

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

**FRAMEWORK PARA DECISÃO EM GESTÃO DA
MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DO
APL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

DIEGO CAMILO FERREIRA SOUSA

Orientador: Prof. Thalles Vitelli Garcez, D.Sc

Caruaru - 2018

DIEGO CAMILO FERREIRA SOUSA

**FRAMEWORK PARA DECISÃO EM GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DO APL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

Dissertação de Mestrado apresentada à UFPE para a obtenção de grau de Mestre como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste.

Área de concentração: Otimização e Gestão da Produção

Orientador: Prof. D.Sc Thalles Vitelli Garcez.

Caruaru – 2018

DIEGO CAMILO FERREIRA SOUSA

**FRAMEWORK PARA DECISÃO EM GESTÃO DA MANUTENÇÃO NAS INDUSTRIAS DE
CONFEÇÃO DO APL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

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

Aprovado em: 26/02/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez, (UFPE)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rodrigo Sampaio Lopes, (UFPE) (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Vanessa Batista Schramm, (UFCG) (Examinador Externo)
Universidade Federal de Campina Grande

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre estar presente em minha vida, seja nos momentos mais felizes ou difíceis, sempre ouvindo minhas preces quando precisei.

À UFPE pela oportunidade.

Aos meus pais, sempre me apoiando e não medindo esforços para me ajudar a alcançar meus objetivos.

À minha noiva, pela compreensão e apoio tão necessários.

Aos meus amigos em geral, compartilhando dificuldades, alegrias e conhecimentos.

Agradeço em especial ao orientador Prof.º Dr. Thalles Vitelli Garcez, que acreditou em meu trabalho e me orientou contribuindo para minha formação profissional e pessoal.

Agradeço ao Prof.º Dr. Rodrigo Sampaio Lopes pelas orientações ao longo do curso e parcerias formadas que contribuíram para minha formação.

Sou grato a todos os professores que compunham o Programa de Pós-Graduação da UFPE e que me conduziram nesse processo de aprendizado durante o curso.

Agradeço também, aos participantes do Grupo de Pesquisa em Risco e Análise de Decisão em Operações e Manutenção – RANDOM pelo companheirismo e união deste grupo da qual fiz parte.

Por fim, agradeço a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco – FACEPE pelo apoio tão necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A manutenção tem assumido papel estratégico nas organizações ao traduzir os objetivos de negócio em objetivos de manutenção. Desse modo, os *outputs* da manutenção têm alcançado resultados sob perspectivas que vão além da produtividade. Nesse contexto, manter os equipamentos em funcionamento sob as condições desejadas tem se tornado desafiador devido as tecnologias utilizadas tornarem os sistemas mais complexos. Além disso, as empresas lidam com a limitação de recursos e têm na manutenção a oportunidade de alcançar melhor desempenho competitivo. Logo, existe a necessidade de realizar decisões assertivas direcionando esforços para compor uma estrutura que apoie a função manutenção de modo a alcançar resultados que conduza as organizações a alcançarem melhor desempenho competitivo. Portanto, este trabalho se propõe a desenvolver um framework a partir da análise de outros estudos da literatura, inserindo aspectos relevantes na conceituação da gestão da manutenção apresentando uma estrutura que apoie a gestão da manutenção em sua concepção estratégica com o objetivo de assegurar que a função manutenção contribua para alcançar os objetivos de negócio. O framework proposto possui seis etapas e teve a etapa de caracterização e definição dos objetivos estratégicos de manutenção aplicada em uma empresa do APL de confecção do Agreste de Pernambuco. A realização desta etapa necessitou o desenvolvimento de um instrumento de coleta de dados e a aplicação do método *Value Focused Thinking* (VFT). Os resultados alcançados permitiram perceber as prioridades desejadas pelos gestores quanto a função manutenção, identificar as principais limitações na gestão da manutenção da empresa em estudo no seu contexto competitivo, além de identificar possíveis objetivos da função manutenção que apoiam a empresa a alcançar seu objetivo estratégico.

Palavras-chave: Gestão da manutenção. *Framework*. VFT.

ABSTRACT

Maintenance has assumed a strategic role in organizations when translating business objectives into maintenance objectives. Thus, maintenance outputs have achieved results under perspectives that go beyond productivity. In this context, keeping the equipment running under the desired conditions has become challenging because the technologies used make the systems more complex. In addition, companies deal with resource constraints and can achieve better competitive performance. Therefore, there is the need to make assertive decisions directing efforts to compose a structure that supports the maintenance function to achieve results that lead organizations to achieve a better competitive performance. Hence, this work proposes to develop a framework based on the analysis of other studies of the literature, inserting relevant aspects in the conceptualization of maintenance management, presenting a structure that supports maintenance management from its strategic conception until its implementation with the objective of assuring that the maintenance function contributes to achieving the business objectives. The proposed framework has six stages and had the stage of characterization and definition of the strategic objectives of maintenance applied in a company of APL confection of Pernambuco. The accomplishment of this step required the development of a data collection instrument and the application of the Value Focused Thinking (VFT) method. The results achieved allowed us to perceive the priorities desired by the managers regarding the maintenance function, to identify the main limitations in the management of the maintenance of the company under study in its competitive context, besides identifying possible objectives of the maintenance function that support the company to reach its strategic objective.

Keywords: Maintenance management. Framework. VFT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia da pesquisa	16
Figura 2 - Perfil de direcionamento das etapas	19
Figura 3 - Framework de Gestão da Manutenção	42
Figura 4 - Etapa de caracterização da manutenção e definição de objetivos	43
Figura 5 - Representação multidimensional da seleção dos sistemas mais importantes.	47
Figura 6 - Etapa de definição da estratégia de manutenção	48
Figura 7 - Árvore de decisão das políticas de manutenção	52
Figura 8 - Etapa 4: Direcionamento dos recursos	53
Figura 9 - Definição dos processos e atividades	55
Figura 10 - Avaliação dos itens contemplados na literatura	60
Figura 11 - Mapa de perspectiva da empresa quanto a manutenção.....	64
Figura 12 - Nível de prioridade para aquisição de componentes	65
Figura 13 - Rede de objetivos meios-fim.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise das etapas contempladas nos frameworks	21
Tabela 2 - Análise das etapas contempladas nos frameworks “continuação”	22
Tabela 3 - Critérios de avaliação das dimensões estratégicas	45
Tabela 4 - Avaliação dos itens contemplados no framework proposto	59
Tabela 5 - Identificação dos objetivos de negócio	62
Tabela 6 - Avaliação das dimensões estratégicas	67
Tabela 7 - Guia de entrevista	69
Tabela 8 - Hierarquia dos objetivos	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Relevância e contribuição na realização do estudo	12
1.2	Objetivos Gerais e Específicos	13
1.3	Estrutura do Trabalho	14
2	METODOLOGIA	15
2.1	Aspectos metodológicos	15
2.2	Etapas da pesquisa	15
2.3	Visão Geral do Framework	17
2.4	Análise comparativa dos frameworks disponíveis na literatura	18
2.5	Desenvolvimento do instrumento de pesquisa	19
2.6	Instrumento utilizado para coleta de dados	23
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
3.1	Gestão da manutenção	24
3.1.1	<i>Processo de gestão da manutenção</i>	25
3.1.2	<i>Definição dos objetivos de negócio</i>	25
3.1.3	<i>Framework na Gestão da Manutenção</i>	27
3.1.4	<i>Manutenção na indústria de Confecção</i>	29
3.2	Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)	30
3.2.1	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	30
3.3	Estratégia da manutenção	33
3.3.1	<i>Dimensões estratégicas da manutenção</i>	34
3.3.2	<i>Medidas de desempenho</i>	34
3.3.3	<i>Terceirização</i>	35
3.4	Value Focused Thinking (VFT)	36
3.4.1	<i>Identificação dos objetivos</i>	37
3.4.2	<i>Estruturação dos objetivos</i>	37
3.4.3	<i>Rede de objetivos fundamentais-meios</i>	38
3.4.4	<i>Analisar os objetivos</i>	38

3.4.5	<i>VFT e definição das estratégias de manutenção</i>	38
3.5	Instrumento de pesquisa na manutenção	39
4	CONCEITUAÇÃO DO FRAMEWORK PROPOSTO	41
4.1.1	<i>Etapa 1 - Caracterização e definição dos objetivos estratégicos de manutenção</i>	43
4.1.2	<i>Etapa 2 - Avaliação de desempenho dos sistemas</i>	46
4.1.3	<i>Etapa 3 - Definição das estratégias de manutenção</i>	48
4.1.4	<i>Etapa 4 - Direcionamento de recursos</i>	51
4.1.5	<i>Etapa 5 - Definição dos processos e atividades de manutenção</i>	54
4.1.6	<i>Etapa 6 - Gestão de melhorias e inovações</i>	56
4.2	Análise dos frameworks	58
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
5.1	Ambiente de pesquisa	61
5.2	Limitações da aplicação	61
5.3	Caracterização e definição dos objetivos estratégicos	61
5.3.1	<i>Identificação dos decisores e stakeholders</i>	62
5.3.2	<i>Identificação dos objetivos de negócio</i>	62
5.3.3	<i>Análise dos ativos e recursos</i>	63
5.3.4	<i>Avaliação das dimensões estratégicas</i>	66
5.3.5	<i>Identificação dos objetivos estratégicos da manutenção</i>	67
5.3.6	<i>Contexto de decisão</i>	68
5.3.7	<i>Definição dos objetivos da manutenção</i>	72
5.4	Considerações finais do capítulo	72
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO	82

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por equipamentos de produção confiáveis tem aumentado a necessidade da alta disponibilidade, em consequência as empresas têm buscado por estratégias de manutenção mais eficazes e eficientes (RASTEGARI; SALONEN, 2015). O processo evolutivo da manutenção tem estendido sua atuação além das funções originalmente estabelecidas tornando-a parte do negócio integral através das inter-relações com outras funções empresariais, assumindo importante apoio para a produção (PINTELON *et al.*, 1992). A manutenção tem assumido papel estratégico nas organizações ao traduzir os objetivos de negócio em objetivos de manutenção, esta relação pode ser percebida pelos *outputs* da manutenção que têm alcançado resultados sob a satisfação dos clientes, redução do *downtime*, controle de custos, melhorias na qualidade e produtividade.

A indústria de confecção tem atravessado um período de modificações intensas em seu processo produtivo a partir da década de 90 até os dias atuais, devido aos novos desafios propostos pela dinâmica e competitividade do setor frente a um cenário de maior exposição à concorrência. Dessa forma, esta evolução tornou mais complexo o sistema produtivo e as decisões a serem tomadas em um mercado exigente e competitivo.

Nesse cenário se insere o Arranjo Produtivo Local (APL) de Confecções do Agreste de Pernambuco, que alcançou no ano de 2012 um volume de produção de 842,5 milhões de peças/ano, além disto, o PIB (Produto Interno Bruto) dos três principais municípios (Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe) que compõem o polo correspondem a 77% do PIB conjunto dos municípios estudados, e cuja população envolvida com o setor representa 66% da respectiva população (SEBRAE, 2013).

A evolução das indústrias do APL por meio da inserção de novas tecnologias além de permitir avanços em produtividade, trouxe tecnologias de produção que tornou os sistemas mais complexos e como consequência a necessidade de uma manutenção, não dispendiosa, capaz de mantê-los em funcionamento de forma competitiva. Segundo Kelly (2006), os objetivos de manutenção e produção são inseparáveis e ambos precisam ser compatíveis com os objetivos corporativos. Portanto, a compreensão da relação dinâmica entre a função manutenção e a função produção deve ser clara.

Esta relação identifica aspectos importantes como a caracterização do contexto da manutenção para as indústrias de confecção, características do processo e objetivos de negócio. Essas informações permitem identificar prioridades de direcionamento das ações de

manutenção, permitindo que as estratégias de manutenção sejam definidas em conformidade com o perfil estratégico das empresas.

Contudo, a necessidade de uma estrutura que viabilize um planejamento adequado das atividades de manutenção concatenado aos objetivos estratégicos tem se mostrado desafiador para as empresas do APL que em sua maioria tratam-se de indústrias de pequeno e médio porte, expostas a um cenário de alta competitividade.

O desafio para os gestores em gerir a manutenção de forma alinhada com os objetivos estratégicos, tem sido ineficaz por subutilizar as atividades de manutenção devido a carência de planejamento da mesma. Assim, para que os objetivos estratégicos sejam traduzidos em objetivos de manutenção, faz-se necessário uma estrutura de apoio para ordenar e direcionar o planejamento da manutenção de forma a assegurar a eficácia da manutenção frente aos objetivos estratégicos, obtendo resultados que contribuam para a competitividade da empresa.

1.1 Relevância e contribuição na realização do estudo

Em um cenário onde as empresas lidam com a limitação de recursos e têm na manutenção a oportunidade de alcançar melhor desempenho competitivo, é fundamental que a forma como a gestão da manutenção é planejada e executada assegure uma melhor utilização de seus recursos favorecendo efeitos positivos no desempenho dos processos resultando em importantes contribuições da manutenção.

