio do *FlowSort*. No entanto, antes disso, Nemery & Lamboray (2008) argumentam que é essencial a compreensão das definições do modelo de classificação construído, expondo as seguintes características:

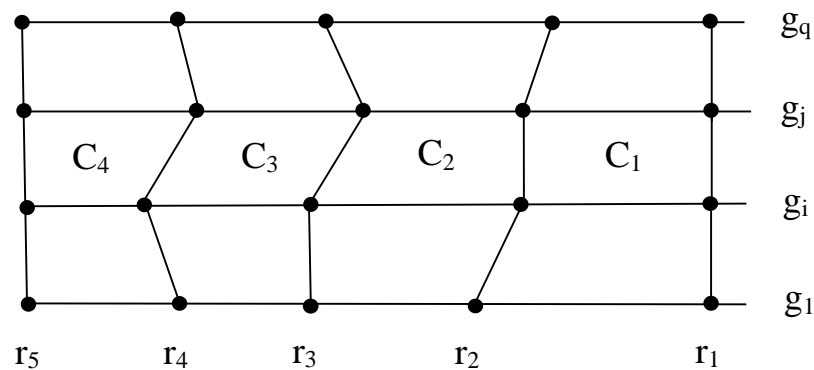
Seja  $A$  o conjunto de  $n$  alternativas a serem classificadas:  $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ . Cada ação é avaliada considerando  $q$  critérios  $g_j$  ( $j = 1, \dots, q$ ). As alternativas podem ser atribuídas a  $K$  categorias:  $C1, C2, \dots, CK$ . Além disso, essas categorias são completamente ordenadas de modo que:  $C1 > \dots > CL > \dots > CK$ , onde  $Ch > CL$  com  $h < L$  denota que a categoria  $Ch$  é "preferida à" categoria  $CL$ .

Cada uma dessas categorias é definida por um perfil central ou por dois perfis de referência. Considerando o caso dos perfis limitantes (pois será esta a situação do problema exposto em seguida), uma categoria  $C_h$  será definida por um perfil superior e inferior denotado

como  $r_h$  e  $r_{h+1}$ , respectivamente. Assim, ao mesmo tempo em que  $r_h$  é o perfil inferior de  $C_{h-1}$ ,  $r_{h+1}$  é o perfil superior de  $C_{h+1}$ .

O conjunto responsável por representar os perfis limitantes é denotado como  $R = \{r_1, \dots, r_{K+1}\}$ . Desta forma, os desempenhos de todas as ações em  $A$  estarão entre o pior ( $r_{K+1}$ ) e os melhor ( $r_1$ ) perfil de limitação, como apresentado pela Figura 3 abaixo.

Figura 3 - Ilustração da relação entre as classes e perfis de cada critério



Fonte: A autora (2019)

Nota: Adaptado de Nemery & Lamboray (2008)

Após saber dessas condições, é necessário entender como ocorrerá a atribuição de uma  $a$  em uma determinada categoria. Como o método foi derivado do PROMETHEE, a classificação será baseada na posição relativa dessa alternativa com relação aos perfis de referência definidos em termos do fluxo positivo, negativo ou líquido.

Para isso, assim como nos métodos de ordenação, neste também deve-se obter a intensidade de preferência  $F(a,b)$  e o grau de sobreclassificação  $\pi(a,b)$ , da mesma forma como explicado anteriormente. A mudança que ocorre é na forma de obter os fluxos de cada ação em  $R$ , os quais são calculados de acordo com as Equações 5, 6 e 7 abaixo.

$$\Phi^{+}_{Ri^*}(a) = \frac{1}{Ri^*-1} \sum_{b \in Ri^*} \pi(a, b) \quad (5)$$

$$\Phi^{-}_{Ri^*}(a) = \frac{1}{Ri^*-1} \sum_{b \in Ri^*} \pi(b, a) \quad (6)$$

$$\Phi_{Ri^*}(a) = \Phi^{+}_{Ri^*}(a) - \Phi^{-}_{Ri^*}(a) \quad (7)$$

Após a obtenção destes índices, as alternativas já podem ser alocadas a sua devida categoria ao se comparar seus fluxos com os fluxos dos perfis. Assim, para o caso de perfis



limitantes, as regras para atribuição das ações em uma classe  $C_h$ , definidas por Nemery & Lamboray (2008), são expostas pelas equações 8 e 9 abaixo.

$$C_{\phi^+}(a_i) = C_h \text{ se } \phi_{Ri}^+(r_h) \geq \phi_{Ri}^+(a_i) > \phi_{Ri}^+(r_{h+1}) \quad (8)$$

$$C_{\phi^-}(a_i) = C_h \text{ se } \phi_{Ri}^-(r_h) \geq \phi_{Ri}^-(a_i) > \phi_{Ri}^-(r_{h+1}) \quad (9)$$

Ou seja, a ação será atribuída à categoria  $C_h$  se o fluxo  $\phi^+(a_i)$  pertencer ao intervalo definido pelos fluxos positivos dos perfis de referência da categoria  $C_h$ . Ou a alternativa será atribuída à categoria  $C_h$  se o fluxo  $\phi^-(a_i)$  estiver contido no intervalo determinado pelos fluxos negativos dos perfis de referência da categoria  $C_h$  (Nemery & Lamboray, 2008).

Além disso, para os autores do método, se um decisor desejar ter uma atribuição a uma categoria estritamente, pode-se definir uma regra de classificação semelhante, no entanto, usando os fluxos líquidos como apresentado na Equação 10 a seguir.

$$C_{\phi}(a_i) = C_h \text{ se } \phi_{Ri}(r_h) \geq \phi_{Ri}(a_i) > \phi_{Ri}(r_{h+1}) \quad (10)$$

Logo, tomando como base as definições e pressupostos aqui apresentados acerca do método de classificação FlowSort, este será utilizado para avaliação da maturidade de empresas usuárias do WCM, considerando os diferentes fatores de desempenho que serão abordados posteriormente no modelo proposto.

## 2.4 Considerações deste capítulo

Este capítulo teve por finalidade apresentar e ressaltar conceitos, características e discussões em geral sobre o sistema WCM, Modelos de Maturidade e o método Multicritério de Classificação FlowSort. A construção em geral deste estudo bibliográfico e revisão da literatura teve fundamental valor diante dos termos anteriormente apresentados, pois é por meio destes que a linguagem utilizada no decorrer do trabalho poderá ser melhor compreendida. Através da explanação realizada, também foi possível observar que a literatura ainda apresenta certa deficiência a respeito da avaliação de maturidade do sistema WCM, demonstrando a necessidade de se propor uma ferramenta que avalie este programa relevante e bastante utilizado atualmente, uma vez que tal artifício pode contribuir significativamente não só com o meio acadêmico, oferecendo suporte às pesquisas realizadas nessa área, mas também as organizações que farão uso do instrumento.

Ademais, todos os conceitos mencionados demonstram-se relevantes e necessários, colaborando diretamente para a elaboração de um modelo mais coerente e aplicável. Logo, tendo sido realizada a discussão sobre os pontos chaves da pesquisa, o próximo capítulo se propõe a detalhar as etapas que compuseram o estudo desenvolvido

### **3 METODOLOGIA**

Uma pesquisa se desenvolve através de um processo que possui inúmeras fases, indo desde a identificação do problema até a obtenção dos resultados. Por esse motivo, a metodologia pode ser definida como o estudo dos caminhos, para se chegar ao fim proposto, e dos instrumentos utilizados para realizar um trabalho científico (GERHARDT & SILVEIRA, 2009).

Neste capítulo serão apresentadas as etapas realizadas para a construção desta pesquisa, buscando explicar como a mesma foi conduzida, detalhando os aspectos metodológicos aplicados como: Caracterização do Estudo e Delineamento da Pesquisa.

#### **3.1 Caracterização do Estudo**

Toda pesquisa só é iniciada caso exista alguma pergunta a ser respondida sobre determinado domínio, onde a busca por obter uma resposta acaba se tornando a finalidade do estudo. Por conseguinte, Gil (2002) descreve que, do ponto de vista da finalidade, é possível classificar as pesquisas em três grupos: exploratórias, descritivas e explicativas.

De acordo com esta classificação, pode-se dizer que, a princípio, esta pesquisa se caracteriza como exploratória, pois teve como objetivo obter maior familiaridade com o problema. No entanto, em seguida o estudo se apresentou como descritivo, se propondo a registrar, analisar, classificar e interpretar os resultados obtidos sem a interferência do pesquisador sobre eles (PRODANOV, 2013). Miguel et al. (2012) relata que esta primeira situação é bastante útil quando medidas e/ou variáveis relevantes, bem como escalas de medição, devem ser identificadas para a pesquisa. Assim, para isso foi realizado um estudo bibliográfico, como procedimento técnico, desenvolvido com base em materiais já elaborados, como livros e artigos científicos.

Este estudo da literatura possibilitou uma ampla cobertura das informações sobre os assuntos abordados, mais precisamente sobre o WCM e os Modelos de Maturidade, pois permitiu a identificação de características do sistema e proporcionou um maior embasamento científico para o desenvolvimento do modelo.

Do ponto de vista da abordagem do problema, esta pesquisa possui um aspecto qualitativo e quantitativo, ou seja, uma abordagem combinada, pois ao mesmo tempo que se procura obter informações e entendê-las, a pesquisa buscou também traduzir tais informações, e opiniões, em números, objetivando analisá-los (GIL, 2002).

Trabalhar com esta combinação pode admitir que as vantagens de uma abordagem amenizem as desvantagens da outra, fazendo com que sejam analisadas questões mais amplas que não seriam avaliadas usando uma abordagem isoladamente (MIGUEL, 2012).

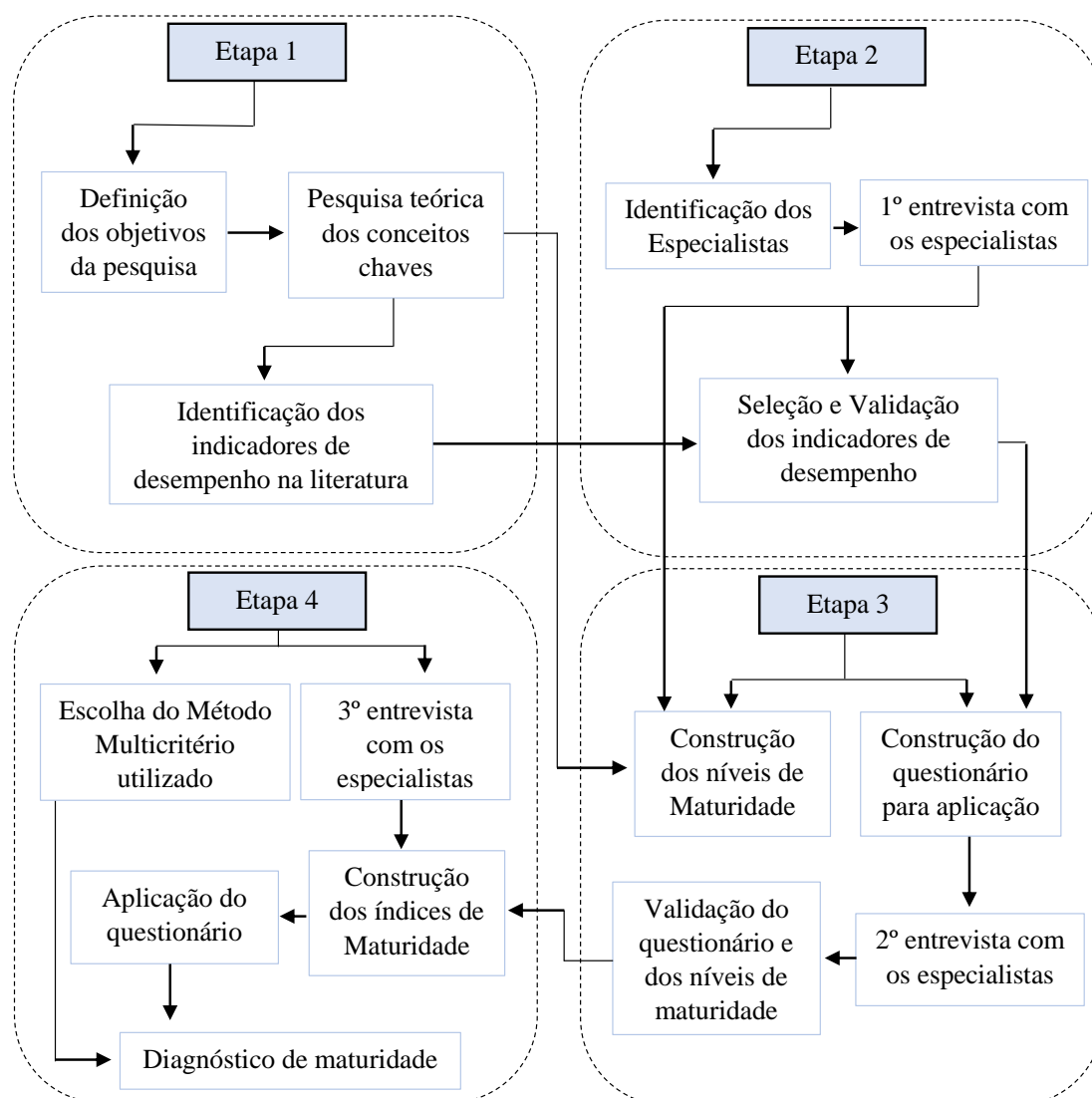
Além disso, como método de pesquisa, foi utilizado a categoria de modelamento ou modelagem, a qual compreende no uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou parte de um sistema produtivo. Para isso, o pesquisador deve conhecer a fundo o sistema que está sendo analisado, de modo que todos os parâmetros de entrada e variáveis sejam identificados para a construção do modelo. Assim, tendo então a modelagem sido realizada, deve-se seguir para a execução do modelo elaborado (BERTO & NAKANO, 1999; TURRIONI & MELLO, 2012).

### **3.2 Delineamento da Pesquisa**

O instrumento para avaliação da maturidade foi elaborado através de estudos na literatura sobre o WCM e entrevistas com especialistas da área. Por meio disto, foi possível desenvolver e refinar os construtos e variáveis a serem utilizadas, criando assim uma ferramenta que visa ser útil para pesquisadores e profissionais do ramo.

O processo realizado para completar este estudo foi composto por quatro etapas. Tais etapas podem ser visualizadas de forma geral pela Figura 4, sendo em seguida discutidas com maiores detalhes.

Figura 4 - Curso de Execução geral da pesquisa



Fonte: A autora (2019)

Nota: Adaptado de Vivares et al. (2018)

A primeira etapa da execução da pesquisa foi caracterizada pela definição dos objetivos do estudo, primeiramente, sendo realizado em seguida o aprimoramento teórico, ou seja, um estudo bibliográfico, visando fundamentar teoricamente a importância dos temas abordados. Para isso, foram analisados trabalhos científicos relacionados, mais especificamente, ao sistema WCM e sobre modelos de maturidade nas bases SCOPUS e WEB OF SCIENCE. Todo este levantamento também é de fundamental importância para a formulação do problema de pesquisa. Todavia, ele por si só não é suficiente, pois requer uma reflexão crítica acerca dos assuntos estudados (GIL, 2002).

A partir desta pesquisa, foi possível construir um levantamento dos critérios de desempenho WCM presentes literatura, com a finalidade de identificar aqueles mais utilizados, ou seja, que de fato possam representar o sucesso da metodologia. Para isso, realizou-se uma busca, nas bases de dados já citadas, através de alguns termos os quais poderiam estar presentes no título, resumo ou nas palavras chaves dos trabalhos. Assim, palavras como “*World Class Manufacturing*”, “WCM” e “Medidas de desempenho” foram combinadas durante esta busca. Porém, alguns trabalhos que abordavam medidas de desempenho nos sistemas de produção em geral também foram considerados, uma vez que o WCM concentra em si a essência das melhores práticas e ferramentas da produção como um todo.

A segunda etapa foi caracterizada pela identificação dos especialistas, ou seja, pessoas com alto conhecimento e experiência em WCM e que, por isso, teriam propriedade suficiente para fornecer as informações necessárias para este estudo. Neste contexto, a pesquisa contou com três especialistas, dois que atuam diretamente nos processos de implantação do WCM em suas respectivas empresas, e um que trabalha como consultor com aproximadamente dez anos de experiência na metodologia. A primeira entrevista realizada com todos eles tinha por finalidade analisar e validar os indicadores de desempenho encontrados na literatura, visando identificar se, de fato, eles são considerados no sistema WCM, podendo assim serem utilizados como critérios de decisão no modelo aqui proposto.

Na terceira etapa, foram construídos os níveis de maturidade do modelo, bem como elaborado o questionário, disponibilizado no Apêndice A, para posterior aplicação. Para isso, o conhecimento teórico adquirido na primeira etapa, através do estudo da literatura, foi de grande relevância, além da segunda entrevista realizada com os especialistas.

Nesta situação, a finalidade da segunda entrevista foi oferecer um maior embasamento para a construção do modelo, devido a experiência dos envolvidos, sendo assim possível entender melhor o funcionamento do programa, quais as maiores dificuldades encontradas na implantação e as principais diferenças entre empresas que estão começando a aplicar o sistema e as que já alcançaram um patamar de excelência.

Este segundo diálogo com os especialistas foi, de fato, fundamental para a construção do conhecimento sobre o modelo elaborado, uma vez que a literatura, por si só, não suportaria a formação deste raciocínio devido à falta de trabalhos que abordem um modelo neste contexto. Deste modo, com as informações obtidas, foi possível desenhar um modelo definido por quatro níveis (classes ou categorias) de maturidade, bem como descrever as características presentes em cada nível, como será exposto mais à frente.

O desenvolvimento do questionário foi necessário para coletar informações a respeito do desempenho das empresas nos critérios considerados e, por conseguinte, alocá-las em uma determinada classe. Além disso, dados como tempo de atuação da empresa, setor participante, número de funcionários, cargo ocupado pelo funcionário respondente, tempo de trabalho, entre outras perguntas, também foram levantados para maior conhecimento da organização.

Prosseguindo no questionário, haveria uma pergunta para cada critério selecionado. Tais perguntas foram responsáveis por representar e mensurar o desempenho das empresas em cada elemento. Todos estes questionamentos foram analisados pelos especialistas, sendo alguns modificados ou aprimorados de acordo com suas respectivas sugestões.

As respostas dadas ao questionário, apresentado no Apêndice A, foram apresentadas através de escalas percentual e de cinco pontos (likert), tendo uma interpretação simples e clara para os respondentes. Também foi levado em consideração a importância de não deixar que a aplicação do questionário se tornasse cansativa, uma vez que isso muitas vezes se torna um fator desestimulante.

A quarta etapa da pesquisa teve um caráter decisivo para o modelo, pois além da escolha do método multicritério a ser utilizado na aplicação, foi necessário realizar uma terceira entrevista com os profissionais, a fim de estabelecer os índices de maturidade, ou seja, valores que determinem a transição de um nível para outro em cada critério considerado, e estes, por sua vez, foram valores críticos e difíceis de serem estabelecidos.

O método de decisão selecionado, como apresentados no capítulo anterior, foi o FlowSort. Após sua escolha, e o estabelecimento dos limites de cada classes, foi realizada a aplicação do questionário. As informações necessárias que foram coletadas serviram como input para aplicação do método FlowSort, levando a obtenção dos resultados, ou seja, a classificação da empresa em seu devido nível de maturidade, sendo realizada posteriormente uma análise e discussão a partir dos resultados obtidos.

### **3.3 Considerações do capítulo**

O presente capítulo foi responsável por esclarecer as principais características relacionadas a metodologia aplicada nas fases desta pesquisa, apresentando assim um estudo de caráter exploratório e descritivo, com aspectos quantitativo e qualitativo.

A necessidade e o valor da elaboração deste capítulo se devem ao fato deste possibilitar o entendimento de como foi desenvolvido este trabalho, explicitando de forma clara e detalhada os métodos e técnicas utilizados para se chegar aos resultados que serão exibidos posteriormente.

## 4 PROPOSIÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO

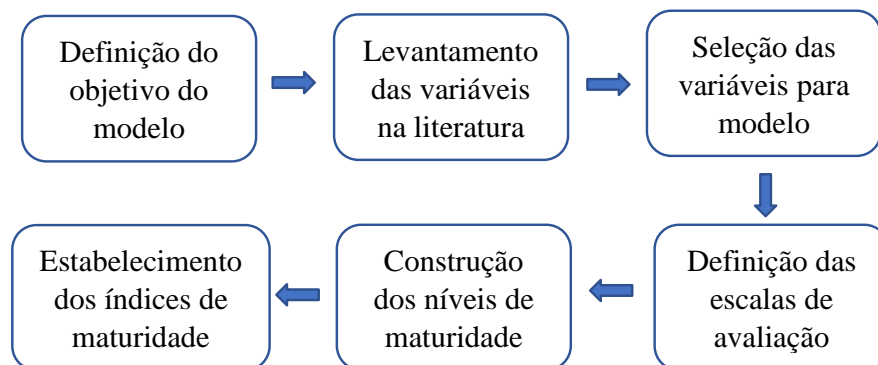
Os fundamentos teóricos apresentados no segundo capítulo desta pesquisa serviram como suporte para a elaboração e aplicação do modelo de maturidade aqui proposto. Deste modo, neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos no estudo, ou seja, inicialmente, será realizada a caracterização do modelo elaborado e em seguida a discussão dos resultados obtidos com a aplicação.

### 4.1 O Modelo Proposto

A necessidade e valor da proposição deste modelo advém da contribuição funcional, com relação ao sistema WCM, que o mesmo pode oferecer as organizações. A rápida e recente expansão da metodologia em diversas empresas, principalmente do setor automotivo, afirma seu potencial em alcançar resultados excelentes em termos de desempenho. No entanto, atrelado a crescente aplicação do sistema, têm-se a deficiência apresentada na literatura perante instrumentos que avaliem o programa. Desta forma, considerou-se válida a oportunidade de levar às organizações um modo de autoavaliação que as auxiliem na identificação do atual cenário organizacional e potenciais dificuldades apresentadas com o WCM.

O modelo proposto será formado por quatro níveis de maturidade e caracteriza-se como descritivo, seguindo uma perspectiva de baixo para cima, de acordo com as orientações de De Bruin et al. (2005) e Lahrman et al. (2011). O Fluxograma 1 abaixo exhibe as etapas realizadas para a construção do modelo.

*Fluxograma 1 - Fluxograma para elaboração do modelo*



*Fonte: A autora (2019)*



A definição da finalidade do modelo foi estabelecida logo no início da pesquisa, onde objetivo do mesmo seria avaliar a maturidade do sistema WCM nas organizações de maneira coerente e realista, a fim de suportar possíveis estratégias de melhorias futuras.

A descrição das variáveis e parâmetros utilizados para compor o modelo, bem como a construção dos níveis, são apresentadas de forma mais detalhada a seguir.

#### 4.1.1 Critérios de decisão

Nesta seção serão descritas as variáveis que foram utilizadas como critérios de decisão na aplicação do modelo construído. Como abordado anteriormente, estes fatores foram levantados através de uma revisão da literatura, sendo depois revisados e validados através de entrevistas com especialistas, gerando um total de 18 (dezoito) critérios de decisão, descritos abaixo:

- **Papel da Alta Administração (ADM)** – A presença deste elemento como um indicador se deve a sua extrema relevância perante a aplicação de um programa como o WCM, uma vez que a busca por melhorias, bem como o apoio para que estas sejam alcançadas devem surgir de cima. Além disto, é de total responsabilidade da alta administração disseminar pela empresa os resultados alcançados, fazendo desta comunicação um fator motivador para que mais resultados sejam obtidos. Assim, para este critério, será possível analisar o quanto a direção suporta e se envolve com o progresso do programa a partir de uma escala de cinco pontos.
- **Análise das perdas (AP)** – A análise e redução de perdas sempre será algo inerente a qualquer empresa, pois, de certa forma, este o elemento pode proporcionar um grande impacto sobre um item relevante no mercado: o preço. Slack (2000) comenta que até mesmo empresas que não concorrem diretamente pelo preço se demonstraram interessadas em manter seus custos baixos, pois cada real retirado do custo de uma operação será acrescido em seu lucro, tornando-se algo relevante para qualquer organização. Desta forma, este elemento será avaliado pelo percentual de perdas identificadas pela empresa, o que impacta diretamente na redução de custos.
- **Qualidade (QL)** – Este elemento está relacionado a conformidade dos produtos oferecidos pela empresa, englobando aspectos físicos e funcionais, como características e desempenho adequados, visando atender as expectativas do cliente. Em algumas empresas, a base da vantagem competitiva é ter uma

qualidade superior, seja proporcionando uma maior qualidade em um produto padrão ou fornecendo outro que tenha características ou desempenho não disponíveis nos concorrentes, e por isso ela se torna um diferencial (WHEELWRIGHT, 1984). Dessa forma, este critério será avaliado pelo percentual de redução de produtos defeituosos após o WCM.

- **Segurança (SG)** – Este critério está relacionado ao nível de segurança desenvolvido pelas empresas, sendo então representado pela redução percentual de acidentes. Tal fator tem se comportado de forma relevante para as organizações, não só pelo cumprimento de normas, mas pela conquista de confiança e satisfação dos funcionários, buscando estar cada vez mais perto do conceito de zero acidente propostos pelo WCM.
- **Satisfação do Cliente (SC)** – Almejar a satisfação do cliente sempre deve ser um foco presente nas empresas, uma vez que elas dependem deles e por isso devem atender suas necessidades e expectativas. Deste modo, este elemento será representado pelo grau de satisfação do cliente para com a empresa, com relação ao produto e serviços prestados, numa escala de cinco pontos.
- **Produtividade (PRO)** – Este elemento é responsável por avaliar a eficiência ou rendimento dos processos de uma organização. Basicamente, através dele será possível analisar o crescimento produtivo de uma empresa perante os recursos utilizados (os quais podem variar). Deste modo, o mesmo será avaliado perante o aumento percentual da produtividade após o WCM.
- **Flexibilidade (FLX)** – Este fator está ligado à capacidade da empresa alterar suas operações de alguma forma para agir a situações inesperadas. Desta forma, o mesmo será representado, numa escala de cinco pontos, pela competência da organização em reduzir o seu nível de estoque, sem afetar a qualidade e entrega do produto.
- **Velocidade (VL)** – Este critério está ligado ao tempo de processamento dos produtos, ou seja, o quanto a empresa conseguiu melhorar seu lead time com a implantação do sistema WCM. Nesse caso, a intenção é simples, quanto mais rápido os produtos estiverem disponíveis para o cliente, mais provável é que eles venham comprar, ou até a pagar mais por eles. Além disto, esta velocidade de processamento do pedido também ajuda a reduzir estoques, uma vez que quanto mais tempo os itens que compõem um produto demoram a se movimentar, maior

será o estoque de peças e conseqüentemente maior tempo para finalização SLACK (2000). Dessa forma, esta variável será avaliada pelo percentual de redução do lead time, após o WCM.