As empresas do APL de confecções apesar da grande atuação no mercado nacional possuem algumas deficiências no que concerne a gestão da manutenção. Isto impacta diretamente em seu desempenho competitivo. Por sua vez, a função manutenção possui grande potencial de contribuição para a melhoria de aspectos chave como redução de custos, melhor qualidade do produto, disponibilidade de equipamentos, dentre outros que apoiam outras funções dentro da organização contribuindo para melhor desempenho competitivo.

No entanto, há a necessidade de caracterizar o atual processo de gestão da manutenção nessas empresas a fim de identificar o perfil da gestão da manutenção nessas empresas e perceber as prioridades desejadas pelos gestores quanto ao desempenho esperado da manutenção para atingir os objetivos de negócio.

Nesse contexto, muitos autores destacam a importante contribuição da manutenção para o desempenho e rentabilidade dos sistemas de fabricação. SALONEN *et al.* (2011) define a manutenção industrial como um importante pilar financeiro. TSANG (2002), destaca a importância da definição da estratégia da manutenção e sua influência na rentabilidade da empresa por afetar questões críticas em operações intensivas em capital.

A literatura dispõe de diversos frameworks desenvolvidos para apoiar a função manutenção sob os aspectos financeiros. As contribuições têm focado principalmente em modelos de otimização de manutenção, medição de desempenho, decisão sobre políticas de manutenção, dentre outros que comumente tem se concentrado em atividades relacionadas aos ativos. No entanto, para lidar com a diversidade de problemas inerentes a esse contexto que estendem as preocupações além das questões clássicas relacionadas a manutenção, há a necessidade de abordar essa perspectiva em suporte aos gestores de manutenção considerando o contexto e perfil da empresa. Portanto, este trabalho se propõe a desenvolver um framework que estruture a gestão da manutenção desde sua concepção estratégica de modo que permita que a empresa alcance seus objetivos de negócio. A partir disso, objetiva-se a caracterizar o atual contexto da gestão da manutenção em uma empresa do APL de confecção do Agreste de Pernambuco.

A justificativa deste trabalho concerne sobre o ambiente de estudo e no aspecto metodológico desenvolvido, o primeiro devido a não ter sido encontrado na literatura nenhum trabalho neste domínio aplicado na região, além de sua contribuição para o desenvolvimento econômico dos processos de empresas locais. Segundo, por contemplar uma estrutura que aborde a gestão da manutenção em sua concepção, conduzindo para contribuições que assegurem o desempenho competitivo de uma organização. Este aspecto corrobora para o embasamento que esta pesquisa pode contribuir para os estudiosos da área.

1.2 Objetivos Gerais e Específicos

O presente trabalho tem por objetivo geral propor um *framework* que apoie o desenvolvimento da gestão da manutenção em uma indústria de confecção.

Para a realização deste trabalho e alcance do objetivo geral, é necessário o desenvolvimento dos seguintes objetivos específicos:

1. Realizar uma análise comparativa sobre os principais *frameworks* desenvolvidos no domínio da gestão da manutenção.
2. Desenvolver um instrumento de coleta de dados para mapear características da gestão da manutenção em uma empresa de confecções;
3. Propor um framework que estruture a gestão da manutenção para que a empresa alcance seus objetivos de negócio;
4. Caracterizar a gestão da manutenção de uma empresa do APL de confecções do agreste de Pernambuco, utilizando o framework proposto.

1.3 Estrutura do Trabalho

Esta seção apresenta resumidamente como os capítulos estão estruturados a fim de proporcionar uma melhor compreensão da estrutura dessa dissertação. O trabalho está estruturado em 8 capítulos. O Capítulo I apresenta a introdução ao tema e os objetivos desta pesquisa. O Capítulo II apresenta a metodologia utilizada, bem como os principais aspectos metodológicos utilizados para atingir os objetivos propostos, além de descrever as etapas do processo de desenvolvimento do framework. O capítulo III contempla a Fundamentação Teórica e revisão bibliográfica, na qual apresenta a base conceitual necessária para o trabalho, demonstrando os principais conceitos e metodologias aplicadas. No Capítulo V, é apresentada a conceituação do framework descrevendo de forma detalhada cada etapa proposta. O Capítulo VI, são apresentados os resultados da aplicação da primeira etapa do framework. Por fim, o capítulo VII, apresentam-se as considerações finais do trabalho, dificuldades e limitações e sugestões de trabalhos futuros.

2 METODOLOGIA

Este capítulo contempla a metodologia seguida para a realização do estudo, envolvendo a discussão acerca da natureza do estudo, descrição das etapas de desenvolvimento e definição dos instrumentos de coleta de dados utilizados.

2.1 Aspectos metodológicos

A metodologia tem como objetivo explicitar o método utilizado detalhando as etapas e o modo como os dados foram tratados e analisados. A proposta da dissertação segue direcionada à estruturação de um framework na área da Gestão da manutenção.

Segundo Turrioni e Mello (2012), pode-se classificar uma pesquisa científica de acordo com alguns critérios, como: natureza, objetivos, abordagem e métodos. De acordo com Miguel *et al.* (2010), em relação a natureza da pesquisa, classificada como pesquisa aplicada por ter como objetivo aplicar os resultados obtidos orientados na solução de problemas que ocorrem na realidade. Gil (2008) afirma que a principal característica dessa natureza concerne no interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos adquiridos.

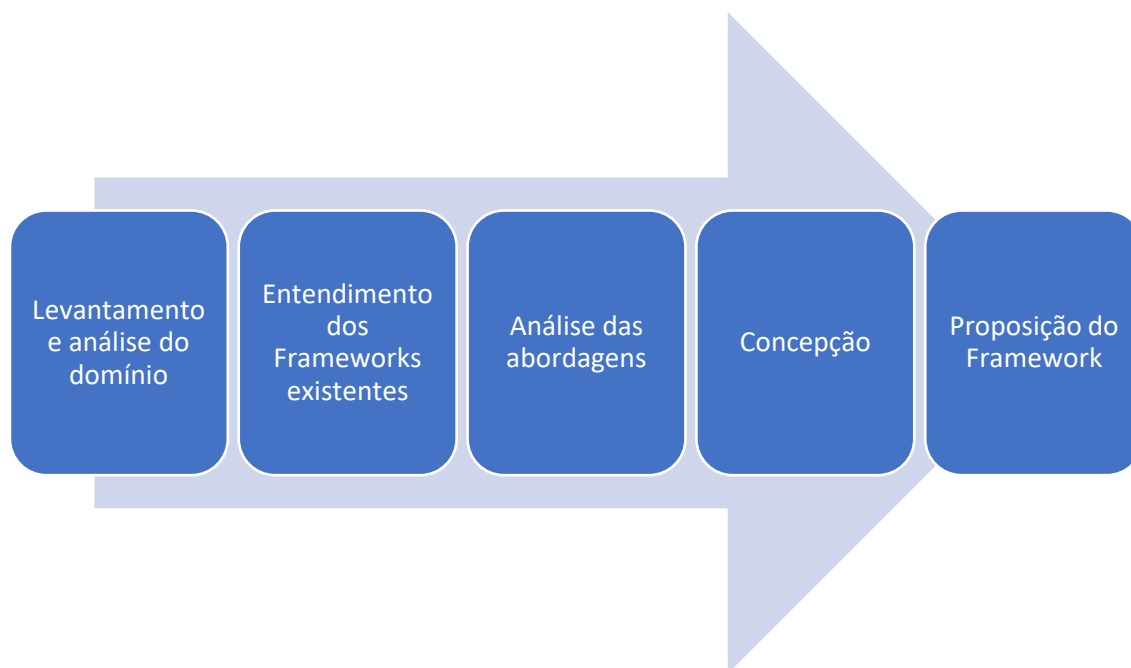
Em relação aos objetivos, a pesquisa assume características tanto de pesquisa exploratória como de pesquisa descritiva, a primeira, em detrimento da necessidade de identificação dos fatores que determinam os fenômenos seja conduzida de forma suficientemente descrita e detalhada (TURRIONI; MELLO, 2012). Desse modo, a pesquisa tem o objetivo aprofundar as informações acerca do domínio de estudo, observando a existência de relações entre os elementos. Já sob a perspectiva descritiva, a pesquisa é realizada contemplando os processos de observação, registros e análise dos fatos, com o propósito de avaliar o contexto em análise.

Quanto ao método, a presente pesquisa é classificada como bibliográfica, que fornece subsídios para a adequada determinação do problema e método através de uma conduta exploratória da literatura disponível em livros, periódicos, dentre outros. Com isso, o trabalho teve sua base fundamentada em temas na área da gestão da manutenção. Estes foram obtidos por meio das plataformas digitais de pesquisa: *Scopus*, *Sciencedirect*, dentre outras através do livre acesso concedido pelo portal dos periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

2.2 Etapas da pesquisa

Assim, o presente capítulo aborda as seguintes etapas metodológicas: levantamento e análise do domínio; entendimento dos frameworks existentes; análise comparativas das abordagens; concepção do framework; proposição do framework. Os passos que foram utilizados para a realização desta pesquisa são ilustrados na Figura 1, estes servem de base para que outros pesquisadores possam replicar este trabalho.

Figura 1 - Metodologia da pesquisa



Fonte: O Autor (2018)

A primeira etapa consiste no levantamento e análise do domínio, realizada através de um levantamento da literatura especializada em periódicos científicos. Essa revisão auxiliou na identificação de publicações de frameworks que já haviam sido desenvolvidos na área permitindo um conhecimento em maior profundidade acerca dos principais conceitos associados, áreas de aplicação, conceituação e requisitos necessários para o desenvolvimento do framework. No decorrer da pesquisa, verificou-se que os frameworks propostos na literatura não contemplavam uma estrutura que apoie o desenvolvimento da gestão da manutenção considerando os requisitos e perfil da empresa em busca de seus objetivos de negócio. Este aspecto motivou o aprofundamento dos estudos sobre a sistemática de desenvolvimento de um framework de gestão da manutenção que fosse capaz de apoiar o papel da função manutenção neste cenário. Além disso, este levantamento auxiliou na construção do referencial teórico do trabalho.

Em um segundo momento, foi realizado o entendimento dos frameworks relevantes para o domínio da pesquisa, identificando as abordagens utilizadas, conceituação, padrões e

características relevantes que permitissem a contribuição para o objetivo proposto desta pesquisa.

A terceira etapa contempla a análise dos frameworks, nesta etapa foi verificado a contribuição obtida por cada passa realizado nos frameworks, sendo possível verificar aspectos de semelhança entre os resultados alcançados e suas respectivas contribuições para o desenvolvimento do framework. A partir disso, foi realizada uma análise dos requisitos, etapas de construção e características das abordagens para apoiar as fases de estruturação do framework a ser desenvolvido.

Com base nos estudos acima, partiu-se para o desenvolvimento do framework na etapa de concepção. Através da equivalência entre as características relevantes dos frameworks analisados e suas respectivas contribuições para os resultados esperados em atendimento a problemática proposta, foi possível definir o caminho a ser seguido com base nas inter-relações estabelecidas, e analisar as possíveis extensões passíveis de melhorias para atender de forma significativa o objetivo proposto.

2.3 Visão Geral do Framework

Na literatura, vários frameworks foram desenvolvidos para melhorar os resultados alcançados da função manutenção (CRESPO MÁRQUEZ *et al.*, 2009; CRESPO MARQUEZ; GUPTA, 2006; GITS, 1992; HASSANAIN, M.A; FROESE; VANIER, 2001; MÁRQUEZ, A. C.; FERNÁNDEZ, 2009; PANAYIOTOU; PONIS; GAYIALIS, 2009; PINTELON, L.M.; GELDERS, 1992; RIIS; LUXHØJ; THORSTEINSSON, 1997; VANNESTE; VAN WASSEHNOVE, 1995; VIVEROS *et al.*, 2013; WAEYENBERGH; PINTELON, 2002).

Diante dos objetivos e atribuições identificados pelas etapas apresentadas pelos *frameworks* coletados foi possível compor um arranjo das características essenciais no desenvolvimento dos frameworks permitindo a identificação de fases essenciais que reúnam as principais atividades de apoio para o desenvolvimento de uma estrutura para desenvolver a gestão da manutenção.

A conceituação da manutenção contemplou atividades que buscam compreender os principais aspectos relacionados a manutenção que permitam analisar o contexto da manutenção provendo uma representação do atual cenário da manutenção. Para isso, esta etapa contempla a identificação dos principais atores envolvidos, avaliações e análises da função manutenção, requisitos da manutenção, identificação dos sistemas a serem mantidos, recursos, bem como a definição dos objetivos de manutenção, além de outros aspectos que permitam uma caracterização da gestão da manutenção.