- **Credibilidade (CRE)** – Está relacionada ao compromisso e confiança que a empresa passa para seus clientes, como garantir que eles recebam seus produtos/serviços exatamente quando necessário, ou ao menos quando prometido. Wheelwright (1984) afirma que algumas empresas usam este fator como uma prioridade competitiva, pois embora muitas vezes seus produtos possam ter preços mais altos que os de outros, eles funcionam como especificado, são entregues no prazo e a empresa está pronta para mobilizar seus recursos instantaneamente para garantir que quaisquer falhas sejam corrigidas imediatamente, garantindo que o problema do cliente seja bem acompanhado. Deste modo, o presente critério visa avaliar, através de uma escala de cinco pontos, a capacidade da empresa entregar o produto em conformidade e remediar alguma falha cometida com um cliente.
- **Inovação e tecnologia (TEC)** – A inovação e tecnologia sempre são necessárias dentro de uma organização, mas isso nem sempre está atrelado ao uso de tecnologia de ponta ou de última geração. Qualquer atitude, ferramentas, produtos ou técnicas novas adotadas para melhorar o processo, seja ele de gestão ou produtivo, pode ser considerado algo inovador. E por isso, este fator será responsável por representar a busca da empresa por novos métodos e técnicas para resolução de problemas, baseado numa escala de cinco pontos.
- **Recursos Humanos (RH)** – Apesar de ter sido um fator pouco citado no estudo da literatura, o RH foi considerado importante para o contexto desta pesquisa e, também, validado pelos consultores entrevistados, pois as pessoas são componentes chaves no sucesso de toda organização. Desta forma, este critério é responsável por avaliar o percentual de redução de dias perdidos devido aos absenteísmos nas empresas.
- **Treinamento (TRE)** - Toda pessoa que executa alguma atividade pode afetar a qualidade do produto/serviço de alguma forma, e por isso, devem ser competentes. Dentro do WCM o treinamento é imprescindível, pois a aplicação da metodologia exige conhecimento, ou seja, pessoas bem capacitadas e com experiência apropriada para melhor aplicação e desenvolvimento do sistema, facilitando principalmente a identificação e ataque as maiores perdas fabris. Assim, o critério

Treinamento será avaliado, a partir de uma escala de cinco pontos, pela frequência se tem treinamento e desenvolvimento das habilidades para funcionários referentes ao WCM.

- **Expansão (EXP)** – Este fator é responsável por avaliar o percentual de expansão da metodologia pela empresa, ou seja, quanto de departamentos e processos ela conseguiu atingir, o que consequentemente reflete sua evolução no sistema.
- **Envolvimento dos funcionários (EF)** – Para que o sistema funcione de forma mais sinérgica é necessário que as pessoas estejam bem envolvidas, integradas e interessadas em atingir os objetivos da empresa com o programa. Para isso, neste critério será avaliado o grau de participação dos funcionários com o programa, principalmente com relação a resolução de problemas e sugestões de melhorias, a partir de uma escala de cinco pontos.
- **Manutenção (MA)** – Apesar de não ter sido um fator levantado, diretamente, na literatura, o critério de manutenção se comporta de forma relevante para o sistema WCM. Na maioria dos trabalhos encontrados, este elemento se encontrava dentro da Gestão de processos (um dos fatores citados), o que indica sua participação na avaliação da metodologia, sendo também um dos principais abordados pelos especialistas nas entrevistas. A análise realizada neste critério está relacionada ao percentual de disponibilidade dos equipamentos que a empresa possui para as atividades de produção.
- **Melhoria Contínua (MC)** – Organizações de sucesso focam constantemente em melhorar, e isso se deve ao fato de que elas consideram a melhoria de importância crítica para sua sobrevivência e desenvolvimento (LUBURIĆ, 2015). Assim, este fator será representado pela frequência com que os projetos de melhorias elaborados e aplicados atingem o objetivo que foi definido para estes, numa escala de cinco pontos.
- **Relação com Fornecedores (RF)** – Este elemento também apresentou uma exibição considerável dentre os trabalhos pesquisados, sendo muitas vezes tido como de extrema relevância para muitas organizações. Luburić (2015) relata que ter relações com poucos fornecedores, sendo elas estáveis, cooperativas e mutuamente benéficas são preferíveis a ter vários fornecedores, pois muitas vezes a relação se comporta de uma maneira excessivamente formal e competitiva, afetando, mesmo que indiretamente, o desempenho das empresas. Assim, para

que exista uma boa negociação para ambas as partes, é necessário que uma comunicação eficaz seja estabelecida e que elas reconheçam que o acordo, se cumprido, será sempre favorável, levando em consideração a interdependência entre elas. Tal critério será avaliar o nível de relacionamento entre empresa e fornecedor, a partir de uma escala de cinco pontos.

- **Retorno Financeiro (RFI)** – Este elemento é responsável por refletir o crescimento da empresa em termos financeiros, ou seja, avalia o percentual de retorno que elas obtiveram após a metodologia.

Como expresso na descrição acima, para o julgamento das variáveis adotadas, foram considerado dois tipos de escala. Em algumas perguntas foram utilizadas uma escala percentual (%), pois alguns critérios poderiam ser melhor representados por ela, além da maior facilidade e interpretação por parte dos respondentes do questionário. Em outras questões levantadas, considerou-se o que foi proposto por Likert (1932). Ele argumenta que as pessoas apresentam maior facilidade de exibir suas opiniões através de escalas simétricas, com 5 ou 9 posições. Assim, atribuiu-se o uso da escala de 5 pontos como adequada para este modelo, pois a mesma possibilita que respondente atribua um ponto da escala, aquele que considerar mais adequado, para avaliar os questionamentos.

Apesar da utilização desta escala pontual ser bem discutida e criticada quanto a sua propriedade de avaliação, pode-se dizer a mesma comporta-se como satisfatória em diversos contextos. Uma defesa disto é que Oliveira (2001), ao analisar os principais conceitos referentes às escalas de mensuração, percebeu a likert como sendo a mais utilizada em pesquisas, ou seja, apesar de outras escalas apresentarem bons resultados, a maior utilização desta é justificada através da grande variedade de conteúdo existente na literatura.

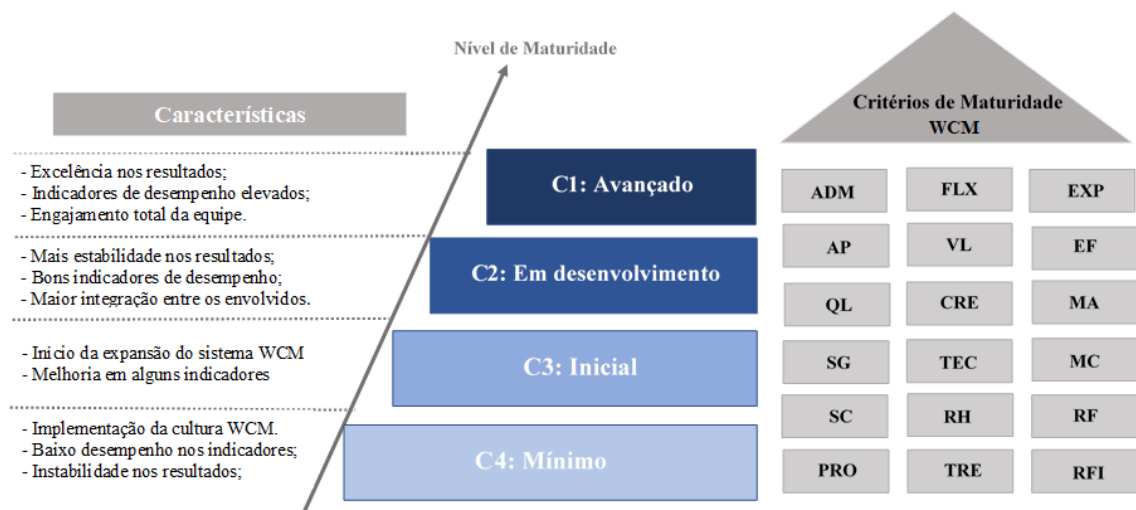
Para obtenção dos desempenhos dos critérios, foi elaborada uma pergunta para cada um, de forma que estas os representassem. No entanto, deve-se ressaltar o cuidado necessário que se teve com estes questionamentos, para que os mesmos não deixassem a aplicação do modelo extensa e cansativa. Deste modo, o questionário finalizado, apresentado no Apêndice A, conta com um total de 18 questões sobre os indicadores, as quais serão respondidas por um funcionário que participe, preferencialmente, da implantação do sistema WCM em sua respectiva organização.

#### 4.1.2 Níveis de Maturidade

Como mencionado anteriormente, para este modelo foram propostos quatro níveis de maturidade, os quais representarão o nível de capacidade das empresas de acordo com o grau de atendimentos às questões respondidas. A medição e o entendimento dessas capacidades se tornam relevantes e necessárias, pois sem elas as pessoas que compõem a organização ficam sem saber por qual caminho seguir, ou seja, se estão fazendo o certo para atingirem seu objetivo.

A descrição destes níveis, ou categorias, foi construída de acordo com o conhecimento adquirido na literatura, bem como os debates feitos com os especialistas. A Figura 5 abaixo traz uma ilustração do modelo, sendo em seguida apresentado as definições e o comportamento atribuído a cada categoria elaborada.

Figura 5 - Modelo de maturidade WCM



Fonte: A autora (2019)

- **Mínimo** – Nessa categoria, a empresa apresenta desempenhos ruins em seus indicadores, como um número elevado de acidentes, baixa produtividade, perdas por má qualidade e paradas de produção e etc. Aqui, uma área modelo será adotada para se realizar melhorias conforme a metodologia e obter resultados, que ainda são muito inconstantes e difíceis de manter, indicando uma maturidade muito baixa no sistema WCM. O corre que nessa fase, a rotina de trabalho chega a ser muito pesada, pois além de suas funcionalidades normais, a organização deverá desenvolver o WCM, assim é necessário muita cooperação e sinergia entre os envolvidos, principalmente por parte da alta administração.

- **Inicial** – A empresa começa a adquirir um pouco de maturidade no sistema. Apesar de ainda apresentar alguns indicadores com desempenhos baixos, ela já entende o diferencial competitivo que o WCM pode proporcionar combatendo suas perdas. Dessa forma, a metodologia começa a se expandir, paralela à uma rotina de trabalho ainda sobrecarregada, uma vez que a cultura costuma ser uma grande barreira a ser quebrada.
- **Em desenvolvimento** – A empresa já apresenta uma maturidade razoável no sistema WCM, uma vez que seus indicadores já apresentam bons desempenhos. Alguns resultados alcançados já conseguem ser mantidos, não apresentando muita instabilidade, o que implica algum controle sob o programa. A organização, especialmente a equipe que atua no sistema, já entendem o que foi conquistado, facilitando mais ainda a rotina de aprendizagem. Assim, as decisões tomadas são mais estruturadas e proativas, contando agora não somente com o apoio e compromisso alta administração, mas também com uma maior integração entre os envolvidos.
- **Avançado** – Aqui, a melhoria contínua é constante para que se atinja a excelência nos resultados. A organização já possui ótimos desempenhos nos seus indicadores e apresenta um alto nível de expansão. O WCM passou a ser a própria rotina da empresa, contando com um alto grau de envolvimento e dedicação de todas as partes, tendo todas as áreas bem engajadas no programa. O trabalho de ataque às perdas (principal objetivo do programa) já é bem consolidado, sendo possível alcançar e manter seus resultados e conseqüentemente ter um maior prestígio no mercado global.

Cada categoria definida deve apresentar medidas que representem a transição de uma classe para outra em cada critério. Tais medidas são denominadas como limites (ou perfis, de acordo com o método de classificação FlowSort) e servirão como base comparativa para classificar as empresas. O Quadro 6 abaixo exhibe estes valores, de modo que possam ser melhor compreendidos, apresentando também os pesos normalizados ( $w_j$ ) que foram estabelecidos para cada critério.

Quadro 6 – Perfis limitantes e pesos estabelecidos

<b>Crítério</b>	<b>Perfi 5</b>	<b>Perfi 4</b>	<b>Perfi 3</b>	<b>Perfi 2</b>	<b>Perfi 1</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso (wj)</b>
Papel da Alta Adm.	1	2	3	4	5	10	0,068027211
Análise das perdas	20%	30%	40%	50%	100%	8	0,054421769
Qualidade	10%	20%	30%	50%	100%	9	0,06122449
Segurança	0%	40%	70%	90%	100%	9	0,06122449
Satisfação do Cliente	1	2	3	4	5	9	0,06122449
Produtividade	0%	10%	20%	40%	100%	8	0,054421769
Flexibilidade	1	2	3	4	5	7	0,047619048
Velocidade	0%	10%	20%	40%	100%	7	0,047619048
Credibilidade	1	2	3	4	5	8	0,054421769
Inovação e Tecnologia	1	2	3	4	5	7	0,047619048
Expansão	0%	40%	70%	90%	100%	8	0,054421769
RH	0%	10%	20%	40%	100%	6	0,040816327
Treinamento	1	2	3	4	5	8	0,054421769
Env. dos Funcionários	1	2	3	4	5	10	0,068027211
Manutenção	10%	30%	40%	60%	100%	8	0,054421769
Melhoria Contínua	1	2	3	4	5	9	0,06122449
Relação com Fornecedor	1	2	3	4	5	6	0,040816327
Retorno financeiro	0%	4%	8%	12%	100%	10	0,068027211

Fonte: A autora (2019)

Os parâmetros (pesos e perfis), requeridos pelo método, foram determinados a partir de uma discussão conjunta com dois especialistas. A partir dessa discussão, foi possível chegar a um valor único, que ambos estivessem de acordo, para cada parâmetro. Para os perfis, fora perguntado a eles quais valores seriam compreendidos como mais adequados para delimitar a transição de uma categoria para outra em cada critério. E para os pesos, lhes foi questionado qual o grau de importância dariam, numa escala de 0 a 10, a cada variável selecionada para avaliar o sistema WCM, sendo estes valores, em seguida, normalizados através da divisão pela soma, a fim de que estivessem entre 0 e 1.

Vale ressaltar também que, neste contexto de decisão, os especialistas, bem como os responsáveis por este estudo, atuaram como os decisores, pois a estrutura, parâmetros e variáveis do problema foram estabelecidas por eles, sendo as empresas, por meio de seus respondentes, apenas o objeto de avaliação.

## 4.2 Aplicação do método FlowSort e Discussão dos Resultados

Após a obtenção das respostas do questionário, as informações obtidas foram inseridas no modelo matemático do método FlowSort para se obter então a classificação da empresa, ou alternativas. Desta forma, a presente seção é responsável por apresentar a aplicação do método FlowSort, a qual foi realizada em quatro empresas, denominadas *A1*, *A2*, *A3* e *A4*, para obter a



classificação da maturidade dentro do modelo elaborado e realizar a discussão dos resultados encontrados.

#### 4.2.1 Aplicação e Diagnóstico da Maturidade para a empresa A1

A primeira organização a responder o questionário, e que por questões de sigilo e ética foi denominada de *A1*, está localizada no interior de Pernambuco e é responsável por fabricar peças automobilísticas. A organização possui cerca de 25 anos de atuação local, operando com um quadro de 2.000 (dois mil) funcionários, sendo considerada uma empresa de grande porte de acordo com a classificação do SEBRAE (2016). A organização vem trabalhando com o sistema WCM há três anos fazendo uso de sete pilares, sendo eles: *Cost deployment*, Melhoria focada, Controle de qualidade, Segurança, Atividades Autônomas, Manutenção profissional e Desenvolvimento de pessoas.

O Supervisor de gestão foi o encarregado de responder ao questionário aplicado neste estudo. O mesmo possui graduação em Engenharia de produção e está na empresa há três anos e meio. Segundo ele, a empresa é fornecedora de empresas como Fiat, Iveco, Scania Ford, Jeep, e entre outras, afirmando também que a organização vem obtendo excelentes resultados com o programa.

As respostas dadas pela empresa *A1* aos respectivos questionamentos sobre cada indicador de desempenho estão expostas no Quadro 7. Em seguida, a Figura 6 apresenta a classificação da organização baseada nos fluxos obtidos com a aplicação do método FlowSort.

Quadro 7 - Valores de A1 para cada critério

Desempenho de A1 em cada critério								
ADM(g1)	AP (g2)	QL(g3)	SG (g4)	SC (g5)	PRO (g6)	FLX (g7)	VL (g8)	CRE (g9)
3	50%	10%	60%	4	20%	3	10%	4
TEC(g10)	EXP(g11)	RH(g12)	TRE(g13)	E.F(g14)	MA(g15)	MC(g16)	RF(g17)	RFI(g18)
5	30%	10%	4	3	30%	3	4	12%

Fonte: A autora (2019)

Figura 6 - Classificação da Empresa A1

	C4	C3	C2	C1		
Fluxos/Perfis	r5	r4	r3	r2	r1	a1
$\varphi+$	0	0,22313	0,46395	0,72381	0,99048	0,42177
$\varphi-$	0,98776	0,7483	0,47619	0,20952	0	0,40136
$\varphi$	-0,9878	-0,5252	-0,0122	0,51429	0,99048	0,02041

Fonte: A autora (2019)

Como pode-se observar, a empresa A1 apresentou um fluxo positivo de 0,42177, um fluxo negativo de 0,40136 e um fluxo líquido de 0,02041, sendo então alocada na categoria C2 (Em desenvolvimento) para o fluxo negativo e líquido. No entanto, para o fluxo positivo, a empresa foi classificada em C3. Isso quer dizer que, o fluxo positivo da alternativa A1 não conseguiu superar o fluxo positivo do perfil r3, ou seja, o valor de o quanto a alternativa sobreclassificou ainda foi inferior ao o quanto o perfil r3 chegou a sobreclassificar.

No entanto, considerando o resultado para o fluxo líquido da alternativa, percebe-se que a empresa sobreclassificou mais do que chegou a ser sobreclassificada, diferentemente do perfil r3 (o qual obteve um fluxo líquido negativo). Desta forma, avaliando por este aspecto, a alternativa será alocada a categoria C2, o que indica que a organização apresenta uma maturidade razoável no sistema, expondo bons resultados em alguns critérios relevantes e algumas deficiências em outros indicadores de desempenho.

Analisando cada desempenho, por exemplo, percebe-se que para o Papel da Alta Administração a empresa exibiu uma pontuação três (numa escala de cinco pontos). Tal critério foi considerado um dos mais relevantes para se alcançar a maturidade, pois o comprometimento da gestão impacta diretamente no sucesso da equipe e, conseqüentemente, do programa. Um maior apoio e empenho por parte da direção poderia aproximar ainda mais a organização de atingir o nível máximo, uma vez que isso impulsionaria, por conseguinte, outras melhorias.

No que diz respeito ao elemento Análise das perdas a empresa realmente já apresenta um ótimo resultado, conseguindo identificar 50% de perdas nos processos, estando a pouco de superar o perfil de transição para o nível máximo neste critério. No entanto, um melhor desempenho, isoladamente, neste critério não impactaria muito no resultado geral da maturidade.

Com relação ao critério de Qualidade a empresa já apresenta um desempenho consideravelmente baixo, expondo um percentual de apenas 10% na redução de produtos

defeituosos em partes por milhão (ppm). Percebe-se que este elemento talvez deva ser melhor trabalhado, uma vez que lhe foi atribuído um grau de importância nove, e o mesmo também pode impactar ainda na melhoria de outros indicadores, como o retorno financeiro.

No fator de Segurança, a empresa obteve um percentual de 60% com relação a redução de acidentes após o programa. Apesar de ainda ser um número um pouco baixo, devido a meta de zero acidentes que o WCM propõe, tal percentual é considerado um número expressivo para a empresa, uma vez que ela trabalha com a metodologia há um tempo, relativamente, recente e vinha demonstrando problemas com relação à segurança.

Já no critério Satisfação do cliente, a empresa apresentou um bom desempenho, expressando uma pontuação quatro na escala de cinco pontos, o que significa que a empresa está mantendo a satisfação do consumidor em um bom nível.

Com relação a produtividade, a organização obteve um aumento percentual de 20%. Apesar de ser considerado um percentual razoável, os especialistas relataram que mesmo que este fator seja importante, algumas vezes as empresas já poderiam apresentar uma boa produtividade antes a aplicação do sistema WCM, desta forma, um ganho de produtividade baixo nem sempre iria indicar pouca maturidade no sistema, mas o aumento dela seria sim uma boa consequência da implantação do programa.

No fator Flexibilidade, a empresa indicou uma pontuação três, indicando um valor razoável se tratando da sua capacidade em reduzir o seu inventário (estoque), sem afetar o seu desempenho de qualidade e entrega do produto. Mesmo sendo uma meta dentro do WCM, segundo o Supervisor de gestão, responsável por responder o questionário, uma maior redução de estoque ainda é considerada uma dificuldade para a organização.

No que diz respeito ao indicador Velocidade a empresa não apresentou um bom desempenho, exibindo um percentual de apenas 10% na redução de seu lead time. O respondente relatou que tal fator que tal critério ainda não é muito bem medido e priorizado pela organização dentro do programa, e que seu impacto sobre a maturidade do sistema também é análogo ao da produtividade.

Ao indicador Credibilidade, foi atribuído uma pontuação quatro por parte do respondente, indicando que a empresa tem uma boa capacidade de entregar seu produto em conformidade, ou seja, prazo, local e quantidade certa, sendo também capaz de oferecer alguma assistência diante de falhas cometidas com o cliente.

Para o critério Tecnologia e Inovação, a empresa expressou uma pontuação cinco, nota máxima da escala, afirmando está continuamente em busca de novas técnicas e ferramentas para resolução de problemas, melhorando consequentemente seus processos.

Para o indicador Expansão, o qual mede a extensão do sistema pela empresa em termos de processos e/ou departamentos, o respondente atribuiu um percentual de 30%. De acordo com os perfis estabelecidos para este indicador, tal valor representa um baixo grau de expansão, estando entre os valores de referência do primeiro nível de maturidade.

Com relação ao critério RH, utilizado para expressar o percentual de redução de dias perdido devido ao absenteísmo, ou seja, faltas por acidentes justificadas e não justificadas, o Supervisor de Gestão respondeu que houve uma diminuição de 10%. Já para o fator de Treinamento, ele atribuiu uma pontuação quatro, indicando que quase sempre é desenvolvido atividades de treinamento para melhorar as habilidades dos funcionários relacionados ao WCM.

Ao indicador Envolvimento com funcionários a organização apresentou uma pontuação três, o que significa um desempenho mediano quanto ao grau de participação e integração dos funcionários nas tomadas decisão e sugestão. Tal critério foi considerado muito relevante para um maior sucesso no programa, pois uma vez que o sistema trabalha áreas e processos diferentes é necessário que haja uma sinergia entre eles. O supervisor de gestão relatou que esta integração realmente é algo que precisa ser mais trabalhada, pois acredita que esta melhoria pode impactar positivamente em outros indicadores.

Para os fatores Manutenção e Melhoria contínua a empresa apresentou desempenhos de 30% e pontuação três, respectivamente. Apesar de ter expressado um valor relativamente baixo em Manutenção, se comparado aos perfis estabelecidos, o percentual alcançado de disponibilização de equipamentos para as atividades de produção já é considerado um avanço. No entanto, para a Melhoria Contínua, que se trata da frequência com que os projetos elaborados atingem seu objetivo, talvez fosse necessário a empresa rever o que lhe impede de alcançar esse sucesso com mais constância, se é a forma com que são executados ou se o problema está na própria elaboração do projeto.

Com relação aos critérios Relação com Fornecedores e Retorno financeiro a empresa expôs bons desempenhos, tendo uma pontuação de quatro para o primeiro e 12% para o outro, um valor bastante considerável. Apesar de ainda ter alguns indicadores para alavancar, a empresa realmente obteve um grande retorno financeiro com a metodologia WCM. Segundo o respondente, isso é o que mais motiva a organização a continuar trabalhando no programa, pois o potencial de retorno que ele tem diante do que foi investido é consideravelmente satisfatório.

#### 4.2.2 Aplicação e Diagnóstico da Maturidade para a empresa A2

A empresa A2 está localizada em Belo Horizonte, e faz parte do ramo automotivo. O respondente do questionário atua na organização há um ano e quatro meses, mas trabalha com

o WCM há aproximadamente oito anos, possui ensino superior e faz parte da equipe de suporte WCM na empresa em questão.

De acordo com as informações fornecidas por ele, a empresa trabalha com o WCM há dois anos, tendo um tempo de atuação local de vinte anos e um quadro atual de 1300 funcionários, se enquadrando na categoria de grande porte. Além disto, a implantação do sistema conta com a aplicação dos pilares Segurança, Desdobramento de custo, Melhoria focada, Manutenção Autônoma, Organização do posto de trabalho, Qualidade, Manutenção Profissional, Logística, Desenvolvimento de Pessoas, Ambiental e Energia.

Assim como a empresa anterior, a empresa A2 também é fornecedora da Fiat, tendo esta parceria consolidada há vinte anos. No entanto, esta também possui um leque de clientes como a Magna, Aethra, Power Coat, Sodécia, Ciser, Keiper, entre outros.

As respostas dadas ao questionário pela empresa A2, sobre cada indicador de desempenho, estão expostas na Quadro 8. Em seguida, a Figura 7 apresenta a classificação da organização baseada na aplicação do método FlowSort.

Quadro 8 - Valores de A2 para cada critério

Desempenho de A2 em cada critério								
ADM(g1)	AP (g2)	QL(g3)	SG (g4)	SC (g5)	PRO (g6)	FLX (g7)	VL (g8)	CRE (g9)
5	30%	25%	95%	4	20%	4	10%	5
TEC(g10)	EXP(g11)	RH(g12)	TRE(g13)	E.F(g14)	MA(g15)	MC(g16)	RF(g17)	RFI(g18)
5	30%	72%	5	3	40%	4	5	8%

Fonte: A autora (2019)

Figura 7 - Classificação da empresa A2

	C4	C3	C2	C1	
Fluxos/Perfis	r5	r4	r3	r2	r1
$\phi+$	0	0,21088	0,44354	0,69252	0,94694
$\phi-$	1	0,76871	0,50748	0,27347	0
$\phi$	-1	-0,5578	-0,0639	0,41905	0,94694
					<b>a2</b>

Fonte: A autora (2019)

De acordo com o Quadro 8, pode-se observar que a alternativa A2 apresentou excelentes resultados para indicadores como: Papel da Alta administração, Segurança, Credibilidade, Inovação e Tecnologia, RH, Treinamento e Relação com fornecedor.

Desta forma, de acordo com seus desempenhos, a empresa obteve um fluxo positivo de 0,54966, um fluxo negativo de 0,29388 e um fluxo líquido de 0,25578, como mostra a Figura 7, sendo assim alocada à categoria C2 para todos estes fluxos e, portanto, apresentando um nível de capacidade razoável no sistema WCM.

Avaliando isoladamente seus resultados, têm-se que para o Papel da alta administração, por exemplo, a empresa apresentou um excelente desempenho, com pontuação máxima na escala de cinco pontos, indicando que a gerência apoia, participa e monitora assiduamente a implantação do sistema. Isso é bastante positivo e satisfatório, uma vez que ter a alta administração envolvida e engajada no programa faz com que o avanço e o sucesso da metodologia sejam mais fáceis de serem atingidos.

No entanto, para o segundo critério, Análise das perdas, a organização apresentou um percentual de 30% de identificação de perdas nos processos produtivos, se comportando ainda como um valor que deve ser mais trabalhado.

Com relação ao indicador de Qualidade, a empresa também exibiu um desempenho um pouco baixo, com um percentual de redução de 25% em produtos defeituosos. Segundo o respondente, este é um fator que de fato precisa ser melhorado, no entanto, algumas características do processo, como muita mão de obra direta, dificultam que maiores resultados sejam alcançados.

Já para o critério de segurança a empresa apresentou uma redução de acidentes de 95%, uma taxa de alta expressividade alcançada por meio de atividades bem direcionadas nas áreas. O respondente comentou que este desempenho de fato foi muito bom, pois, devido o processo da empresa ser em grande parte manual, a organização apresentava muitos problemas relacionados a acidentes, principalmente com perda de tempo.

No quesito Satisfação do Cliente, a empresa também exibiu um bom resultado, com pontuação quatro, afirmando ter um bom desempenho com relação as características do produto e serviços prestados ao consumidor.

Para o critério Produtividade, organização apresentou um aumento percentual de 20% em sua produção, sendo assim considerado um percentual razoável alcançado após a implantação do sistema. Já para o indicador de Flexibilidade, foi exposta uma pontuação quatro, o que implica uma boa capacidade de reduzir seu inventário sem alterar a qualidade do produto e seu desempenho na entrega, ou seja, é uma empresa capaz de operar a níveis baixos de estoque.

Para o fator Velocidade, foi apresentado um percentual de 10% na redução do lead time, sendo considerado, de acordo com os perfis expostos, um desempenho ainda de baixo valor. Já nos critérios Credibilidade e Inovação e Tecnologia, o respondente expressou uma pontuação

cinco para ambas, indicando que a organização para qual trabalha tem uma ótima capacidade de entregar seus produtos em conformidade, além de buscar continuamente técnicas e ferramentas que para resolução de problemas e, conseqüentemente, melhoria dos processos.