Sob uma perspectiva ampla dos passos definidos em cada fase, foi possível reunir alguns passos conforme similaridade dos objetivos, verificando características de contribuições semelhantes, em seguida classificando-as conforme as seguintes fases: Conceituação da manutenção; Formulação da estratégia; Avaliação e validação; e, Melhorias. Algumas etapas se estendem além da definição proposta em virtude de sua amplitude e retroalimentação de informações conforme desenvolvimento do framework.

A formulação da estratégia tem como objetivo estruturar como a função manutenção é planejada e programada para alcançar os objetivos definidos, apesar do objetivo em comum os diversos trabalhos coletados apresentaram diversas formas de formular a estratégia. De forma análoga alguns métodos e modelos foram utilizados para desenvolver a estratégia, tais como: árvore de decisões para políticas de manutenção, KPIs, FMECA e otimização.

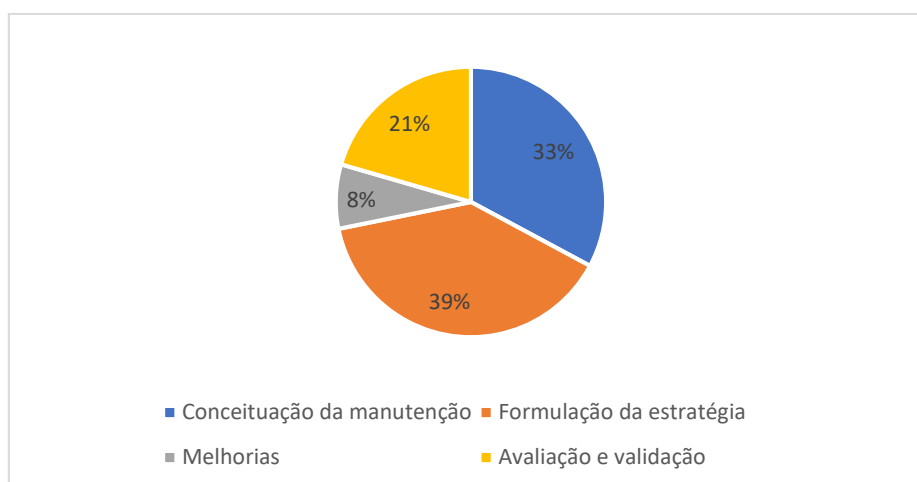
Os resultados e ineficiências necessitam ser acompanhados para identificar ajustes necessários com a aplicação do *framework* permitindo antecipar sobre problemas e oportunidades para fazer os ajustes necessários, portanto, os *frameworks* assumem uma etapa que consiste em reunir procedimentos que suportem a melhoria contínua, compondo a fase de melhorias. Esta fase pode prover ajustes em diversas etapas no decorrer da implementação e/ou no final com base nos resultados alcançados. As atividades concernem na análise de *feedback*, *benchmark*, identificação de pontos fortes e fracos e procedimentos de auditoria.

Em suporte a fase anterior os diferentes *frameworks* estruturaram alguns procedimentos para diagnosticar o desempenho e identificar oportunidades de melhorias durante o planejamento e execução das atividades da função manutenção, logo, a fase de avaliação e validação tornou-se relevante nesse procedimento. Portanto, as atividades de avaliação e validação foram desenvolvidas de forma conjunta e/ou dissociadas conforme necessidade para o framework, em alguns casos se fez necessário a utilização de ferramentas para apoiar tanto a coleta de informações como para analisar o desempenho sob algum aspecto a ser controlado e/ou acompanhado.

2.4 Análise comparativa dos frameworks disponíveis na literatura

Esta seção, apresentará os principais *frameworks* investigados que propuseram o desenvolvimento de uma estrutura para apoiar a gestão da manutenção. As Tabelas 1 e 2 resumem as etapas dos principais *frameworks* estudados fornecendo uma percepção sobre as semelhanças, amplitude e finalidade de cada etapa. Em relação ao direcionamento das etapas a Figura 2 representa o percentual obtido dos passos propostos para atingir as fases definidas no item 2.1.

Figura 2 - Perfil de direcionamento das etapas



Fonte: O Autor (2018)

Analizados sob a definição proposta para a conceituação da manutenção, os trabalhos apresentados são estruturados para identificar aspectos relacionados ao contexto da manutenção caracterizando o contexto para identificar informações essenciais tais como os objetivos, restrições, recursos, dentre outras. Em alguns trabalhos a contribuição para essa fase se estende ao longo da implementação do framework conforme necessidade. Gits (1992) não apresentou de forma explícita a necessidade de coleta de dados na etapa inicial apesar das etapas posteriores demandarem essa entrada.

Na fase de formulação da estratégia, os frameworks apresentaram maiores diferenças quanto aos métodos utilizados apesar de alguns casos possuírem objetivos comuns, conforme a necessidade de informações para a formulação da estratégia alguns frameworks utilizaram essa etapa para aprofundar alguns conhecimentos até então necessários para a próxima etapa, outros partiram para a formulação da estratégia. As abordagens principalmente divergiram conforme os seguintes aspectos:

- Complexidade do sistema: requerendo a seleção dos sistemas mais importantes;
- Requisitos do sistema: Levantamento de ativos e compreensão dos processos;
- Natureza dos problemas: Identificação dos problemas de maior impacto;
- Avaliação dos sistemas: Verificação dos pontos fortes e fracos.

2.5 Desenvolvimento do instrumento de pesquisa

A estruturação do questionário atende as perspectivas de atuação da gestão da manutenção identificando aspectos para os três níveis propostos por Murthy e Kobbacy

(2008), na qual os questionamentos foram desenvolvidos abordando a forma como a manutenção é planejada e executada. Para cada nível foi verificado os seguintes tópicos:

- a) Nível estratégico: Identificação dos objetivos do negócio, política, meta e recursos para manutenção.
- b) Nível Tático: Desenvolvimento de instruções, gerenciamento de intervenções, definição de recursos, avaliação dos programas, qualificação dos fornecedores.
- c) Nível Operacional: Treinamento, análise de desempenho, base de dados.

Os questionamentos desenvolvidos foram classificados conforme as seguintes seções (vide questionário no APENDICE A):

- Dados de identificação da Empresa/Entrevistado;
- Gerência e Controle da Manutenção;
- Planejamento e Programação da Manutenção;
- Confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade;
- Terceirização;
- Gestão de Pessoas;
- Resultados Empresariais;
- Gestão da Manutenção;

O questionário foi estruturado em tópicos com o objetivo de agrupar questionamentos sob o mesmo enfoque, obtendo informações para compreender a visão da empresa sob a perspectiva da gestão da manutenção em relação aos tópicos.

Os tópicos definidos para o questionário objetiva caracterizar a gestão da manutenção, envolvendo aspectos relevantes para identificar o perfil dos gestores, contexto e a forma como é planejada nas indústrias de confecção do APL do Agreste. Os aspectos investigados envolveram estrutura organizacional, estratégia da manutenção (PINTELLON *et al.*, 2006), planejamento (MARTORELL *et al.*, 2010; VERBERT *et al.*, 2017), terceirização da manutenção (CAMPBELL, 1995; SARAIVA *et al.*, 2008), e outras questões relacionadas a manutenção.

Tabela 1 - Análise das etapas contempladas nos frameworks

Autor(es)	Atribuições das etapas			
	Conceituação da manutenção	Formulação da estratégia	Melhorias	Avaliação e validação
Gits (1992)	Passo 1: Iniciativas qualificadas de manutenção	Passo 4: <i>Cluster</i> das operações de manutenção	-	Passo 7: Avaliação das regras de manutenção
	Passo 2: Especificação das operações de manutenção	Passo 5: Harmonização dos intervalos de manutenção	-	-
	Passo 3: Intervalos de limitação da manutenção	Passo 6: Agrupando operações de manutenção	-	-
Pintelon e Gelders (1992)	Passo 1: Gerenciamento de Operações / Gerenciamento de Manutenção: aspectos do projeto do sistema	Passo 2: Gestão da manutenção / Tomada de decisão: Planejamento e controle	-	Passo 3: Conjunto de ferramentas de gestão
Vanneste e Van Wassenhove (1995)	Passo 1: Diagnóstico do atual desempenho da organização	Passo 3: Analisar eficácia das alternativas de solução para os maiores problemas	Passo 8: Ajustar planos em caso de desvios indesejados	Passo 6: Implementar ações e coletar dados
	Passo 2: Analisar problemas de qualidade e de tempo de inatividade	Passo 4: Analisar a eficiência dos procedimentos de manutenção	-	Passo 7: Monitorar ações e processamento de dados
	-	Passo 5: Planejamento das ações	-	-
Riis (1997)	Passo 1: Identificar a situação atual da empresa	Passo 5: Sistema de manutenção	Passo 6: Desempenho atual	
	Passo 2: Estratégia e objetivos declarados		-	-
	-	Passo 3: Seleção do sistema alvo	-	-
	-	Passo 4: Perfil da atividade de manutenção	-	-
Hassanain <i>et al.</i> (2001)	Passo 1: Identificar os ativos	Passo 3: Avaliação do desempenho	-	Passo 5: Gerenciamento das operações de manutenção
	Passo 2: Identificar requisitos de desempenho	Passo 4: Plano de manutenção	-	-

Fonte: O Autor (2018)

Tabela 2 - Análise das etapas contempladas nos frameworks “continuação”.

Wayenbergh e Pintelon (2002)	Passo 1: Início e identificação de objetos e recursos	Passo 4: Decisão da política de manutenção	-	Passo 6: Medição de desempenho
	Passo 2: Identificação dos sistemas mais importantes e melhoria contínua	Passo 5: Otimização da política de manutenção preventiva	-	-
	Passo 3: Análise de criticidade	-	-	-
Fernandéz e Márquez (2009)	Passo 1: Missão e objetivos	Passo 2: Estratégia do departamento	Passo 5: Gestão de mudanças	Passo 4: Sistema de controle
	-	Passo 3: Processos e atividades	-	-
Marquez <i>et al.</i> (2009)	Passo 1: Definição dos objetivos de manutenção e KPI's	-	Passo 8: Melhoria contínua e utilização de novas técnicas	Passo 6: Controle e avaliação da execução da manutenção
	Passo 2: Definição da estratégia de manutenção e prioridade de ativos	-	-	Passo 7: Análise do ciclo de vida dos ativos e otimização da substituição
	Passo 3: Intervenção imediata sobre prontos fracos e alto impacto	Passo 4: Design dos planos de manutenção preventiva e recursos	-	-
	-	Passo 5: Plano preventivo, cronograma e otimização dos recursos	-	-
Panayiotou <i>et al.</i> (2009)	Passo 1: Análise situacional	Passo 3: Sistema de manutenção	Feedback*	Passo 4: Avaliação do desempenho
	Passo 2: Análise estratégica		-	-
Viveros <i>et al.</i> (2013)	Passo 1: Análise da situação atual: objetivos, estratégias, políticas e responsabilidades de manutenção.	-	Passo 6: Avaliação e controle de execução da manutenção.	
	Passo 2: Hierarquia dos equipamentos (Criticidade)			Passo 7: Análise do ciclo de vida e possível renovação de equipamentos.
	Passo 3: Análise dos pontos fracos em equipamentos de alto impacto.			-
	-	Passo 4: Projeto de planos de manutenção e recursos necessários.		-
	-	Passo 5: Programação da manutenção e otimização na alocação de recursos.		-

Fonte: O Autor (2018)

2.6 Instrumento utilizado para coleta de dados

A priori a necessidade de um instrumento justifica-se pela redução da possibilidade de divergências entre os resultados (BRIGITTE *et al.*, 2016). Conforme a complexidade e variedade das dimensões a serem analisadas neste estudo, o questionário foi selecionado por atender de forma adequada a necessidade de uma ferramenta de coleta de dados para identificar as características do ambiente, equipamentos, áreas de gestão e suas atribuições.

Para tal, a formulação das questões requer uma atenção especial quanto a classificação utilizada, uma vez que a gama de respostas advém do tipo de questão utilizada e isso provê efeitos nos resultados obtidos. A classificação das questões proposta por Miguel *et al.* (2012) apresenta-se como: questões abertas; fechadas dicotômicas (do tipo sim/não), fechadas tricotômicas (do tipo sim/não/não sei) e de múltipla escolha. Quanto as respostas, em diversos casos é possível a utilização das escalas de intensidade, como, por exemplo, a escala de *Likert*, com um número ímpar de pontos. Pelo fato da escala ser ímpar, há um termo central para atender as situações em que o respondente apresenta-se indiferente em relação ao questionamento (MIGUEL *et al.*, 2012).

Na aplicação do questionário, é recomendável que o seu corpo contenha instruções para o preenchimento do mesmo, auxiliando nos casos onde o respondente desconhece o conceito (MIGUEL *et al.*, 2012). Facilitar a interpretação dos questionamentos é importante para garantir a interpretação correta e uma resposta coerente e confiável, o procedimento consiste em revisar a adequação da linguagem utilizada e explicar caso necessário a racionalidade da questão. A aplicação foi realizada de forma presencial para o esclarecimento de possíveis dificuldades durante a coleta de dados.