No quesito Expansão responsável apresentou valores relativamente baixos, indicando um nível de extensão da metodologia de 30%, no entanto para o indicador RH a empresa conseguiu atingir um grande resultado, com redução percentual de 72% nos dias perdidos devido aos absenteísmos.

Se tratando do fator Treinamento, o mesmo afirmou trabalhar continuamente no desenvolvimento das habilidades dos funcionários referentes ao WCM, expondo uma pontuação cinco.

Com relação aos critérios Envolvimento dos Funcionários e Manutenção a empresa desenvolveu um desempenho mediano, tendo uma pontuação três para o primeiro e um aumento na disponibilidade dos equipamentos de 40%. No entanto, vale salientar que ter mais colaboradores participando ativamente do programa pode gerar uma alavancagem no sucesso do sistema devido ao maior nível de interação e colaboração para o funcionamento deste.

No que diz respeito ao indicador Melhoria Contínua, o respondente expôs um bom desempenho com pontuação quatro, indicando que os projetos de melhorias elaborados quase sempre atingem o objetivo para o qual foi definido.

Para o fator Relação com fornecedores, a empresa demonstrou ter desenvolvido bem seus relacionamentos, expressando uma pontuação cinco, a qual indica um compromisso de equilíbrio e parceria. E para o último indicador presente no questionário, o Retorno Financeiro, o respondente apresentou um percentual de 8% de retorno ao ano em cima do custo de transformação, o qual se comporta como um bom resultado, principalmente devido ao pouco tempo de implantação do sistema.

#### 4.2.3 Aplicação e Diagnóstico da Maturidade para a empresa A3

A terceira empresa a ser analisada, nomeada como A3, atua na área de Qualidade e possui um tempo de atividade de oito anos. Além disso, ela conta com um quadro de 500 funcionários, sendo considerada de grande porte.

Há quatro anos o sistema WCM vem sendo implementado nesta organização, contando com a aplicação de todos os pilares, dez pilares técnicos e dez pilares gerenciais. Há exatamente quatro anos também, a empresa é fornecedora da Fiat, a qual costuma exigir a utilização da metodologia por parte de seus fornecedores. No entanto, o Engenheiro de industrial Mecânico,

responsável por responder o questionário e com experiência de oito anos em WCM, afirma que a empresa também possui outros fornecedores.

Após a aplicação do questionário junto ao respondente, foi possível extrair o desempenho da organização A3 para cada indicador estabelecido, sendo estes expostos na Quadro 9. Em seguida, a Figura 8 mostra a classificação desta alternativa baseada na aplicação do método FlowSort.


Quadro 9 - Valores de A3 para cada critério

Desempenho de A3 em cada critério								
ADM(g1)	AP (g2)	QL(g3)	SG (g4)	SC (g5)	PRO (g6)	FLX (g7)	VL (g8)	CRE (g9)
5	30%	50%	100%	4	10%	3	10%	4
TEC(g10)	EXP(g11)	RH(g12)	TRE(g13)	E.F(g14)	MA(g15)	MC(g16)	RF(g17)	RFI(g18)
5	30%	50%	5	4	75%	4	3	7%

Fonte: A autora (2019)

Figura 8 - Classificação da empresa A3

	C4	C3	C2	C1		
Fluxos/Perfis	r5	r4	r3	r2	r1	<b>a3</b>
$\varphi+$	0	0,21088	0,45578	0,67347	0,95374	0,54966
$\varphi-$	1	0,75782	0,52653	0,26531	0	0,29388
$\varphi$	-1	-0,5469	-0,0707	0,40816	0,95374	0,25578



Fonte: A autora (2019)

A partir da Figura 8 é possível visualizar que a empresa A3 foi alocada para a categoria C2 para todos fluxos (Positivo, Negativo e Líquido), sendo estes valorados como 0,54966; 0,29388 e 0,25578 respectivamente. Desta forma, assim como as alternativas já discutidas, a empresa A3 demonstrou estar com uma boa maturidade perante o sistema WCM, tendo um desempenho geral similar a alternativa A2, de modo que, assim como a empresa A2, a A3 também chegou a apresentar alguns desempenhos dignos do nível de excelência perante o sistema WCM, no entanto, estes não foram suficientes para alocar a alternativa ao nível máximo de maturidade devido algumas performances ainda serem inferiores e não sobreclassificarem o perfil r2 (limite inferior de C1).

Analisando seus indicadores, observou-se que perante Papel da Alta Administração, Qualidade e Segurança, por exemplo, a organização expôs desempenhos extremamente



consideráveis, com valores de: cinco pontos para o primeiro, 50% para o segundo e 100% para o terceiro, respectivamente. Ou seja, a empresa conta com um grande apoio e monitoramento da gerência para o funcionamento do programa, alcançando uma redução bastante expressiva no percentual de produtos defeituosos produzidos e diminuição total em sua taxa de acidentes.

Já para o indicador Análise das perdas, o respondente apresentou um valor mais inferior, declarando ter desenvolvido um percentual de 30% de perdas identificadas nos processos, não sendo um valor muito expressivo para o nível que foi classificada, se comparado aos perfis limitantes estabelecidos.

No entanto, para o critério Satisfação do cliente, ele atribuiu uma pontuação quatro, expondo que a empresa consegue proporcionar uma boa satisfação a seus consumidores com relação as características e funcionalidades dos produtos oferecidos, bem como os serviços prestados como entrega e atendimento.

Em termos de Produtividade e Velocidade, foi apresentando que a organização conseguiu um aumento na produção e uma redução em seu lead time de 10%, para ambos. Já para o fator Flexibilidade, foi imposto uma pontuação três, indicando que a empresa possui uma capacidade regular de não afetar seu desempenho em qualidade e entrega ao ser reduzido seus níveis de estoques, por exemplo.

A respeito dos critérios Credibilidade e Inovação e Tecnologia, a empresa também marcou bons resultados, como na maioria em geral, expondo valores de quatro e cinco pontos para estes, respectivamente. Ou seja, ela possui um bom desempenho no sistema Just in Time (JIT), tendo uma boa responsabilidade com prazo, local e quantidade certa, e busca constantemente novas formas de se trabalhar melhorias e resolução de problemas.

Para o indicador Expansão, foi atribuído um percentual de 30%, ou seja, uma parcela não muito grande da organização. Talvez, buscar uma maior extensão do programa pela empresa, fosse interessante, uma vez que isso pode proporcionar que outros processos também alcancem melhorias significativas.

Já se tratando dos indicadores RH e Treinamento, a empresa atingiu grandes resultados, expressando uma redução de 50% dos dias perdidos devido ao absenteísmo, ocasionado por acidentes e faltas justificadas ou não, e marcando uma pontuação cinco, indicado que desenvolvem constantemente treinamentos para melhorar as habilidades dos funcionários envolvidos com o sistema WCM.

Para os critérios relacionados ao envolvimento dos colaboradores e a Melhoria Contínua, o respondente também atribuiu uma boa performance ao apresentar uma pontuação quatro para ambos os indicadores, afirmando que o sistema conta com uma participação e integração

considerável dos funcionários, diante de tomadas de decisões e melhorias, e consegue quase sempre alcançar os objetivos definidos nos projetos elaborados.

Da mesma forma, o desempenho alcançado em Manutenção pela organização também demonstrou um valor bastante expressivo ao expor o percentual médio de 75% no aumento de disponibilidade de seus equipamentos para as atividades da produção. Tal porcentagem evidencia que, antes da implantação do programa, a empresa poderia estar enfrentando constantemente problemas, como paradas não programadas e outras situações, que conseqüentemente geravam atuações deficientes para este indicador.

Já se tratando da avaliação da Relação com fornecedores, a empresa expressou uma pontuação mediana (três), indicando ter uma relação aceitável em meio a alguns problemas, o que demonstra a necessidade de um maior desenvolvimento de políticas e práticas de bom relacionamento.

E por último, sobre o Retorno Financeiro, foi alcançado um percentual de retorno na metodologia de 7% sobre o custo de transformação. Mas de forma geral, os dados elucidam que bons resultados realmente vêm sendo obtidos com o trabalho dedicado ao programa.

#### 4.2.4 Aplicação e Diagnóstico da Maturidade para a empresa A4

A última organização a responder o questionário, a qual foi denominada de A4, também é atuante do setor automobilístico. A empresa em questão possui 61 anos de atuação local e há três anos trabalha com o WCM, operando com um quadro de 5.000 (cinco mil) funcionários, sendo considerada assim, uma empresa de grande porte.

A pessoa que participou como respondente da pesquisa possui graduação em Engenharia, faz parte da coordenação do WCM e atua na organização há sete meses. Segundo ela, a empresa é fornecedora da Fiat e, atualmente, vem trabalhando com oito pilares da metodologia, sendo eles: *Cost deployment*, Melhoria focada, Controle de qualidade, Segurança, Atividades Autônomas, Manutenção profissional, Desenvolvimento de pessoas e Meio ambiente.

As respostas dadas pela empresa A4, através de seu respondente, sobre cada indicador de desempenho presentes no questionário estão expostas no Quadro 10. Logo abaixo, a Figura 9 traz a classificação da organização baseada nos fluxos obtidos com a aplicação do método FlowSort.

Quadro 10 - Valores de A4 para cada critério

Desempenho de A4 em cada critério								
ADM(g1)	AP (g2)	QL(g3)	SG (g4)	SC (g5)	PRO (g6)	FLX (g7)	VL (g8)	CRE (g9)
4	40%	62%	32%	5	100%	1	10%	4
TEC(g10)	EXP(g11)	RH(g12)	TRE(g13)	E.F(g14)	MA(g15)	MC(g16)	RF(g17)	RFI(g18)
5	100%	0%	4	5	12%	3	5	3%

Fonte: A autora (2019)

Figura 9 - Classificação da empresa A4

	C4	C3	C2	C1		
Fluxos/Perfis	r5	r4	r3	r2	r1	a4
$\phi+$	0	0,25442	0,46395	0,68707	0,93469	0,51973
$\phi-$	0,98231	0,73605	0,52381	0,27755	0	0,34014
$\phi$	-0,9823	-0,4816	-0,0599	0,40952	0,93469	0,17959

Fonte: A autora (2019)

A partir da Figura 9 pode-se observar os valores do fluxo positivo, negativo e líquido para A4 como 0,51973; 0,34014 e 0,17959 respectivamente. Assim, da mesma forma que as empresas anteriores, esta também foi alocada a classe C2. O resultado obtido se deve ao fato de todos os fluxos da alternativa A4 não terem superado os fluxos perfil r2, indicando assim que a organização apresenta uma maturidade razoável para o sistema, mesmo expondo ótimos resultados em alguns critérios relevantes. Deste modo, uma análise sobre os desempenhos obtidos é necessária para que se possa entender melhor a alocação.

Para os três primeiros critérios avaliados (Papel da Alta administração, Análise das perdas e Qualidade) foram atribuídos valores de: uma pontuação quatro para o primeiro, o que qualifica como boa a sua função de apoiar, participar e monitorar bem o processo de implantação do sistema. Um percentual de 40,19% de perdas identificadas para o segundo e 62% de redução de produtos defeituosos para o terceiro. Tais valores são já considerados bons desempenhos, no entanto, na relação de sobreclassificação, nenhum superou o perfil r2 estabelecido para seu respectivo indicador.

Em termos de Segurança, a organização apresentou um percentual de 32% na redução de acidentes, não chegando a superar nem o segundo perfil estabelecido para este critério. Enquanto que na Satisfação do Cliente, perante as características do produto e serviço prestado

ao consumidor, o respondente atribuiu uma a pontuação máxima da escala, cinco pontos, expressando uma alta satisfação.

O sexto critério avaliado, o indicador de Produtividade, foi um dos grandes resultados obtidos pela alternativa A4. Após a aplicação do WCM a organização chegou a dobrar a produção por equipamento, apresentando, surpreendentemente, um aumento percentual em sua produtividade de 100%.

No entanto, já para os indicadores como Flexibilidade e Velocidade a empresa demonstrou valores poucos relevantes, com uma pontuação um para o primeiro, deixando clara a dificuldade que a organização possui em trabalhar com níveis baixos de estoque, e 10% para o segundo.

Já para os seguintes indicadores, Credibilidade e Inovação e Tecnologia, foram expostas pontuações de quatro e cinco, respectivamente, mostrando uma boa capacidade em entregar o produto em conformidade e remediar alguma falha cometida com um cliente, bem como estar constantemente em busca de novas técnicas e ferramentas para melhorias.

Com relação ao critério de expansão, responsável por medir a extensão do sistema dentro da empresa, o respondente afirmou ter um percentual de 100% de expansão, declarando que, atualmente, toda a fábrica está envolvida em atividades difundidas pela metodologia.

Já se tratando do percentual de redução de dias perdidos devido ao absenteísmo, o qual é medido pelo RH, a organização não informou nenhum valor, declarando que este percentual sempre foi baixo na fábrica, não havendo, portanto, nenhum impacto significativo após o uso da metodologia.

Uma situação similar ocorreu ao indicador de manutenção, onde foi expresso um aumento médio de 12% na disponibilidade dos equipamentos da empresa para a produção, após a implantação do WCM. No entanto, tal resultado não pode ser avaliado como ruim, considerando que a organização já trabalhava com uma disponibilidade de 87,2%.

A respeito dos indicadores Treinamento e Envolvimentos dos Funcionário, também foram apresentados bons desempenhos, com pontuação de quatro e cinco, respectivamente, o que indica uma certa frequência no desenvolvimento das habilidades dos colaboradores para melhor aplicação da metodologia e uma alta participação dos mesmos nas tomadas de decisões e sugestões.

Já ao critério Melhoria Contínua, foi atribuído um desempenho mediano, com pontuação três, ou seja, o respondente informou que algumas vezes os projetos de melhorias elaborados conseguem atingir o seu objetivo. Enquanto que para a Relação com Fornecedores foi imposta uma pontuação máxima, declarante possuir um relacionamento de equilíbrio e parceria.

No geral, os indicadores da empresa vêm obtendo bons resultados com o programa, de forma deveriam até ter impactado mais o seu Retorno financeiro, o qual aumentou apenas 3%. Porém, foi informado que este baixo percentual pode advir da dificuldade que a organização possui em calcular seus ganhos, uma vez que algumas melhorias estão relacionadas à matérias primas que a unidade não tem acesso aos valores.

#### 4.2.5 Discussão geral do desempenho das empresas

De maneira geral, foi possível observar que, apesar de algumas diferenças entre o desempenho de seus indicadores, as quatro empresas avaliadas foram classificadas na categoria C2 de maturidade, indicando que alguns resultados alcançados já conseguem ser mantidos e que há algum controle sob o programa.

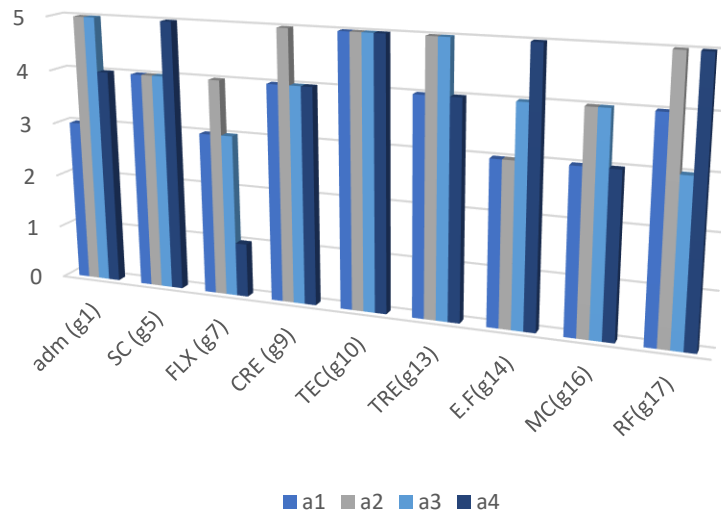
Mesmo que uma certa diferença entre suas performances, como apresentadas por seus fluxos líquidos, indique que as alternativas A2 e A3 (que coincidentemente obtiveram os mesmo fluxos), estão mais próximas de alcançar o nível máximo de maturidade, se comparadas a A1 e A4, tal afirmação não seria totalmente sensata, uma vez que sistema WCM pode gerar desempenhos e melhorias impactantes em toda organização, mas, algumas vezes, as empresas já podem possuir bons resultados para indicadores específicos, não sendo, portanto, mérito ou imaturidade com o uso da metodologia o alcance ou não destes valores, como ocorrido com a empresa A4.

Além disso, é válido destacar também que nem sempre a comparação dos resultados obtidos em empresas de diferentes setores (alimentício, confecção, automotivo e etc.) se torna aceitável, pois elas podem apresentar características específicas e objetivos estratégicos diferentes, o que obviamente irá direcioná-las a desempenhos distintos em indicadores distintos, não sendo, portanto, apropriado afirmar que uma se encontra mais próxima da excelência que as demais sem antes conhecer a fundo suas particularidades.

Algumas diferenças, entre essas características específicas, estão atreladas ao programa ter como foco principal as maiores perdas, não que as menores sejam insignificantes, no entanto, não deve ser gasto com elas tanto investimento e dedicação, já que os maiores resultados não serão gerados por elas. Portanto, é necessário que as organizações olhem para tudo, mas façam uma priorização, percebendo o que de fato merece mais atenção e urgência da sua parte, assim aos poucos toda perda será tratada, uma vez que mais tempo de trabalho significa mais capacidade de enxergar oportunidades de melhorias, isso é uma premissa da metodologia.

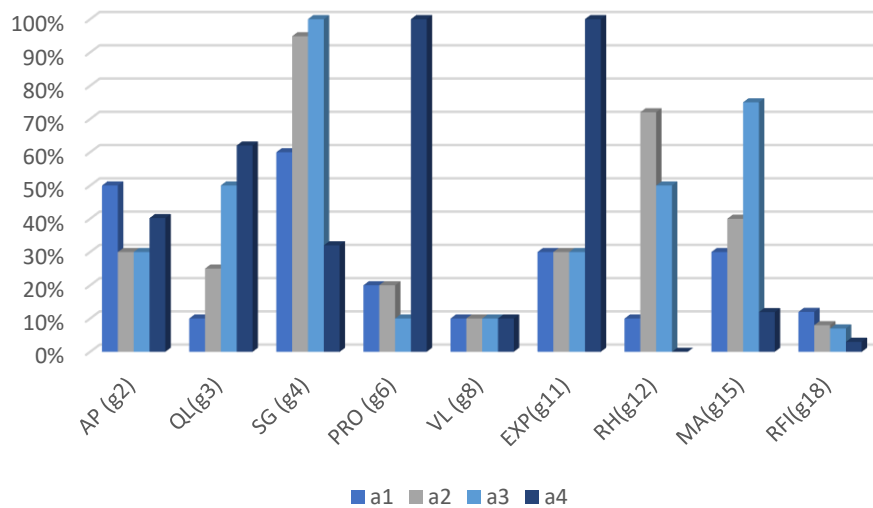
Partindo disto, os Gráficos 1 e 2 abaixo, ilustram a variação de desempenho entre as quatro alternativas, apresentando as performances de cada organização com relação a todos os critérios, conforme suas escalas.

Gráfico 1 - Desempenho das alternativas para os critérios com escala Likert



Fonte: A autora (2019)

Gráfico 2 - Desempenho das alternativas para os critérios com escala %



Fonte: A autora (2019)

A partir dos gráficos 1 e 2, é possível observar o desempenho geral das alternativas para os critérios com escala *Likert* e percentual (%), podendo notar então, a variação de comportamento entre eles em cada empresa participante da pesquisa.

Dentro das organizações *A1*, *A2* e *A3*, por exemplo, os desempenhos em Qualidade e Segurança foram bem discrepantes e isso pode refletir a atual necessidade dessas empresas para com esses indicadores, ou seja, uma maior atenção pode ter sido dispendida para a redução de acidentes em decorrência de uma priorização que foi realizada.

Na verdade, pode-se observar que o critério de Segurança se comportou com um dos mais priorizados pelas organizações, com exceção de *A4*, apresentando um dos maiores ganhos alcançados com a metodologia.

Em contrapartida, a empresa (*A4*) conseguiu se destacar, consideravelmente perante as demais, nos elementos de Produtividade e Expansão. Esta lógica, por exemplo, pode estar atrelada às características e dificuldades específicas de cada organização, demonstrando que, possivelmente, a *A4* estaria longe de fazer bom uso de sua capacidade produtiva, vindo a ter bons avanços, neste quesito deficiente, após a implantação do sistema.

Ao se analisar um critério em comum, pôde-se que o único indicador que obteve pontuação máxima para todas as empresas analisadas foi o de Inovação e Tecnologia (TEC), onde todas as organizações afirmaram estar continuamente atrás de formas (técnicas e ferramentas) para melhorias. Isso reflete o pensamento consciente e evolutivo presente em todas, enxergando que os ganhos obtidos para certos pontos foram bons, mas que em outras dimensões ainda há possibilidades e necessidades de progressos.

Assim, diante do que foi exposto, uma breve discussão dos resultados foi elaborada e enviada, individualmente, para os respectivos respondentes das organizações, a fim de apresentar-lhes seu nível de maturidade e capacidade e captar sua percepção em relação ao que foi diagnosticado, vindo a obter retorno de duas empresas, *A1* e *A2*.

Perante o que foi apresentado, o Supervisor de gestão da empresa *A1* descreveu que o diagnóstico de maturidade exposto está bem coerente com a realidade da organização, comentando inclusive que os pontos a serem melhorados (Qualidade, Participação da alta administração, Envolvimento dos funcionários, Manutenção e Expansão) já foram observados em uma análise realizada por uma consultoria externa, reforçando assim a avaliação desta pesquisa.

O mesmo ainda afirmou que dentre os indicadores presentes na pesquisa, os de Qualidade e Segurança são os mais difíceis para a organização, pois está diretamente relacionado aos colaboradores e clientes que estão cada dia mais exigentes. No entanto, embora tenha este pensamento, ele argumentou que, para a empresa, o Retorno sobre os investimentos (RFI) sempre será o indicador mais priorizado, pois acredita que seja o mais fundamental para a

sobrevivência de qualquer organização que trabalha com o WCM, uma vez que este também possibilita a execução de mais projetos de melhorias à medida que retornos vão sendo obtidos.

Para a discussão que foi exposta à empresa A2, o respondente também relatou considerar os resultados revelados bem coerentes, sendo a alocação da alternativa a categoria C2 totalmente compatível com as performances apresentadas por ele no questionário. O mesmo ainda comentou que a empresa não chegou a atingir totalmente a maturidade no sistema WCM porque o programa ainda está na fase de aprimoramento.

Desta forma, ele relatou que a organização reconhece que os desempenhos obtidos para os indicadores Análise das Perdas, Qualidade, Expansão, Envolvimento dos funcionários e Retorno Financeiro ainda não são bons, principalmente para o Levantamento das perdas, precisando ser melhorados. No entanto, afirmou que, dentre estes, a empresa está apresentando uma maior dificuldade em obter resultados nos indicados referentes a Qualidade e o Envolvimento dos funcionários.

Além do feedback obtido por parte dos respondentes das empresas A1 e A2, ainda foi possível obter uma visão externa às organizações sobre o resultado geral que o estudo alcançou, a partir de um dos especialistas (e decisor), o consultor em WCM.

Foi enviado a ele um resumo com o desempenho de cada organização e sua respectiva classificação, de forma que ele pudesse comentar a atuação e adequação do modelo, uma vez que o mesmo teve participação direta na elaboração da ferramenta e conhece bem as empresas que atuaram como objeto de estudo.

Através disso, ele relatou considerar que, de acordo com seu conhecimento a respeito das organizações, os resultados obtidos para A1 está mais coerente com relação ao fluxo positivo, onde a empresa estaria alocada a categoria C3. Ele também considerou o mesmo para a alternativa A4, explicando que esta apresenta condições mais propícias para a categoria C3, mesmo que não tenha apresentado nenhum fluxo condizente com isto. Já para as empresas A2 e A3, este decisor relatou que os resultados foram bem coerentes.

O especialista justificou sua avaliação afirmando que, acredita que essa diferença de maturidade, entre A1, A4 e A2, A3, deve existir devido os profissionais que trabalham nas empresas A2 e A3 possuem maior experiência na implementação do WCM e possivelmente podem ter sido mais rigorosos que os da empresa A1 e A4 ao responderem o questionário. O mesmo ainda enfatizou que o respondente de A4 estaria há pouco tempo trabalhando com o WCM dentro da empresa, necessitando, talvez, de um suporte maior para responder adequadamente ao questionário da pesquisa.



Porém, em linhas gerais, o consultor considerou que os resultados obtidos com o modelo foram satisfatórios, assegurando que o mesmo pode ser utilizado para uma avaliação inicial da maturidade das empresas na aderência ao WCM. O especialista ainda afirmou que a medida que outros profissionais com experiência em WCM utilizassem o modelo eles poderiam contribuir para maiores aprimoramentos na ferramenta.

Para finalizar a avaliação, este decisor comentou considerar que os principais desafios que as empresas enfrentam, ou devem enfrentar, para atingir o nível máximo de maturidade no WCM é manter a cadência e rigor (disciplina). Mas para isso é necessário investir nas pessoas, que são os principais agentes de mudança na empresa. O grande problema nessa questão, de desenvolver capital intelectual na empresa sobre ferramentas do WCM, é que existe uma constante mudança no quadro de pessoas (turn over), principalmente dos especialistas em WCM. Dessa forma, quando sai um colaborador e não existe outro com a mesma experiência na metodologia dentro da empresa, haverá um atraso e, conseqüentemente, uma perda de maturidade. A empresa que consegue manter estes especialistas, dentro da organização se destaca na implementação do WCM, mantendo a cadência e o rigor nesse sistema de produção.

Assim, tomando como base os feedbacks obtidos, pode-se presumir que o modelo de maturidade aqui proposto, atendeu às expectativas da pesquisa, levando à definição de resultados satisfatórios, uma vez que muitas das particularidades das empresas, aqui apresentadas, foram identificadas a partir da aplicação da ferramenta.

### **4.3 Considerações do Capítulo**

A construção deste capítulo teve por finalidade expor os resultados obtidos nesta pesquisa, desde a elaboração do modelo de maturidade até a aplicação do questionário para uso seguido do método FlowSort. Sua contribuição advém da apresentação da discussão dos fatos percebidos através da aplicação da ferramenta, expondo, além dos desempenhos detalhados das empresas, a percepção das mesmas, bem como a do consultor em WCM, sobre os resultados adquiridos. Dessa forma, através deste capítulo será possível compreender melhor tanto a elaboração do modelo (parâmetros, níveis e variáveis) como sua funcionalidade atrelada a um método multicritério, proporcionando que o mesmo possa ser utilizado mais facilmente em futuras aplicações neste contexto.

Assim, perante o que foi avaliado, o próximo capítulo, será responsável por apresentar as conclusões, limitações e dificuldades desta pesquisa, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

## 5 CONCLUSÃO

Neste capítulo serão expostas as conclusões e as considerações finais relacionadas a pesquisa realizada. Além disso, algumas dificuldades e limitações, bem sugestões para trabalhos futuros, também serão apresentadas.

### 5.1 Considerações Finais

A implantação de um sistema como o WCM é capaz de oferecer às organizações os melhores resultados possíveis em seus indicadores e prioridades competitivas. Tais resultados vão se intensificando e tornando-se mais consistente à medida que as empresas adquirem maior maturidade e estabilidade perante o sistema, a qual deve ser baseada em decisões bem fundamentadas, projetos assertivos e procedimentos bem executados. Partindo desta perspectiva, viu-se portando, a possibilidade de elaborar um modelo para avaliação da maturidade e capacidade do sistema WCM como uma forma de análise e orientação, suprimindo ao mesmo tempo a lacuna relacionada a este contexto presente na literatura.