Vale a pena ressaltar também que todo o material de apoio a pesquisa fornecido pelas empresas é de caráter sigiloso e seu uso é exclusivo e restrito ao pesquisador, sendo utilizado apenas para fins desta pesquisa, não podendo o pesquisador mencionar o nome da empresa ou quaisquer indícios que levem a identificação desta ou de seus funcionários.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta proposições teóricas que compõem as referências para esta pesquisa. A forma como uma organização pensa sobre o papel da manutenção permite adaptações sob a estrutura geral, previsão e a forma de intervenção. Nessa perspectiva, diversas teorias, metodologias e ferramentas vem sendo desenvolvidas para permitir a implantação da mesma em diferentes cenários nos variados contextos. O presente capítulo tem como objetivo fornecer uma plataforma de conhecimento para posicionar esta pesquisa e demonstrar as principais teorias e metodologias aplicadas na gestão da manutenção.

3.1 Gestão da manutenção

As mudanças nas necessidades de fabricação influenciada pela tendência de flexibilização da produção, complexidade do sistema e alta produtividade têm exigido uma reestruturação da forma como as atividades de manutenção são definidas, emergindo a necessidade de planejar e estruturar a manutenção de forma a fazê-la exercer o seu papel assegurando que sejam alcançadas melhorias em seu desempenho tornando-a uma fonte potencial de vantagem competitiva.

A gestão da manutenção é definida como o conjunto de atividades da gerência responsáveis por determinar os objetivos ou prioridades de manutenção, estratégias, responsabilidades e implementá-las por meio do planejamento, controle e supervisão da manutenção, aprimorando os métodos pela inclusão dos aspectos econômicos da organização (13306:2001, 2010).

Alguns autores consideram que as atribuições da gestão da manutenção caracterizará, o processo de liderança e direção da organização de manutenção (GOPALAKRISHNAN; RUZZENE; HANAGUD, 2011). No entanto, sob a perspectiva de contribuição para a organização, a definição da gestão da manutenção se estende além da vantagem de manter os equipamentos, que conforme destacado por Carla *et al.* (2009), a atividade de gerenciamento estratégico pode contribuir significativamente para o sucesso do negócio.

Outra definição, destaca que a gestão da manutenção objetiva a maximização do retorno do investimento no ativo por meio do gerenciamento de todos os ativos pertencentes a uma empresa (WIREMAN, 2005). Além destas, Duffuaa e Raouf (2015) definem a gestão da manutenção como um simples sistema de *input-output*, na qual as entradas contemplam os insumos necessários para atividade (mão-de-obra, ferramentas, equipamentos e etc.), por outro lado, os *outputs* são os resultados alcançados pela manutenção, como por exemplo, o

equipamento com correto funcionamento, devidamente configurado, disponível e confiável capaz de executar a operação que lhe é determinada.

Essa abordagem estima que as atividades necessárias para tornar esse sistema funcional são o planejamento, organização e controle da manutenção (GOPALAKRISHNAN; RUZZENE; HANAGUD, 2011). O bom funcionamento das atividades de manutenção torna possível o atingimento de metas e a sobrevivência da empresa no mercado (AL-TURKI, 2011; FILHO, 2008; XENOS, 2004).

Portanto, a gestão da manutenção de sistemas de produção é capaz de prevenir problemas a nível de saúde, segurança, impacto ambiental, redução dos custos de operação e assegurar uma maior longevidade e funcionalidade de um bem. Assim, as atividades de gerenciamento necessitam integrar-se com as estratégias sob o enfoque em seus impactos e no desempenho perante o mercado.

3.1.1 *Processo de gestão da manutenção*

O processo de gestão lida com atividades de planejamento, controle e acompanhamento de atividades sob os três níveis organizacionais, nesse sentido, a gestão deve alinhar essas ações em três níveis de negócios: estratégico, tático e operacional (MÁRQUEZ, A. C.; FERNÁNDEZ, 2009; MUCHIRI, 2015).

As ações de nível estratégico concernem em propor por meio dos objetivos estratégicos a transformação dos objetivos da empresa em objetivos de manutenção, este processo necessita propor estratégias de médio a longo prazo formuladas de forma consistente e coerente com outras estratégias de negócios dos demais departamentos.

O nível tático assume a competência de assegurar o cumprimento do plano de manutenção, definindo políticas de manutenção, prioridades de ações, especificações das atividades, requisitos para execução, alocação de recursos, planejamento e programação da manutenção. Quanto ao nível operacional, as ações buscam assegurar que as atividades de manutenção sejam executadas por procedimentos corretos, no tempo previsto e utilizando as ferramentas adequadas, além de prover o registro das atividades no sistema de informação.

3.1.2 *Definição dos objetivos de negócio*

Os objetivos da gestão da manutenção se estendem aos definidos pela manutenção por abordarem a dimensão estratégica da organização. Logo, uma perspectiva ampla deve ser considerada no processo de tomada de decisão do gerenciamento da manutenção (LOSKA, 2015). Desse modo, as atividades de manutenção não se limitam a aspectos técnicos, mas

também envolvem questões organizacionais assumindo o papel proativo ao contribuir para a vantagem competitiva de uma empresa alcançando aos objetivos de negócio.

Nesse contexto, para obter a eficácia da manutenção, é necessário que a estratégia de manutenção seja consistente com as estratégias de fabricação e negócios (PINTELON *et al.*, 2006). Campbell (1995) destaca que os objetivos de negócios consideram as necessidades e desejos dos clientes, acionistas e *Stakeholders*. Estes objetivos podem ser agrupados, segundo Boucly (1998), em quatro grupos: rentabilidade, crescimento, risco e objetivos sociais. Esta classificação define os objetivos de negócio da seguinte forma:

- **Lucratividade:** contempla os objetivos que priorizam a rentabilidade das atividades de manutenção de modo a contribuir, a longo prazo, para alcançar os objetivos organizacionais, capaz de gerar potencial competitivo para o negócio ou contribuindo com a eficácia no caso da administração e serviços públicos;
- **Crescimento:** agrega os objetivos que permitem maior participação do mercado priorizando aspectos que valorizem o produto sob diferentes momentos do ciclo de vida, reduz a pressão sobre o preço, garante o acesso à tecnologia, impede novos concorrentes no mercado;
- **Risco:** envolvem objetivos que têm como prioridade a segurança dos ativos, pessoas e do ambiente, apesar das leis e regulamentações existentes estabelecerem um framework de segurança, o risco surgir como consequência da instalação de novos equipamentos ou da interação entre estes e/ou dos já existentes;
- **Objetivo Social:** abordam objetivos sociais que as empresas buscam ativamente contribuir, por exemplo, na discussão de questões socialmente relevantes.

De acordo com Loska (2015), o processo de tomada de decisão sobre os objetivos de gestão de manutenção pode ser definido considerando três critérios principais:

- **Tempo,** no sentido de prolongar os períodos de utilização dos objetos técnicos com curtos períodos de falhas ou interrupções;
- **Custos,** considerando reduzir os custos de exploração das instalações (direta e indireta); enquanto preserva os valores necessários das principais características de desempenho;
- **Características de exploração** sob a perspectiva de desempenho, funcionalidade e segurança; permitindo a melhoria contínua da operação dos sistemas técnicos em relação ao homem e ao ambiente;

Em geral, esses objetivos podem ser classificados em três grupos: objetivos técnicos; objetivos legais/regulamentos obrigatórios e objetivos financeiros (BOUCLY, 1998b;

WIREMAN, 1990). Contudo, para alcançar os objetivos do negócio se faz necessário uma estratégia de negócio que atue em conjunto com os ativos, traduzindo os objetivos de negócios em objetivos de manutenção.

3.1.3 *Framework na Gestão da Manutenção*

O processo de implantação da gestão da manutenção é frequentemente associado a uma ampla gama de dificuldades. Estas têm se apresentado durante as duas últimas décadas, como consequência da implementação de novas tecnologias de fabricação, mudanças natureza do ambiente e dos sistemas de produção. Dentre as possíveis dificuldades de propor um *framework*, Marquez e Gupta (2006), apresentaram a alta diversificação nos problemas que a manutenção encontra em atividades do mesmo setor produtivo. Nesse contexto, Cock *et al.* (2000) oferecem um ranking de barreiras na implementação de sistemas de manutenção destacando o papel dos gestores e a deficiência de dados históricos. Portanto, aspectos gerenciais e a complexidade associada são apresentadas como desafios para desenvolver uma metodologia operativa de aplicabilidade geral.

No entanto, diversos modelos vêm sendo desenvolvidos a fim de estruturar a implementação da gestão da manutenção incorporando os aspectos mais amplos do contexto empresarial. A exemplo, Waeyenbergh e Pintelon (2002) propuseram um *framework* para desenvolver um plano de manutenção específico para a empresa, utilizando conhecimento e informações obtidas desde a experiência dos trabalhadores até os dados fornecidos por tecnologias modernas de informação e comunicação. Este *framework* utiliza variantes de políticas múltiplas, estruturado em cinco blocos (identificação dos objetivos e recursos; análise técnica; decisão da política de manutenção; medição do desempenho e melhoria contínua).

Uma estrutura genérica holística foi proposta por Marquez e Gupta (2006), objetivando implementar a gestão da manutenção contemplando a perspectiva dos níveis de atividades (operacional, tático e estratégico) em três pilares: tecnologia da informação; métodos de engenharia de manutenção e a organização também conhecido como pilar comportamental. Outra proposta, apresentada por Gabbar (2006), apresenta um *framework* de modelagem de processos aplicando a sistemática de RCM, o modelo integrou a modelagem de falhas e funções ao gerenciamento de manutenção da planta para garantir tarefas de manutenção ótimas.

Márquez e Fernández (2009) desenvolveu um *framework ad-hoc* adequado para implementar a gestão da manutenção em empresas de serviços de distribuição de rede (gás, água, eletricidade ou telecomunicações). O modelo consiste em cinco fases contando com uma

estrutura cíclica fechada, para caracterização dos processos de gerenciamento da manutenção utilizando o padrão *Integration DEFinition* (IDEF).

Campos e Marquez (2011) utilizando dos requisitos da especificação de gerenciamento de ativos PAS 55, desenvolveram um *framework* que utiliza linguagens padronizadas do *Business Process Modeling* (BPM) UML 2.1 (*Unified Language Modeling*) e BPMN 1.0 (Notação BPM), essas notações permitem uma fácil integração dos processos modelados no sistema de informação geral de uma organização, fornecendo uma estrutura flexível, rápida e adaptável às novas necessidades.

O *framework* proposto por Samaranayake e Kiridena (2012), utilizou a “Técnica de estruturação unitária” em um contexto de manutenção baseada na condição, propondo um planejamento direto, simultâneo e dinâmico das operações de manutenção em aeronaves, a metodologia objetiva otimizar o desempenho geral de manutenção, mantendo recursos conforme programação sob níveis reduzidos de estoques de peças sobressalentes e custos reduzidos de horas extras.

Uma abordagem híbrida baseada no método de simulação de Monte Carlo e na lógica *fuzzy* foi proposta por Baraldi *et al.* (2012), propondo uma estrutura capaz de avaliar o desempenho de uma determinada política de manutenção. Daragh e Tiernan (2012) propôs um *framework* de nove etapas para projetar e implementar uma estratégia de manutenção individualizada integrada, apresentando como limitações a influência de conhecimentos acumulados através de situações de aprendizagem baseadas na experiência.

Faccio *et al.* (2014) desenvolveram um *framework* para propor políticas ótimas de manutenção baseado em custos diretos e indiretos. MISHRA *et al.* (2015), utilizou a metodologia *Interpretive Structural Modeling* (ISM) para implementar um *World-class Maintenance System* (WMS) destacando a relação de cada elemento do WMS, fornecendo orientação e direção para sua implementação.

Sob uma abordagem MCDA (*Multi-Criteria Decision Analysis*), Tang *et al.* (2015) consideraram a tomada de decisão em manutenção para equipamentos de perfuração e produção utilizando Processo de Análise Hierárquica (AHP), simulação de Monte Carlo e árvores de decisão de manutenção (MDMTs) foram configuradas por referência à árvore de decisão lógica da manutenção centrada na confiabilidade (RCM). O *framework* proposto por Guillén *et al.* (2016), objetivou o gerenciamento efetivo dos programas *Condition Based Maintenance* (CBM) adotando a estrutura formal dos modelos de análise RCM, para integrar a informação das técnicas *Prognostics and Health Management* (PHM) usadas para capturar o comportamento do modo de falha e gerenciar a manutenção.