Para tanto, foi identificado medidas de desempenho relacionados ao WCM que foram utilizadas como variáveis do modelo elaborado. Em seguida, foi realizada a modelagem e definição dos níveis que foram utilizados, bem como os parâmetros que os delimitam. E por fim, foi explorado a aplicabilidade do modelo com o método FlowSort para classificação da maturidade, sendo então compreendida as deficiências de cada organização e avaliada a eficiência do instrumento proposto, atendendo assim todos objetivos apresentados anteriormente no estudo.

Do ponto de vista acadêmico, foi possível concluir que o modelo elaborado pode contribuir com a insipiência identificada na literatura perante a avaliação da maturidade da metodologia WCM, se comportando então, de forma útil e apropriada para a oferecer este diagnóstico de capacidade.

Do ponto de vista prático, observou-se que modelo se comportou de forma eficiente, tanto para as respostas dadas pelas organizações A1 e A2, como para a avaliação realizada pelo consultor em WCM. Tal situação evidencia não só uma boa apropriação deste instrumento de avaliação para delinear a maturidade das empresas, mas também que os envolvidos, que participaram desta pesquisa, demonstraram aceitação e confiança na utilização da ferramenta.

Desta forma, conclui-se que os resultados obtidos neste estudo foram satisfatórios e que o modelo proposto pode ser capaz de proporcionar grandes benefícios às organizações, como

identificar as principais deficiências relacionadas ao sistema e contribuir com a elaboração de estratégias que promovam melhorias futuras.

Além disso, também foi possível observar que resultados encontrados, a partir de uma análise de sensibilidade realizada simulando a variação dos pesos dos critérios, foram bem robustos. Visto que, após esta análise, percebeu-se que para haver alguma alteração na categorização das alternativas seria necessário variar consideravelmente o grau de importância de vários indicadores ao mesmo tempo, pois do contrário, as empresas continuariam alocadas a classe C2.

Ademais, vale ressaltar que, para maiores adaptações e melhorias, o modelo também pode ser ajustado, se necessário, de forma que possa ser útil para as empresas em geral, de qualquer setor, representando coerentemente os aspectos individuais de cada organização.

## **5.2 Limitações e dificuldades**

Como principais limitações para a realização deste estudo, pode ser citado:

- A dificuldade encontrada em descrever os níveis de maturidade, perante a falta de conteúdo na literatura que correspondesse com a problemática;
- O tempo despendido para elaboração e validação do questionário junto aos especialistas, uma vez que estes são muito ocupados e contavam com um tempo muito limitado de disponibilidade;
- A complexidade de se estabelecer os limites (perfis) entre níveis de maturidade para cada critério, visto que ainda não existem tais valores atribuídos aos indicadores da metodologia, sendo este o motivo da contribuição dos especialistas.
- E por fim, o fato de a pesquisa ter sido realizada em um espaço curto de tempo, pois, por se tratar de um assunto atual e relevante, seria interessante despende um pouco mais de tempo para uma maior análise.

## **5.3 Sugestões de pesquisas futuras**

De modo geral, a pesquisa apresentou um estudo inovador para a metodologia WCM ao propor um modelo que, diante do que foi pesquisado, ainda não fora proposto no meio acadêmico. Desta forma, algumas sugestões para trabalhos futuros ficam em aberto, como:

- Trabalhar adaptações e melhorias no modelo elaborado, de forma que seus indicadores traduzam não só o que foi ganho com o WCM, mas também sua

eficiência atual, para que isto não impacte negativamente no resultado da maturidade do sistema;

- Trabalhar com algum método ou técnica mais estruturada para decisões em grupos para a definição dos parâmetros, pois, embora tenha sido, relativamente, fácil chegar a um consenso entre os especialistas, devido a similaridade de suas experiências, destaca-se que nem sempre isso será possível, já que muitas vezes a opinião dos envolvidos pode divergir. Assim, métodos como Negociação, Delphi, entre outros, podem ser utilizados.
- E, se possível, aplicar o modelo elaborado em um estudo de caso longitudinal, possibilitando uma maior coleta de dados que ajude a estabelecer as diretrizes necessárias para atingir melhorias e, conseqüentemente, os próximos níveis de maturidade.

---

## **REFERÊNCIAS**

- ALBLIWI, S. A.; ANTONY, J.; ARSHED, N. Critical literature review on maturity models for business process excellence. In: Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2014 *IEEE International Conference on. IEEE*, 2014. p. 79-83.
- ALONSO, L., RUBIO, E. M., de AGUSTINA, B., & DOMINGO, R. Latest clean manufacturing trends applied to a world class manufacturing management for improving logistics and environmental performance. *Procedia Manufacturing*, v. 13, p. 1151-1158, 2017.
- BADRI, M. A.; DAVIS, D.; DAVIS, D. A study of measuring the critical factors of quality management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 12, n. 2, p. 36-53, 1995.
- BRANS, J. P., VINCKE, P., & MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European journal of operational research*, 24(2), 228-238, 1986.
- BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J. Developing maturity models for IT management. *Business & Information Systems Engineering*, v. 1, n. 3, p. 213-222, 2009.
- BERTO, R. M. V., NAKANO, D. N. A produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. *Production*, 9(2), 65-75, 1999.
- BOND, T. C. The role of performance measurement in continuous improvement. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 19, n. 12, p. 1318-1334, 1999.
- CAMPOS, A. C. S. M.; MARESCHAL, B.; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Fuzzy FlowSort: An integration of the FlowSort method and Fuzzy Set Theory for decision making on the basis of inaccurate quantitative data. *Information sciences*, v. 293, p. 115-124, 2015
- CAMPOS, L. F. R., DA LUZ, G. A., RIVABEM, M., & MOCELIN, M. Project Of Automation And Cost Reduction At Spark Plugs Pressing System. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 2016.

---

CLARK, Kim B. Competing through manufacturing and the new manufacturing paradigm: is manufacturing strategy passé?. *Production and Operations Management*, v. 5, n. 1, p. 42-58, 1996.

CHIARINI, A.; VAGNONI, E. World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota production system from a strategic management, management accounting, operations management and performance measurement dimension. *International Journal of Production Research*, v. 53, n. 2, p. 590-606, 2015.

CMMI<sup>SM</sup> for Systems Engineering/Software Engineering, Version 1.02, Continuous Representation, CMU/SEI-2000- TR-019, ESC-TR-2000- 019, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 2000.

CNI. *Sondagem Industrial: Indústria espera um bom início de 2019*. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondagem-industrial/> >. Acessado em: 11-01-2019.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. *Administração de produção e operações*; Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CORTEZ, P.R.L et al. Análise das relações entre o processo de inovação na engenharia de produto e as ferramentas do WCM: estudo de caso de uma empresa do setor automobilístico. *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*. São Carlos, 2010.

COSTA, H. G., MANSUR, A. F. U., FREITAS, A. L. P., & CARVALHO, R. A. D. (2007). ELECTRE TRI applied to costumers satisfaction evaluation. *Production*, 17(2), 230-245.

CROSBY, Philip B. *Quality is free: The art of marketing quality certain*. New York: New American Library, p. 10, 1979.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. *Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério*. Editora Atlas SA, 2013.

DE ALMEIDA-FILHO, A. T.; DE ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S. A flexible elicitation procedure for additive model scale constants. *Annals of Operations Research*, v. 259, n. 1-2, p. 65-83, 2017.

---

DE BRUIN, T; FREEZE, R., KAULKARNI, U., & ROSEMANN, M. Understanding the main phases of developing a maturity assessment model. *Australasian Conference on Information Systems (ACIS)*, 2005.

DE BRUIN, Tonia; ROSEMANN, Michael. Towards a business process management maturity model. *European Conference on Information Systems (ECIS)*, Germany, Regensburg, 2005.

DE OLIVEIRA, A. C. M. D. et al. Estudo de Implantação do Pilar de Melhoria Focada da Metodologia World Class Manufacturing (WCM) em uma empresa do setor automotivo do interior de São Paulo. *Revista ESPACIOS/ Vol. 36 (Nº 10)*, 2015.

DIGALWAR, A. K.; DATE, P. A. Development of fuzzy PROMETHEE algorithm for the evaluation of Indian world-class manufacturing organisations. *International Journal of Services and Operations Management*, v. 24, n. 3, p. 308-330, 2016.

DIGALWAR, A. K.; JINDAL, A.; SANGWAN, Kuldip Singh. Modeling the performance measures of world class manufacturing using interpreting structural modeling. *Journal of Modelling in Management*, v. 10, n. 1, p. 4-22, 2015.

DIGALWAR, A. K.; SANGWAN, Kuldip Singh. An overview of existing performance measurement frameworks in the context of world class manufacturing performance measurement. *International Journal of Services and Operations Management*, v. 9, n. 1, p. 60-82, 2011.

DIGALWAR, A. K.; SANGWAN, K. S. Development and validation of performance measures for world class manufacturing practices in India. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, v. 6, n. 01, p. 21-38, 2007.

DJOKIC, I. Quality and World Class Manufacturing. *7th International Quality*, 2013.

DUDEK, M. The model for the calculation of the dispersed iron ore resource purchase cost in the World Class Manufacturing (WCM) logistics pillar context. *Metalurgija*, v. 53, n. 4, p. 567-570, 2014.

EID, R. Factors affecting the success of world class manufacturing implementation in less developed countries: The case of Egypt. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(7), 989-1008, 2009.

---

FARSIJANI, H.; CANUTHERS, A. World class manufacturing: techniques for implementation for small and medium sized enterprises. In: *Engineering and Technology Management*, 1996. IEMC 96. Proceedings., *International Conference on. IEEE*, p. 112-116, 1996.

FERREIRA, C. F., DA COSTA, S. E. G., DE OLIVEIRA, A. L. G., & DE LIMA, E. P. A New Proposal to Classify a World Class Manufacturing. In *IIE Annual Conference. Proceedings* (p. 1). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), 2012. p. 1.

FERREIRA, Christian Fabrício et al. The WCM Concepts in the Last Three Decades. In: *IIE Annual Conference. Proceedings. Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE)*, 2012. p. 1.

FINNERTY, N.; STERLING, R., COAKLEY, D., & KEANE, M. An energy management maturity model for multi-site industrial organisations with a global presence. *Journal of Cleaner Production*, v. 167, p. 1232-1250, 2017.

FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; FLYNN, E. J. World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. *Journal of operations management*, v. 17, n. 3, p. 249-269, 1999.

FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; SAKAKIBARA, S. A framework for quality management research and an associated measurement instrument. *Journal of Operations management*, v. 11, n. 4, p. 339-366, 1994.

GAJDZIK, B. World Class Manufacturing in metallurgical enterprise. *Metallurgija*, v. 52, n. 1, p. 131-134, 2013.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. 1ª ed. Porto Alegre, RS.: UFRGS, 2009.

GHALAYINI, A. M.; NOBLE, J. S. The changing basis of performance measurement. *International journal of operations & production management*, v. 16, n. 8, p. 63-80, 1996.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

GILGEOUS, V.; GILGEOUS, M. A framework for manufacturing excellence. *Integrated Manufacturing Systems*, v. 10, n. 1, p. 33-44, 1999.



---

GOSSELIN, M. An empirical study of performance measurement in manufacturing firms. *International journal of productivity and performance management*, v. 54, n. 5/6, p. 419-437, 2005.

GUANGSHE, J., LI, C., JIANGUO, C., SHUISEN, Z., & JIN, W. Application of organizational project management maturity model (OPM3) to construction in China: An empirical study. In: *Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, 2008. ICIII'08. *International Conference on. IEEE*, 2008. p. 56-62.

HARMON, P. Evaluating an organization's business process maturity. *Business Process Trends Newsletter*, 2(3), 1-11, 2004.

INGLE, Sarah. Realigning performance measures: case studies in Irish industry. *International Journal of Business Performance Management*, v. 2, n. 1-3, p. 124-136, 2000.

JANAHI, L.; GRIFFITHS, M.; AL-AMMAL, H.. A conceptual model for IT Governance in public sectors. In: *Future Generation Communication Technology (FGCT)*, Fourth International Conference on. IEEE, 2015. p. 1-9.

JANSSEN, P.; NEMERY, P. An extension of the FlowSort sorting method to deal with imprecision. *4OR*, v. 11, n. 2, p. 171-193, 2013.

JIANKANG, W., JIULING, X., QIANWEN, L., & KUN, L. Knowledge management maturity models: A systemic comparison. In *Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII)*, *International Conference on* (Vol. 3, pp. 606-609). IEEE, 2011.

KAJKO-MATTSSON, M. Corrective maintenance maturity model: Problem management. Univ., *Department of Computer and Systems Sciences*, 2001.

KANG, N., ZHAO, C., LI, J., & HORST, J. A. A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems. *International journal of production research*, 54(21), 6333-6350, 2016.

KAUR, R.; SINGH, G.; AHUJA, I. S. Justification of JIT study through structural equation modelling of JIT model using AMOS for Indian manufacturing industries. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, v. 5, n. 3, p. 298-330, 2015.

---

KODALI, R.; ANAND, G.; SUNNAPWAR, Vivek K. Justification of world-class manufacturing systems using the analytic hierarchy process. *International Journal of Management Practice*, v. 2, n. 3, p. 173-196, 2007.

KODALI, R.; SANGWAN, K. S.; SUNNAPWAR, V. K. Performance value analysis for the justification of world-class manufacturing systems. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, v. 3, n. 01, p. 85-102, 2004.

KODALI, R.; SHARMA, M. Quantifying world-class using AHP for manufacturing industries. In: *Industrial Engineering and Engineering Management, IEEE International Conference on*. IEEE, p. 387-391, 2007.

KUMAR, P.; MAITI, J.; GUNASEKARAN, A. Impact of quality management systems on firm performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 35, n. 5, p. 1034-1059, 2018.

KOSIERADZKA, Anna. Maturity model for production management. *Procedia Engineering*, v. 182, p. 342-349, 2017.

LAHRMANN, G., MARX, F., METTLER, T., WINTER, R., & WORTMANN, F. Inductive design of maturity models: applying the Rasch algorithm for design science research. In *International Conference on Design Science Research in Information Systems* (pp. 176-191). Springer, Berlin, Heidelberg, 2011.

LEUNG, S.; LEE, W. B. Strategic manufacturing capability pursuance: a conceptual framework. *Benchmarking: An International Journal*, v. 11, n. 2, p. 156-174, 2004.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 1932.