Wang *et al.* (2016) desenvolveram um *framework* para a gestão da manutenção, considerando *Life Cycle Cost* (LCC) e o nível de deterioração como critérios para seleção da política de manutenção. Fourie e Tendayi (2016) combinaram componentes típicos de missão crítica com o histórico de falhas e manutenção sob diferentes cenários, sugerindo a decisão que obtiver o valor presente líquido favorável após o custeio do ciclo de vida em um período de tempo especificado.

3.1.4 *Manutenção na indústria de Confeção*

O papel desempenhado pela manutenção tem recebido estimada atenção devido a contribuição para o desempenho da produção em diferentes tipos de indústrias. Inseridas nesse cenário, as indústrias têxtil/confeção estão sujeitas a avarias e degradações em seus equipamentos que podem comprometer o posicionamento competitivo dessas empresas, portanto, a manutenção tem motivado o desenvolvimento de pesquisas nessa área.

Tu e Yeung (1997) abordaram a inteligência artificial (AI) para o projeto e controle de um sistema integrado de gerenciamento de manutenção sob os níveis gerenciais e de suporte a decisão gerencial, uma série de sistemas inteligentes de suporte à decisão (IDSSs) são desenvolvidos com base na teoria bayesiana ou nas redes probabilísticas causais (CPNs). Neste documento, é relatado um CPN genérico para a manutenção de fiação aberta

O trabalho proposto por Chen (2007), tratou um problema de programação da produção incorporado a manutenção periódica por meio de um cronograma para minimizar o *downtime*, desenvolvendo um algoritmo *branch-and-bound* para encontrar a programação ideal. Ilangkumaran e Kumanan (2009) desenvolveram um modelo para selecionar uma estratégia de manutenção que integra o Processo de Hierarquia Analítica (AHP) em ambiente *fuzzy* e técnica para preferência de ordem pela semelhança com a solução ideal (TOPSIS).

Abordagens probabilísticas e matrizes de decisão foram utilizadas por Kumar *et al.* (2014), este trabalho objetivou desenvolver um sistema de suporte a decisão para o sistema de tingimento de tecidos de uma indústria têxtil com base no conceito de análise de desempenho e modelagem. Thavaraj (2015) implementaram a manutenção produtiva total (TPM) avaliaram os níveis de eficiências e desempenho em máquinas de costura, obtendo-se uma melhoria entre 15% e 30% do desempenho e sua integração com a ferramenta KAIZEN permitiu uma redução do tempo de entrega do produto.

Wickramasinghe e Perera (2016) propuseram uma análise para investigar o efeito das práticas de TPM sobre o desempenho de fabricação, o método consistiu em aplicar a análise de correlação e regressão com o suporte do software SPSS para identificar o efeito do TPM

no desempenho da fabricação. Machado *et al.* (2017) realizaram um diagnóstico da metodologia adotada pelas indústrias têxteis de manutenção, localizadas na região da Zona da Mata Mineira, em Minas Gerais, Brasil. A pesquisa enfatizou a natureza geral do gerenciamento de manutenção dessas empresas.

3.2 Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)

A Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) (em inglês, *Reliability-Centered Maintenance*) é um método sistemático para alcançar a solução mais econômica para manter o equilíbrio entre manutenção preventiva e corretiva. A filosofia da MCC busca manter alto nível de disponibilidade dos equipamentos buscando gerenciar a confiabilidade de modo a eliminar os efeitos das falhas do sistema. Em essência a filosofia da MCC difere fundamentalmente de outras estratégias de manutenção por preservar a funcionalidade do sistema sob um nível desejado, ao invés de manter os equipamentos de forma isolada sem considerar sua relação com o sistema (DUFFUAA, SALIHO.; BEN-DAYA, 2009).

A MCC é definido como um processo que determina os procedimentos a serem realizados para garantir que um processo usado para determinar o que deve ser feito para garantir que qualquer ativo físico execute o que seu usuário deseja em seu atual contexto operacional atual (RASTEGARI; SALONEN, 2015). Eti *et al.* (2006) acrescentam que a MCC possui uma abordagem sistemática para compreender a função do sistema, bem como os modos de falha de seus componentes, escolhendo o curso ótimo de ação que permita detectar os modos de falha antes que ocorram ou evitar sua ocorrência. Outra definição proposta por Duffuaa *et al.* (2009) define MCC como um processo usado para determinar os requisitos de manutenção de ativos físicos em seu contexto operacional, identificando as funções do recurso, as causas das falhas e os efeitos das falhas.

O objetivo do método é alcançar a relação custo-eficácia controlando o desempenho de manutenção, o que implica um trade-off entre a manutenção corretiva e preventiva e o uso de métodos ótimos (VILAYPHONH *et al.*, 2017a).

A MCC é caracterizado por manter a função do sistema, identificar os modos de falha, priorizar as funções e escolher a manutenção eficiente (VILAYPHONH; PREMRUDEEPREECHACHARN; NGAMSANROAJ, 2017b).

3.2.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

A análise de modos de falhas e efeitos (FMEA) é definido como um procedimento sistemático para a análise de um sistema/processo responsável por identificar os possíveis

modos de falha, suas respectivas causas e efeitos no desempenho do sistema/processo (IEC 60812, 2006). Esse método é utilizado para se antever as falhas atuando na eliminação de problemas antes que aconteçam, quanto a aplicação, esta ferramenta pode atuar durante o planejamento, processo de fabricação, produto, registrando o processo e o perfil do estado das falhas sob um processo analítico, permitindo a melhoria contínua (PALADY, 2004). Portanto, o método apresenta uma metodologia preditiva utilizada com o objetivo de apoiar o decisor na identificação, priorização e eliminação de possíveis falhas do sistema, design ou processo.

Dentre os benefícios esperados com a utilização do método, pode-se destacar: incremento dos níveis de qualidade e produtividade; fornece referência rápida para resolução de problemas; redução do tempo de desenvolvimento e custos; planejamento de testes mais eficientes; redução da reengenharia; incremento na satisfação do cliente; registro de informações do processo na organização e do produto; redução de eventos não previstos; identificação de aspectos associados a segurança, entre outros (PALADY, 2004).

A metodologia consiste em um *check-list* para cada modo de falha baseado na compreensão sobre a consequência com a ocorrência da falha, motivo da falha e como pode ocorrer a falha. A estrutura do método permite identificar as possíveis formas pelas quais as falhas (problemas, erros, riscos, etc.) podem ocorrer, de modo que cada falha potencial seja avaliada quanto aos parâmetros de severidade de efeito (S), probabilidade de ocorrência de um modo de falha (O) e a probabilidade de detecção da causa do modo de falha (D). A partir disso, a necessidade de realizar uma ação, ignorar ou planejar será julgada conforme avaliação de cada causa.

Alguns autores sugerem alguns cuidados com a utilização do FMEA devido a algumas limitações presentes no método, em seu trabalho Liu *et al.* (2013) realizaram um levantamento das principais críticas da abordagem FMEA tradicional, apresentando os seguintes pontos:

- A importância relativa entre O, S e D não é levada em consideração;
- Diferentes combinações de O, S e D podem resultar no mesmo RPN, mas as implicações de risco oculto podem ser totalmente diferentes;
- Os três fatores de risco são difíceis de serem avaliados com precisão;
- O procedimento matemático para cálculo do RPN é questionável e discutível;
- A conversão de pontuação é diferente para os três fatores de risco;
- O RPN não pode ser usado para medir a eficácia de ações corretivas;
- O índice RPN não é contínuo e possui muitas lacunas;
- As interdependências entre vários modos e efeitos de falha não são consideradas;

- A forma matemática adotada para o cálculo da RPN é fortemente sensível as variações nas avaliações dos fatores de risco;
- Os elementos RPN incluem muitos números duplicados;
- O RPN considera apenas três fatores de risco, limitando a avaliação em termos de segurança.

Lolli *et al.* (2015) afirmam que grande parte das deficiências do método apresentadas anteriormente objetivam superar os seguintes pontos:

- a) Não considerar a importância relativa de O, S e D;
- b) Diferentes conjuntos dos três fatores de risco podem resultar no mesmo RPN sem considerar suas implicações distintas;
- c) Dificuldade de avaliar com precisão os três fatores de risco.

Apesar das críticas apresentadas, a ferramenta possui ampla aplicabilidade e vem apresentando resultados satisfatórios no que concerne na análise e apoio a gestores de manutenção na prevenção de falhas. O método é estruturado conforme as seguintes etapas:

1. Compreensão quanto ao correto funcionamento do sistema.
2. Decompor o sistema em subsistemas e/ou montagens para localizar a busca de componentes.
3. Identificar componentes e suas relações.
4. Desenvolver uma lista de componentes completa para cada montagem.
5. Identificar os estresses operacionais e ambientais que podem afetar o sistema, considerando como pode afetar o desempenho de componentes individuais.
6. Determine os modos de falha de cada componente e os efeitos dos modos de falha em montagens, subsistemas e todo o sistema.
7. Categorizar o nível de perigo (severidade) de cada modo de falha.
8. Estimar a probabilidade. Na ausência de informações estatísticas quantitativas sólidas, isso também pode ser feito usando estimativas qualitativas.
9. Calcular o número de prioridade de risco (RPN): o RPN é dado como a multiplicação do índice que representa a probabilidade, gravidade e detectabilidade.
10. Determinar a ação a ser tomada conforme RPN.
11. Desenvolver recomendações para melhorar o desempenho do sistema. Estes se dividem em duas categorias: ações preventivas: evitando uma situação de falha. Ações compensatórias: minimizando perdas no caso de ocorrer uma falha.
12. Preparar relatório FMEA

3.3 Estratégia de manutenção

Dentro da literatura a estratégia de manutenção não possui uma definição única, a depender do nível hierárquico e da forma como é formulada. Assim, a estratégia de manutenção possui uma abordagem sistemática para a manutenção das instalações e equipamentos.

Alguns autores definem a estratégia de manutenção como a escolha entre manutenção baseada em condições, preventiva e corretiva (ZAIM *et al.*, 2012). Para Dekker (1996), a estratégia de manutenção consiste em misturar políticas de manutenção e técnicas de manutenção que variam conforme as instalações. Essas variações atendem a especificidade requisitada para cada instalação bem como dos objetivos da manutenção, natureza da instalação ou do equipamento a ser mantido e do ambiente de trabalho (RASTEGARI; SALONEN, 2015).

Destarte, Pintelon e Gelders (1992) afirmam que as abordagens de manutenção não estipulam qualquer política de manutenção explicitamente, mas há um possível impacto na política de manutenção por refletirem o ponto de vista da gestão na manutenção. Sob uma perspectiva de longo prazo, Tsang (1998) relata que a estratégia é definida como a abordagem, concepção e organização para alcançar o objetivo pretendido. Outra abordagem proposta por Marquez e Gupta (2006), define as estratégias de manutenção como um meio de transformar as prioridades de negócios em prioridades de manutenção. Waeyenbergh e Pintelon (2002) complementa que a estratégia de manutenção busca formar uma direção para alcançar os objetivos de manutenção com uma abordagem estruturada.

Nesse contexto, Salonen (2011) destaca que a manutenção industrial é um importante pilar financeiro que contribui para a competitividade quando estrategicamente gerenciado. As decisões de gerenciamento de manutenção de ativos como manutenção de equipamentos podem ser decisões estratégicas, de médio prazo (táticas) ou de curto prazo (operacionais) de longo prazo (estratégicas). Todas essas decisões permitem significativas contribuições para a formulação, seleção e implementação de estratégias de manutenção (VELMURUGAN; DHINGRA, 2015).

Ao considerar em um sentido amplo, a estratégia da manutenção possui o desafio de atuar no contexto decisório pertinente as atividades relacionadas a disponibilidade, confiabilidade e capacidade de execução sob determinado padrão de qualidade em todos os

níveis da organização, à vista disso, os conceitos de gerenciamento de manutenção devem ser revisados sob as perspectivas de natureza operacional, tática e estratégica.

3.3.1 *Dimensões estratégicas da manutenção*

O processo de seleção da estratégia de manutenção adequada requer que as alternativas de estratégias sejam formuladas de forma clara, integrada e monitorada de forma holística, para isso, faz-se necessário analisar vários fatores, como os objetivos de manutenção, a natureza das instalações ou do equipamento a ser mantido, padrões de fluxo de trabalho e o ambiente de trabalho (WAEYENBERGH; PINTELON, 2002).

Ao considerar o modelo de sistema de manutenção *input-output*, a estratégia de manutenção objetiva equilibrar a utilização dos recursos para obter um retorno satisfatório frente ao investimento aplicado, nessa perspectiva, Tsang (2002) propôs quatro dimensões estratégicas:

- Opções de serviço: escolha entre a utilização da capacidade interna ou serviço terceirizado;
- Organização e estrutura do trabalho: define a função de manutenção e a forma como as atividades são estruturadas;
- Metodologia de manutenção: seleção de políticas de manutenção;
- Design de infraestrutura: sistema de suporte para manutenção.

3.3.2 *Medidas de desempenho*

O desempenho da função manutenção requer uma avaliação para identificar se os resultados alcançados são coerentes para o esperado em determinado período. Para isso, a estratégia de manutenção requer um diagnóstico que permita ajustes a fim de melhorar e manter o desempenho da função manutenção. Esse diagnóstico é possível através do desenvolvimento e implementação de uma estrutura de medição de desempenho de manutenção bem definida com indicadores capazes de medir elementos significativos. Outra perspectiva sobre o papel desses indicadores apresentada por TSANG (1998), concerne na influência comportamental desses indicadores quanto ao desempenho dos funcionários, considerando efeitos positivos e negativos a depender dos indicadores utilizados.

Diversas abordagens relacionadas a medição são propostas na literatura, como *benchmarking*, *Balanced Score Card* (BSC), fator de sucesso crítico e método de indicador de desempenho chave (KPI), etc. No entanto, alguns cuidados devem ser

considerados na escolha por indicadores que podem fornecer informações de baixa relevância, redundantes, interpretação complexa, não aplicáveis, dentre outros problemas.

Os indicadores-chave de desempenho (KPIs) apoiam cada objetivo por um conjunto de indicadores definidos contribuindo para cumprir os objetivos estratégicos (KANG *et al.*, 2016). Raza *et al.* (2016) afirmam que a utilização dos KPIs como instrumento de medição permite decisões mais embasadas e promovem a melhoria contínua no suporte de objetivos organizacionais por gerenciar e reunir informações relevantes no contexto da manutenção.

No entanto, existem inúmeros KPIs disponíveis e a escolha precisa considerar a relevância da informação obtida para os objetivos da organização, por isso, é importante que os KPIs estejam voltados para avaliar a função manutenção sob a perspectiva das dimensões estratégicas avaliando o desempenho relativo a um aspecto específico das operações ou do planejamento em um determinado período.

3.3.3 Terceirização

A potencial contribuição da função manutenção para o desempenho estratégico da organização requer que suas atividades atendam a requisitos súbitos ou programados. Para isso, é necessário assegurar o cumprimento do planejamento e execução da manutenção buscando evitar que consequências negativas impactem na organização. Assim, é importante direcionar ações bem planejadas e coerentes com as capacidades e prioridades requisitadas pela organização. No entanto, a preocupação com atividades que não assumem caráter essencial para a organização pode interferir no foco da gestão das atividades principais, também incorrendo em consequências para indesejáveis para o desempenho estratégico.

Clemons e Hitt (1997) afirmam que atividades que não possuem o caráter estratégico e/ou a empresa não possua competências e habilidades adequadas para realizá-las, são atividades passíveis de terceirizar, considerando que exista um fornecedor externo capaz de realizar estas atividades sob menor custo e de forma mais eficiente. (CAMPBELL, JOHN D; CAMPBELL, 1995; EMBLETON; WRIGHT, 2001; KREMIC; TUKEL; ROM, 2006) apresentaram em seus trabalhos diversos aspectos que representam a atratividade para terceirizar algumas atividades:

- Custos menores;
- Não manter especialistas internos;
- Melhoria dos processos;
- Maior foco nas atividades principais;
- Transferência de alguns dos riscos para o agente externo;

- A organização não se limita às suas próprias capacidades;
- Os contratantes podem ter equipamentos mais especializados para a realização do serviço;
- Os contratantes podem ter práticas de qualidade superior aos fornecedores internos;
- A terceirização pode proporcionar à organização maior flexibilidade, especialmente na manutenção de novas tecnologias em rápido desenvolvimento;
- Maior produtividade pode ser alcançada com funcionários dos fornecedores;
- Oportunidade de atualizar habilidades do pessoal interno devido a exposição aos especialistas externos;
- Menor imobilização de capital;
- Acesso a habilidades e talentos

Além destas, os recursos internos são direcionados para as competências essenciais da empresa, caracterizadas por representarem uma habilidade que geralmente é compartilhada por todos os departamentos e complexa para ser definida de forma clara, inviabilizando a terceirização por não possuir uma estruturação precisa de suas atividades.

3.4 Value Focused Thinking (VFT)

O *Value Focused Thinking* (VFT) é definido como o processo que busca a identificação dos valores a serem utilizados pelo decisor como norteador do processo geral de decisão (KEENEY, 1992). O método possui uma abordagem para tomada de decisão diferente das convencionais por não se concentrar nas alternativas. Keeney (1992) afirma que um problema de decisão deve ser visto como uma oportunidade de decisão. Essa abordagem propõe ao decisor a busca por uma forma de satisfazer seus objetivos no problema de decisão ao invés de um posicionamento defensivo comparando as alternativas existentes e avaliando as consequências menos indesejáveis. Nesse cenário, a abordagem VFT é um caminho para identificar situações desejáveis de decisão e então coletar os benefícios destas situações para resolvê-las. Alencar *et al.* (2011) afirmam que o método é uma maneira de direcionar um recurso crítico conduzindo a melhores decisões. Keeney (1992) apresenta o VFT como um método que busca primeiro decidir o que se deseja e em seguida descobrir como alcançá-lo.

O método se estende aos objetivos relevantes dos tomadores de decisão por incluir objetivos que ainda não foram reconhecidos concentrando-se na necessidade de pensar sobre valores e objetivos, convertendo um problema de decisão multiobjectivo com aspectos qualitativos em uma hierarquia quantitativa descritiva de valor. Assim, o valor assume uma

significação de propósitos, desejos e/ou fins no sentido de atender ao que se pretende ser alcançado através da decisão, essa situação é percebida como oportunidade de decisão onde é realizado um processo criativo de elaboração de alternativas com base nas necessidades e aspirações do decisor (DE ALMEIDA, ADIEL TEIXEIRA, 2013).

A adoção de valores melhora o processo de tomada de decisão, no qual três aspectos caracterizam os objetivos: o contexto da decisão (atividade a ser alcançada); um objeto (meta do objetivo a ser alcançada); uma direção de preferência (DE ALMEIDA *et al.*, 2015). Keeney (1992) apresenta os valores como princípios a serem utilizados para a avaliação, destes os que requerem maior preocupação são explicitados pela identificação de objetivos. E relação a estruturação dos objetivos, Keeney (1996) destaca a importância em distinguir os objetivos e estabelecer suas relações, analisando os propósitos de cada um, sendo definidos em:

- Objetivos Fundamentais: são caracterizados pela relação com os fins valorizados pelos decisores em um contexto de decisão específico ;
- Objetivos Meios: representam as implicações necessárias para que outro objetivo seja alcançado Keeney (1992);
- Objetivos Estratégicos: são objetivos fundamentais para decisões estratégicas, ou seja, a classe mais ampla de decisões que enfrenta uma organização (KEENEY, 1996).

Algumas contribuições obtidas pela utilização da abordagem VFT na análise de decisão são apresentadas por Alencar *et al.* (2011) que destacam a criação de alternativas pensadas a partir dos valores, identificação de objetivos não conhecidos, oportunidades de decisão, facilita as decisões, melhora a comunicação, dentre outras. Os passos propostos por Keeney (1992) para implantação da abordagem VFT em problemas de decisão são: identificação dos objetivos; estruturação dos objetivos; construção da rede de objetivos fundamentais-meio e análise dos objetivos.

3.4.1 *Identificação dos objetivos*

Em problemas de decisão complexos os decisores nem sempre possuem objetivos bem definidos ou uma percepção clara do processo decisório, portanto é necessária uma discussão inicial para a obtenção de informações para entendimento do contexto de decisão e/ou dos objetivos. Os atores envolvidos nessa fase devem ser pessoas conhecedoras da situação tais como decisores e *stakeholders*. Keeney (1992) aponta algumas técnicas que podem auxiliar na identificação dos possíveis objetivos, dentre elas: lista de desejos, problemas e deficiências, consequências, alternativas e objetivos genéricos.

3.4.2 *Estruturação dos objetivos*

Após a coleta da lista de objetivos, esta etapa verificar por redundância dos objetivos listados e distingue os objetivos fundamentais dos objetivos dos meios. Este procedimento consiste no questionamento da importância para cada objetivo, conforme resposta coletada é possível definir o objetivo como fundamental caso o objetivo seja uma das razões essenciais de interesse da situação e seja reconhecido como fundamental para a tomada de decisões, outra possível resposta é que o objetivo é importante por sua implicação sobre algum outro objetivo, a este denominamos objetivo meio.

3.4.3 *Rede de objetivos fundamentais-meios*

Esta etapa contempla a análise da relação existente entre os objetivos meios e os objetivos fundamentais. A partir disso, é possível construir uma árvore que segundo Kirkwood (1997) oferece uma estrutura e visão para o processo de decisão. Os objetivos meios, também conhecidos como valores são posicionados conforme hierarquia de valor identificada abaixo do objetivo fundamental, desse modo, essa composição estabelece os pilares do VFT de análise de decisão que oferece estrutura e visão para o processo de decisão. O próprio autor ainda afirma que as hierarquias de valor buscam as propriedades de integralidade ou completeza, não redundância, independência, operacionalidade e tamanho pequeno.

3.4.4 *Analisar os objetivos*

Por fim, os objetivos são analisados para a identificação de oportunidades de decisão, que se deve iniciar com os objetivos fundamentais que indicam o que realmente se quer com o problema; depois, segue-se com processos de raciocínio lógico para identificar os mecanismos com que os objetivos fundamentais serão alcançados; finalmente, para cada mecanismo, são criadas alternativas ou classes de alternativas perguntando-se que controle se tem em cada mecanismo.

3.4.5 *VFT e definição das estratégias de manutenção*

A estratégia apesar de refletir o ponto de vista da gestão quanto a decisão por uma política de manutenção, suas abordagens não estipulam uma política (PINTELON, L.M.; GELDERS, 1992). Waeyenbergh e Pintelon (2002), destacam o papel de uma abordagem holística na definição da estratégia, e da importância em utilizar uma estrutura flexível que permita ajustes diante de variações provenientes de mudanças no mercado.

O processo de formulação de uma estratégia de manutenção requer a compreensão do perfil de atuação da organização bem como sua relação com o mercado, para isso, a participação dos *stakeholders* e tomadores de decisão é fundamental na formulação da

estratégia de manutenção, uma vez que a estratégia de manutenção fomenta uma direção de como realizar os objetivos de manutenção sob uma abordagem estruturada (WAEYENBERGH; PINTELON, 2002). Nesse contexto, a estratégia será concebida a partir das perspectivas dos envolvidos no processo decisório, definindo ações necessárias conforme as necessidades apresentadas, buscando alcançar os objetivos de negócio por meio dos objetivos de manutenção.

Assim, para representar de forma satisfatória a definição do objetivo estratégico, este trabalho necessita de um modelo que estruture os problemas, e possa trazer à luz do decisor o entendimento sobre as limitações e requisitos necessários para alcançar ao objetivo pretendido. Portanto, a abordagem VFT é adequada por utilizar o processo de identificação dos valores do decisor como um norteador no processo de decisão, acresce-se que o método permite fornecer de maneira lógica e consistente a identificação das relações entre os objetivos.

Quanto a abordagem, o método se estende aos objetivos relevantes dos tomadores de decisão incluindo objetivos que ainda não foram reconhecidos, destacando o papel da identificação dos objetivos do decisor em um problema de decisão considerada mais relevante quanto a comparação das alternativas conhecidas para a solução do problema. Desse modo, a aplicação permite que o foco seja na forma como as alternativas são estabelecidas, destacando a necessidade de pensar sobre valores e objetivos.

Keeney (1992) apresenta os valores como princípios a serem utilizados para a avaliação, destes os que requerem maior preocupação são explicitados pela identificação de objetivos. O autor define objetivo como uma explanação de algo que há uma pretensão em se alcançar, caracterizado por três características: contexto de decisão (atividade a ser contemplada), um objeto (meta do objetivo a ser alcançada) e uma direção de preferência.

Os objetivos podem ser classificados na percepção do próprio autor em duas classes: objetivos fundamentais e objetivos meios. Os objetivos fundamentais são caracterizados pela relação com os fins valorizados pelos decisores em um contexto de decisão específico, representando os métodos para alcançar esses fins. Quanto aos objetivos meios representam o meio para alcançar os objetivos fundamentais.

3.5 Instrumento de pesquisa na manutenção

O questionário vem sendo comumente aplicado em contextos de manutenção em busca de identificar características, deficiências e oportunidades de melhoria na gestão da manutenção em diferentes tipos de indústrias e em áreas distintas. Cholasuke *et al.* (2004) desenvolveram uma pesquisa-piloto em empresas de manufatura do Reino Unido sobre o

status da gestão da manutenção, objetivando identificar o papel que a manutenção exerce como suporte das atividades de manufatura apesar de não alcançar o apoio efetivo da gestão da manutenção devido as empresas não atingirem um aceitável nível de desempenho no setor. Alsyouf (2009) investigou as práticas de manutenção utilizadas nas indústrias Suecas revelando que o papel da manutenção não é altamente reconhecido, necessitando de mais investimentos.