LIND, Johnny. Control in world class manufacturing—A longitudinal case study. *Management Accounting Research*, v. 12, n. 1, p. 41-74, 2001.

LOLLI, Francesco et al. FlowSort-GDSS—A novel group multi-criteria decision support system for sorting problems with application to FMEA. *Expert Systems with Applications*, v. 42, n. 17-18, p. 6342-6349, 2015

LUBURIĆ, Radoica. Quality Management Principles and Benefits of their Implementation in Central Banks. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, v. 4, n. 3, p. 91-121, 2015.

---

ŁYP-WRÓŃSKA, Katarzyna. World Class Manufacturing methodology as an example of problems solution in Quality Management System. *Key Engineering Materials*, v. 682, 2016.

MASKELL, Brian H. *Performance measurement for world class manufacturing: A model for American companies*. CRC press, 1991.

MARX, F., WORTMANN, F., & MAYER, J. H. A maturity model for management control systems five evolutionary steps to guide development. *Business and Information Systems Engineering*, 4(4), 193–207, 2012.

MEDORI, D.; STEEPLE, D. A framework for auditing and enhancing performance measurement systems. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 5, p. 520-533, 2000.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchik. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2012. v. 1. 260p

MILTENBURG, John. *Manufacturing strategy: how to formulate and implement a winning plan*. CRC Press, 2005.

MUDA, S.; HENDRY, L. Developing a new world class model for small and medium sized make-to-order companies. *International Journal of Production Economics*, v. 78, n. 3, p. 295-310, 2002.

NEGRÃO, Léony Luis Lopes; GODINHO FILHO, Moacir; MARODIN, Giuliano. Lean practices and their effect on performance: a literature review. *Production Planning & Control*, v. 28, n. 1, p. 33-56, 2017.

NEMERY, P.; LAMBORAY, C. FlowSort: a flow-based sorting method with limiting or central profiles, *TOP* 16: 90-113. 2008.

NOVICKÁ, A.; PAPCUN, P.; ZOLOTOVÁ, I. Mapping of machine faults using tools of World Class Manufacturing. In: *Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII), 2016 IEEE 14th International Symposium on*. IEEE, 2016. p. 223-227.

OHNO, T. *O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artmed, 1997

---

OLIVEIRA, Paulo S. et al. World Class Manufacturing Operations Management: Scale Development and LHEMI Model Proposition. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 2018.

OLIVEIRA, Tânia Modesto Veludo de. Escalas de mensuração de atitudes: Thurstone, Osgood, Stapel, Likert, Guttman, Alpert. *Administração On Line*, v. 2, n. 2, p. 1-25, 2001.

OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). *Business Process Maturity Model*. <https://www.omg.org/spec/BPMM/About-BPMM/>.

PAKDIL, F.; LEONARD, Karen M. Criteria for a lean organisation: development of a lean assessment tool. *International Journal of Production Research*, v. 52, n. 15, p. 4587-4607, 2014.

PAŁUCHA, K. World Class Manufacturing model in production management. *Archives of Materials Science and Engineering*, v. 58, n. 2, p. 227-234, 2012.

PAULK, Mark C. et al. Capability maturity model, version 1.1. *IEEE software*, v. 10, n. 4, p. 18-27, 1993.

PETRILLO, A.; DE FELICE, F.; ZOMPARELLI, F. Performance measurement for world-class manufacturing: a model for the Italian automotive industry. *Total Quality Management & Business Excellence*, p. 1-28, 2018.

PETRONI, A.; ZAMMORI, F.; MAROLLA, G. World class manufacturing in make-to-order batch-production SMEs: An exploratory analysis in northern Italy. *International Journal of Business Excellence*, v. 11, n. 2, p. 241-275, 2017.

POOR, P.; KOCISKO, M.; KREHEL, R. World Class Manufacturing (WCM) model as a tool for company management. *Annals of DAAAM & Proceedings*, v. 27, 2016.

PÖPPELBUß, J.; RÖGLINGER, M. What makes a useful maturity model? a framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management. *In: ECIS*. 2011. p. 28.

PRODANOV, Cleber C.; DE FREITAS, E. C. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição*. Editora Feevale, 2013.

---

Project Management Institute. *Organizational Project Management Maturity Model*. Newtown Square Pennsylvania, 2003.

RABER, D.; WINTER, R.; WORTMANN, F. Using quantitative analyses to construct a capability maturity model for business intelligence. In: *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*. IEEE, p. 4219-4228, 2012.

RÖGLINGER, M.; PÖPPELBUß, J.; BECKER, J. Maturity models in business process management. *Business Process Management Journal*, v. 18, n. 2, p. 328-346, 2012.

ROSEMANN, M.; DE BRUIN, T.; HUEFFNER, T. A model for business process management maturity. *ACIS 2004 Proceedings*, p. 6, 2004.

ROY, B.; BOUYSSOU, D. *Aide multicritère à la décision: méthodes et cas*. Paris: Economica, 1993.

ROY, BERNALD; VANDERPOOTEN, DANIEL. The European school of MDCA: Emergence, basic features and current works. *Journal of multi-criteria decision analysis*, vol 5, 22-38. Paris: Université Paris Dauphine. 1996.

SÁNCHEZ, A. M.; PÉREZ, M. P. Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 21, n. 11, p. 1433-1452, 2001.

SANGWAN, K. S., & DIGALWAR, A. K. Evaluation of world-class manufacturing systems: a case of Indian automotive industries. *International Journal of Services and Operations Management*, 4(6), 687-708, 2008.

SARAPH, J. V.; BENSON, P. G.; SCHROEDER, Roger G. An instrument for measuring the critical factors of quality management. *Decision sciences*, v. 20, n. 4, p. 810-829, 1989.

SCHONBERGER, R. J., 1986. *World Class Manufacturing - The Lessons of Simplicity Applied*, New York, The Free Press.

SEBRAE. (2016). Web page. <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154/>. Acessado em: 25/02/2018.

SEPULVEDA, J. M.; DERPICH, I. S. Multicriteria supplier classification for DSS: Comparative analysis of two methods. *International Journal of Computers Communications & Control*, v. 10, n. 2, p. 238-247, 2015.

---

SHAH, L.; SIADAT, A.; VERNADAT, F. Maturity assessment in risk management in manufacturing engineering. In: *Systems Conference, 2009 3rd Annual IEEE. IEEE*, 2009. p. 296-301.

SISSON, J.; ELSHENNAWY, A. Achieving success with Lean: An analysis of key factors in Lean transformation at Toyota and beyond. *International Journal of Lean six sigma*, v. 6, n. 3, p. 263-280, 2015.

SKINNER, W. *Manufacturing-missing link in corporate strategy*. 1969.

SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2000.

SUKARMA, L.; AZMI, H.; ABDULLAH, N. L. The Impact of World Class Manufacturing Practices on Company Performance: A Critical Review. *Applied Mechanics & Materials*, n. 564, 2014.

SUKARMA, Lukman. Enhancing Firm Competitiveness through Concurrent Implementation of TQM, JIT and TPM. In: *Applied Mechanics and Materials*. Trans Tech Publications, 2014. p. 976-982.

TALEBI, D., FARSIJANI, H., SEDIGHI, F., & SHAFIEI NIKABADI, M. The role of quality benchmarking deployment to world-class manufacturing. *Quality Engineering*, 26(2), 206-214, 2014.

TAPIA, R. S.; DANEVA, M.; VAN ECK, P. Validating adequacy and suitability of business-IT alignment criteria in an inter-enterprise maturity model 202. In: *Enterprise Distributed Object Computing Conference, 11th IEEE International*. IEEE, 2007. p. 202-213.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá: UNIFEI, 2012.

VIVARES, J. A.; SARACHE, W.; E. HURTADO, J. A maturity assessment model for manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 29, n. 5, p. 746-767, 2018.

---

VOSS, C.; BLACKMON, K. The impact of national and parent company origin on world-class manufacturing: findings from Britain and Germany. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 16, n. 11, p. 98-115, 1996.

WENDLER, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 54(12), 1317-1339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2012.07.007>.

WHITE, Gregory P. A survey and taxonomy of strategy-related performance measures for manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 16, n. 3, p. 42-61, 1996.

WHEELWRIGHT, Steven C. Manufacturing strategy: defining the missing link. *Strategic management Journal*, v. 5, n. 1, p. 77-91, 1984

YAMASHINA, Hajime. Challenge to world-class manufacturing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 17, n. 2, p. 132-143, 2000.

---

## ***APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NA PESQUISA***

### **Questionário para um Modelo de Maturidade**

O objetivo deste questionário é analisar o desempenho de empresas que implantaram o sistema WCM a fim de verificar sua maturação perante a metodologia. Para isso, serão abordados fatores, ao longo do questionário, que são essenciais para o sucesso do programa, e que por isso, servirão como base para a identificação da maturidade da organização.

Os resultados aqui obtidos serão utilizados para a elaboração da dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da discente Cássia Taisy Alencar de Andrade, sob a orientação da Docente Dr<sup>a</sup> Ana Paula Henriques de Gusmão, na Universidade Federal de Pernambuco no Campus Acadêmico do Agreste (UFPE-CAA).

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária, sendo possível desistir de responder ao questionário a qualquer momento. Ressalta-se ainda que todos os dados aqui coletados serão mantidos em sigilo, ou seja, o participante e a empresa em questão não serão mencionados no trabalho. Os respondentes deste questionário também terão o direito de receber os resultados que forem gerados, basta deixar o e-mail no espaço solicitado e declarar interesse para tal. Sua participação é de extrema relevância para conclusão desta pesquisa.

#### **Dados sobre o respondente:**

Cargo do respondente na empresa:

Escolaridade:

Tempo de atuação na empresa:

E-mail:

**Tem interesse de receber os resultados da pesquisa?** SIM ( ) NÃO ( )

#### **Dados da empresa:**

Área de atuação da empresa:

Tempo de atuação local:

Quantidade de funcionários:

Enquadramento da empresa (pequeno, médio ou grande porte):

Há quanto tempo a empresa trabalha com o WCM?

Quais pilares do WCM são implantados na empresa?

A empresa é fornecedora da Fiat? Há quanto tempo? Tem outros fornecedores? Quais?

#### **Processo de Quantificação**



---

A seguir, são apresentados os fatores relativos ao desempenho do WCM, os quais poderão ser quantificados através de algumas perguntas. Para tal, serão utilizadas escalas percentuais e de 5 pontos (escala Likert).

### **1 - Papel da Alta administração**

Numa escala de 5 pontos, responda:

O quanto a alta administração apoia, participa e monitora o progresso da implantação do WCM?

( ) Muito pouco ( ) Pouco ( ) Participação regular ( ) Considerável ( ) Alta participação

### **2 – Análise das perdas**

Em termos percentuais, responda:

Qual percentual de perdas identificadas após o início do WCM?

### **3 - Qualidade**

Em termos percentuais, responda:

Qual redução percentual de produtos defeituosos (redução do PPM) foi alcançada com o WCM?

### **4 - Segurança**

Em termos percentuais, responda:

Qual percentual de redução de acidentes após o WCM?

### **5 - Satisfação do Cliente**

Numa escala de 5 pontos, responda:

Qual o grau de satisfação do cliente com relação ao produto (características) e serviço (atendimento e entrega) oferecido a ele?

( ) Muito baixo ( ) Baixo ( ) Médio ( ) Bom ( ) Alta satisfação

### **6 - Produtividade**

Em termos percentuais, responda:

Qual ganho de produtividade após a implantação do WCM?

### **7 - Flexibilidade**

Numa escala de 5 pontos, responda:

Qual a capacidade da empresa em reduzir seu inventário (estoque) sem afetar seu desempenho na entrega e qualidade do produto?

( ) Muito baixa ( ) Baixa ( ) Capacidade regular ( ) Boa ( ) Alta capacidade

### **8 - Velocidade**

Em termos percentuais responda, responda:

Qual percentual médio de redução do lead time após o WCM?

### **9 – Credibilidade**

Numa escala de 5 pontos, responda:

---

Qual nível de capacidade da empresa entregar o produto em conformidade (prazo, local e quantidade certa - JIT) e remediar alguma falha cometida com um cliente?

Muito baixa  Baixa  Regular  Boa  Muito alta

### **10 - Inovação e Tecnologia**

Numa escala de 5 pontos, responda:

Com que frequência a empresa busca o uso de novas ferramentas e técnicas para resolução de problemas?

Nunca  Raramente  Algumas vezes  Quase sempre  Continuamente

### **11. Expansão**

Em termos percentuais, responda:

Qual o percentual de expansão do WCM dentro da empresa?

### **12. RH**

Em termos percentuais, responda:

Qual percentual de redução de Dias perdidos devido aos absenteísmos? (Falta por acidentes, Faltas justificadas e não justificadas)

### **13. Treinamento**

Numa escala de 5 pontos, responda:

Com que frequência se tem treinamento e desenvolvimento das habilidades de trabalho dos funcionários referentes ao WCM?

Nunca  Raramente  Algumas vezes  Quase sempre  Continuamente

### **14. Envolvimento dos funcionários**

Numa escala de 5 pontos, responda:

Qual o grau de participação e integração dos funcionários nas tomadas de decisões/sugestões?

Muito baixa  Baixa  Participação regular  Considerável  Alta participação

### **15. Manutenção**

Numa escala percentual, responda:

Qual o aumento médio do percentual de disponibilidade dos equipamentos da empresa, para a produção, após a implantação do WCM?

### **16. Melhoria contínua**

Numa escala de 5 pontos, responda:

Com que frequência os projetos de melhorias elaborados na empresa atingem os objetivos definidos?

Raramente  Poucas vezes  Algumas vezes  Quase sempre  Continuamente

### **17. Relação com Fornecedores**

Numa escala de 5 pontos, responda:

Como a empresa avalia a sua relação com seus fornecedores?

- Péssimo - Problemas constantes com preço e entrega
- Ruim
- Aceitável, apesar de alguns problemas
- Satisfatório
- Relacionamento de equilíbrio e parceria

**18. Retorno financeiro**

Em termos percentuais, responda:

Qual percentual de retorno financeiro (ao ano) sobre o custo de transformação a empresa tem alcançado?