Carnero (2012) avaliou indústrias de pequeno e médio porte em uma região da Espanha quanto a utilização e características necessárias para implementação da manutenção sob condição. Holgeid *et al.* (2000) apresentaram uma investigação realizada com empresas norueguesas na área de desenvolvimento de software e manutenção. Kans eWilliamsson (2010) desenvolveram um estudo para investigar as práticas em tecnologia da informação na manutenção em indústrias suecas identificando que há uma baixa intensidade no uso das práticas para encontrar soluções caracterizando uma resistência quanto a destinar investimentos em manutenção.

Jonsson e Patrik (1997) analisaram o status da gestão da manutenção em empresas de manufatura da Suécia, como resultado, tem-se que um terço das empresas consideram a manutenção como um setor de pouca importância, representando um grande obstáculo para proporcionar aprendizagem e buscar por melhorias contínuas. Pintelon e Puyvelde (1997) investigaram estratégias de manutenção em indústrias petroquímica, química, centro de pesquisa e farmacêutica e verificaram a importância dos sistemas de avaliação de desempenho para gestão da manutenção e a diferença entre as percepções de desempenho em manutenção para diferentes níveis hierárquicos. No Brasil, especificamente na região metropolitana da cidade do Recife, Reis *et al.* (2013) investigaram as práticas de gerenciamento da manutenção em indústrias de médio e grande porte em diversos ramos de atividade revelando deficiências na manutenção e a ampla utilização da experiência gerencial como ferramenta de análise.

4 CONCEITUAÇÃO DO FRAMEWORK PROPOSTO

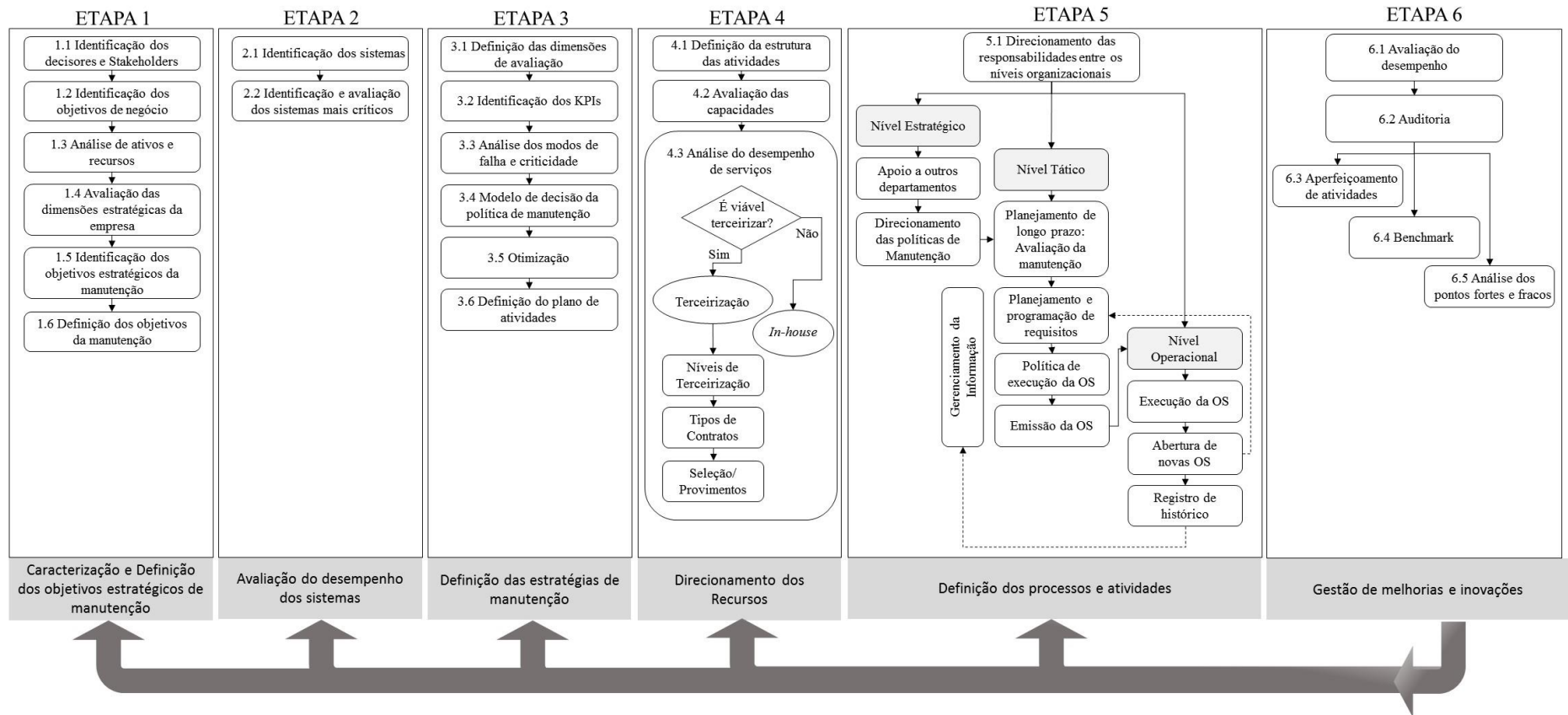
O *framework* desenvolvido neste estudo trata-se de um modelo genérico desenvolvido para apoiar o processo de gestão da manutenção em indústrias de confecção que necessitem de suporte à tomada de decisão para melhorar as práticas de gerenciamento de manutenção. A estrutura é composta por seis etapas e utiliza o processo “*closed-loop*” com uma racionalidade recursiva.

O framework proposto diferencia-se dos modelos clássicos de gestão da manutenção por ser desenvolvido a partir de uma representação adequada do contexto decisório explorando os principais aspectos do cenário de decisão com o envolvimento dos responsáveis, abordagem multidimensional e avaliação dos recursos. O resultado esperado trata-se de uma estrutura de gestão que apoie a função manutenção a alcançar os objetivos de negócio da organização.

A estrutura proposta permite compreender as relações complexas existentes no contexto decisório, facilitando a observação das interações entre aspectos essenciais para o desempenho da função manutenção, apoiando a definição da estratégia de manutenção, estruturando a forma de obtenção dos objetivos, além de direcionar esforços para melhorar a contribuição da função manutenção para alcançar os objetivos de negócio. Para isso, a estrutura contempla a caracterização do contexto decisório; envolvimento dos gestores e stakeholders; multidimensionalidade; análise de decisão; dimensões estratégicas; desenvolvimento de estratégias; direcionamento de recursos e aplicação de ferramentas consolidadas na manutenção.

O modelo requer o suporte de métodos de apoio a decisão multicritério em algumas etapas do processo para estruturar de forma adequada o problema e incorporar ao modelo de gestão a estrutura de preferência do tomador de decisão. A estrutura do modelo apresenta uma racionalidade progressiva que permite seu desenvolvimento conforme a sequência das etapas, obtendo informações de forma antecipada ou no momento que são requisitadas, além da recursividade presente que permite a retroalimentação de informações conforme a necessidade de ajustes. A estrutura geral do *framework* desenvolvido é representada conforme Figura 3.

Figura 3 - Framework de Gestão da Manutenção



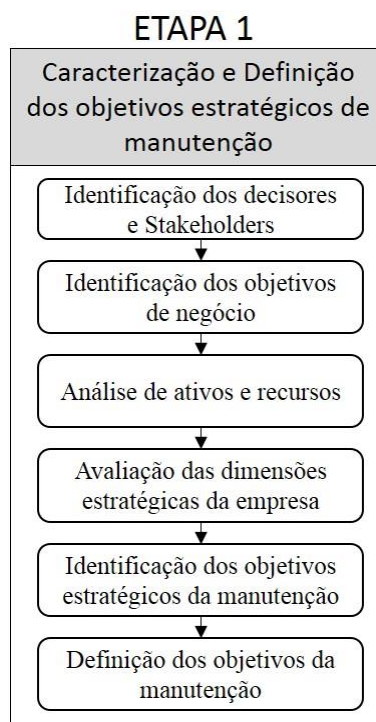
Fonte: O Autor (2018)

O framework proposto pode ser aplicado em outras áreas, no entanto, alguns ajustes se fazem necessários quanto a Etapa 1 no que concerne ao questionário e o guia de entrevistas. Estes ajustes devem permitir que seja obtida uma representação satisfatória do contexto da manutenção identificando aspectos importantes da função produção, função manutenção e sobre o perfil estratégico da empresa.

4.1.1 Etapa 1 – Caracterização e definição dos objetivos estratégicos de manutenção

Esta etapa é responsável por definir o escopo da função manutenção, caracterizando seu papel na empresa, além de identificar os fatores que afetam de forma direta e/ou indireta o desempenho dos objetivos estratégicos da empresa, esta etapa segue conforme apresentado na Figura 4. Waeyenbergh e Pintelon (2009) destacam que uma definição de manutenção bem-sucedida deve ser adaptada às necessidades da empresa considerando todos os fatores relevantes. Esses fatores são relevantes para impulsionar a função manutenção para atingir os objetivos estratégicos, desse modo algumas características como o tipo de arranjo produtivo, racionalidade de programação da produção (empurrada ou puxada), temporada de vendas e sistema de produção devem ser considerados.

Figura 4 - Etapa de caracterização da manutenção e definição de objetivos



Fonte: O Autor (2018)

Inicia-se com a identificação dos decisores e stakeholders, que segundo Campell (1995), suas necessidades e desejos devem ser considerados para definir os objetivos de negócio. Al-Turki (2011) afirma que o envolvimento desses atores é essencial na identificação dos objetivos e na avaliação da situação atual.

Desta forma, a identificação desses atores é importante devido a relevante contribuição para a caracterização do contexto decisório, permitindo agregar suas preferências e explorar suas perspectivas quanto aos resultados a serem alcançados, espaço de tempo necessário e definição da função manutenção.

Tsang (1998) afirma que os stakeholders incluem pessoas essenciais nas unidades operacionais da manutenção, gerenciamento sênior e aqueles que recebem os serviços finais prestados pela manutenção (clientes internos). Sob a perspectiva da função manutenção é possível identificar o decisor, sendo o responsável com envolvimento direto ou indireto no processo de decisão em questões relacionadas a manutenção.

Posteriormente, a identificação dos objetivos de negócio revela os principais aspectos direcionadores do negócio, e aprecia as necessidades e desejos dos decisores e stakeholders (BOUCLY, 1998b; CAMPBELL, J D, 1995; LOSKA, 2015). Os objetivos de negócios podem ser identificados através da coleta de informações por questionamentos simples direcionados aos gestores em busca de aspectos e/ou resultados esperados que contribuam para a competitividade da empresa e seu papel diante dos consumidores e/ou sociedade. Para a abordagem em indústrias de confecção algumas características como a sazonalidade de produtos, direcionamento de capacidade produtiva para terceiros, sistema de produção misto (sob encomenda x bateladas) e racionalidade da programação da produção (empurrada ou puxada) são relevantes para o planejamento das ações de manutenção devido as distintas necessidades conforme o perfil identificado.

O próximo passo desta etapa contempla a análise dos ativos e recursos. Esta análise implica em avaliar todas as questões internas e externas relacionadas a manutenção. Para isso, é necessário um instrumento de pesquisa adequado.

Conforme a complexidade e variedade das dimensões a serem analisadas neste estudo, o questionário foi selecionado por atender de forma adequada a necessidade de uma ferramenta de coleta de dados para identificar as características do ambiente, equipamentos, áreas de gestão e suas atribuições. Este método baseia-se na coleta de informações realizada diretamente com as pessoas envolvidas com a área objeto de estudo a respeito de suas ideias, planos, crenças, fundo social, educacional e financeiro (TURRIONI; MELLO, 2012).

Portanto, é possível coletar informações quanto a configuração atual da manutenção, ambiente de ativos, recursos e limitações, promovendo uma avaliação sob a perspectiva *input-output* para analisar a utilização de recursos e desempenho.

A elaboração do questionário segue a abordagem proposta por Al-Turki (2011) que considera as abordagens interna e externa na análise da situação atual. No tocante aos aspectos internos, destaca-se aspectos relacionados a tendências, práticas atuais, tecnologias disponíveis, relação com outras funções, estratégias, políticas e práticas de manutenção. Quanto as questões externas destaque é dado ao desempenho e as práticas dos concorrentes, tecnologias emergentes, regras e regulamentações governamentais, estratégias e abordagens de manutenção emergentes.

A avaliação das dimensões estratégicas permite melhor entendimento de como cada uma das dimensões podem ser tratadas no contexto de avaliação da manutenção, sob um olhar unidimensional. De acordo com a Tsang (2002), foi possível relacionar quatro dimensões estratégicas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios de avaliação das dimensões estratégicas

Dimensões Estratégicas	Itens avaliados
Opções de entrega de Serviços	Capacidade do provedor de serviços de manutenção Volume e variedade de trabalho Instalações e experiência especializadas Terceirização
Organização e estruturação do trabalho	Locação da força de trabalho Instalações especializadas Força de trabalho especializada
Metodologia de manutenção	Política de manutenção
Design de infraestrutura	Participação e autonomia Hierarquia e comunicação Ensino e treinamento Recompensa e reconhecimento Medição de desempenho Sistemas de gerenciamento de informação

Fonte: O Autor (2018)

A identificação dos objetivos estratégicos é importante para definir a forma de como a função manutenção deve apoiar a realização dos objetivos corporativos utilizando um conjunto adequado de políticas e recursos. Porter (2008) destaca que os objetivos estratégicos podem ser alcançados de diferentes formas e que grande maioria das empresas obtém melhor rentabilidade e maior participação do mercado ao alcançar esses objetivos estratégicos.

Esta atividade requer uma estrutura robusta que compreenda o contexto e proporcione a tradução dos objetivos de negócio em objetivos de manutenção da melhor forma. O método VFT (*Value Focused Thinking*) atende a esses requisitos por contribuir com uma proposta clara de objetivos, estes são vistos em uma estrutura hierárquica, incluindo objetivos estratégicos, objetivos fundamentais e objetivos de meios (KEENEY, 1992).

Para isso, faz-se necessário compreender quais valores são essenciais para os decisores lidarem com a gestão da manutenção, permitindo sua exploração e análise para criar possíveis ações para a função manutenção alcançar seus objetivos de forma estruturada.

4.1.2 *Etapa 2 – Avaliação de desempenho dos sistemas*

Avaliação das atividades de manutenção identifica e explora os recursos em termos quantitativos ou qualitativos, buscando identificar demandas, limitações e mensurar a capacidade disponível, registrando informações possibilitando a realização de análises sobre o sistema.

Ao lidar com sistemas complexos, a implementação de um sistema de produção requer um tratamento especial que auxilie na redução da complexidade do planejamento, para isso, a identificação dos sistemas mais importantes permite definir criticidades e prioridades para selecionar um sistema conforme aspectos que atendam aos requisitos de preferência estabelecidos pelo decisor.

Waeyenbergh e Pintelon (2002) propõe alguns aspectos a serem considerados para identificar a importância dos sistemas, tais como: sistema gargalo; custo de reparo (homens/hora, material); possibilidade de danos secundários; complexidade do sistema; redundância; consequências da falha para a segurança e/ou ambiente; facilidade de detecção da falha; e, perda de produção.

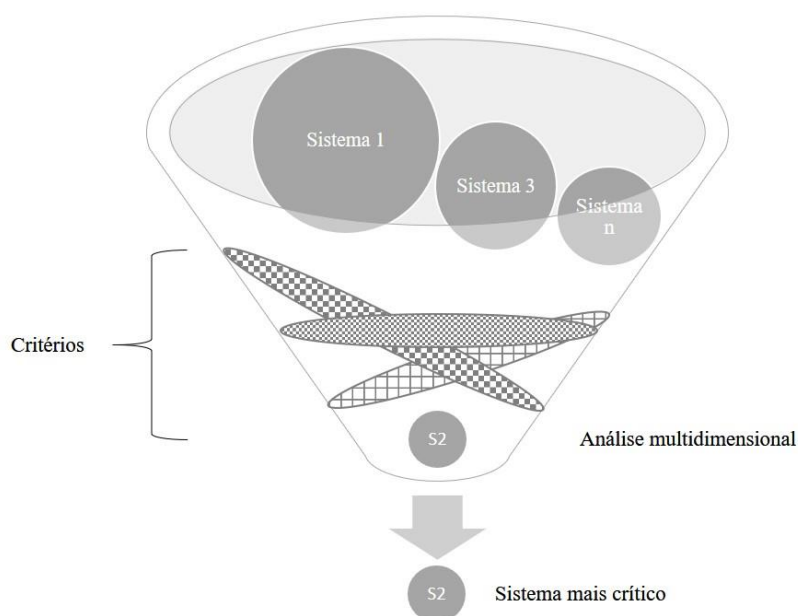
A visão geral sobre esse método de identificação é representada na Figura 5 onde diante dos diversos sistemas existentes na produção faz-se necessário uma análise que consiga analisar os vários critérios identificados na Etapa 1, se concentrando em dimensões relevantes para o decisor permitindo a identificação dos sistemas mais importantes através do desempenho e representatividade dos mesmos.

A execução dessa atividade deve utilizar as competências dos responsáveis pela manutenção, através da aplicação de questionários sobre o impacto da falha considerando diferentes aspectos, conforme mencionado anteriormente. No entanto, lidar com aspectos qualitativos e quantitativos, bem como suas respectivas relações e níveis de medidas podem tornar desafiador a identificação da importância desses sistemas. Para isso, a metodologia de

Apoio a Decisão Multicritério (em inglês, definido como *Multi-Criteria Decision Making - MCDM*) pode ser utilizada para auxiliar a análise do decisor em um cenário complexo devido a sua multidimensionalidade e subjetividade.

Definidos sistemas mais importantes, neste momento serão analisadas as ocorrências de problemas nesses sistemas que podem comprometer os resultados esperados. Diante da seleção dos sistemas mais importantes, por vezes, o direcionamento de atividades de manutenção permanece como desafiador devido a quantidade de ocorrências e suas respectivas consequências que precisam ser resolvidas, mas nem todos os problemas têm o mesmo nível de impacto ou importância.

Figura 5 - Representação multidimensional da seleção dos sistemas mais importantes



Fonte: O Autor (2018)

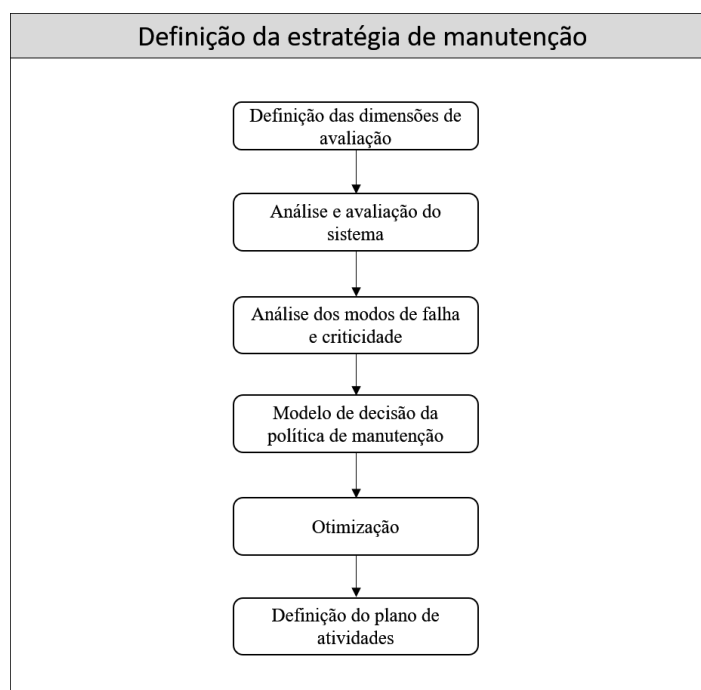
Nesse contexto, um dos métodos de decisão amplamente utilizado e de implementação simplificada trata-se da análise de Pareto, sua metodologia é aplicada para determinar quais tarefas possuem maior impacto permitindo a compreensão de quais problemas precisam ser resolvidos prioritariamente. Assim, a análise dos sistemas mais críticos utiliza dessa abordagem para apoiar o planejamento dos recursos direcionando ações de manutenção. O objetivo de execução consiste em eliminar uma menor quantidade de problemas dado em número de ocorrências, mas que representam grande parcela das perdas, obtendo uma redução de aproximadamente 80% das perdas associadas. Em seguida, outras as ações de manutenção

podem ser realizadas para eliminar outras causas que possam pouca contribuição para os principais problemas.

4.1.3 Etapa 3 – Definição das estratégias de manutenção

As mudanças no ambiente de negócios comprovam que a manutenção requer uma abordagem multidisciplinar não se limitando a uma perspectiva relacionada ao contexto operacional que trata apenas da falha do equipamento e suas consequências (DUFFUAA, SALIH O.; BEN-DAYA, 2009). Assim, o atual envolvimento da gestão da manutenção com o planejamento estratégico da organização tem incrementado mudanças no seu papel requerendo uma estratégia que não apenas desenvolva um plano de atividades, mas que integre os objetivos e as políticas de uma organização. Desse modo, o desenvolvimento de estratégias de manutenção requer uma estrutura sólida e operacional que assegure satisfatório desempenho frente as dimensões estratégicas de negócios. Essa etapa segue estruturada conforme os passos apresentados pela Figura 6.

Figura 6 - Etapa de definição da estratégia de manutenção



Fonte: O Autor (2018)

Os objetivos e a estratégia da manutenção compõe um dos mais importantes componentes do *framework* de gestão (JONSSONV; PATRIK, 1997). Wilson (2002) destaca

a importância de alinhar os objetivos de negócio com a estratégia e objetivos de manutenção. A principal contribuição da estratégia de manutenção é apresentar de forma clara a direção entre as atividades e seus respectivos resultados para atingir aos objetivos estratégicos (RASTEGARI; SALONEN, 2015). Essa etapa desenvolve um plano estratégico de manutenção, possibilitando que as ações de manutenção alcancem os objetivos previamente definidos e mantenha uma estrutura robusta e operacional que assegure o desempenho esperado.

Portanto, a formulação das estratégias de manutenção iniciará com a utilização dos objetivos de negócio e estratégicos da manutenção, obtidos na Etapa 1. Esta análise assiste ao procedimento de relacionar os objetivos estratégicos e de manutenção com as dimensões estratégicas. Esta relação apoia as organizações a alcançarem sucesso em seus negócios (TSANG, 2002). A abordagem proposta consiste em classificar os objetivos de manutenção conforme afinidade com as dimensões estratégicas, apresentadas na seção 3.3.1, a fim de agrupá-los conforme características comuns para possibilitar uma análise adequada do desempenho.

Após a classificação, o próximo passo trata-se da identificação dos KPI's (*Key Performance Indicators*) relevantes para avaliar a contribuição das atividades de manutenção para alcançar os objetivos estratégicos. O rastreamento do desempenho das operações manutenção é um aspecto chave para assegurar os resultados esperados por viabilizar a antecipação sobre problemas e oportunidades para realizar ajustes necessários conforme o desempenho diagnosticado. Além de contribuir com informações indispensáveis para propor melhorias na atuação em cada dimensão. Os indicadores são definidos para avaliar o desempenho relativo a um aspecto específico das operações ou do planejamento em um determinado período. Estes números resultantes são então colocados em uma "escala" para avaliar esse desempenho.

A atividade consecutiva dessa etapa, identifica dentre os sistemas mais importantes identificados na Etapa 2, quais os modos de falhas apresentam maior criticidade para isso a análise pode ser conduzida seguindo as etapas do FMEA apresentadas na seção 3.2.1. de Almeida *et al.* (2015) afirmam que a política de manutenção reflete os objetivos estratégicos da empresa e trata-se do processo de coordenação das atividades de manutenção com as características particulares de cada sistema considerando os objetivos desejados pelos decisores.

De acordo com Marquez (2007), a implementação do planejamento de manutenção na prática leva ao estabelecimento de políticas de manutenção. Com o objetivo de propor uma

estrutura de apoio quanto ao direcionamento das políticas de manutenção uma árvore de decisões é ilustrada na Figura 7, baseada na MCC. A árvore de decisão para política de manutenção proposta analisa por componente aspectos importantes para escolha da política mais adequada para cada modo de falha identificado a partir da análise de falhas. A análise é iniciada a partir da criticidade do componente para o sistema em que atua, caso seja elevada segue para a análise do comportamento da taxa de falha e em seguida sobre o desgaste, por outro lado, a criticidade sendo considerada baixa será investigada a presença de falhas ocultas.

O procedimento de escolha da política de manutenção tem como base a estrutura proposta na metodologia da MCC, que segundo fatores propostos na MCC verificando a efetividade técnica nas ações de substituição ou busca por falha ou restauração, em seguida é proposto uma análise quanto a viabilidade multidimensional considerando outros critérios advindos do contexto do componente, a exemplo, obsolescência da tecnologia, consequências ambientais, segurança, dentre outras. As políticas foram categorizadas conforme abordagem proposta na MCC conforme sua racionalidade de ação percebida no plano proativo ou no plano padrão.

Após a decisão sobre a política de manutenção a ser implementada para cada componente, é importante identificar oportunidades de melhorias tanto no planejamento como na execução da mesma para obter melhor eficiência e eficácia. As abordagens para otimização divergem conforme objetivos e contexto de aplicação, sobre as políticas então definidas. Waeyebergh e Pintelon (2002) apresentam que os parâmetros utilizados pelas políticas devem ser otimizados.

Considerando o horizonte de tempo a ser analisado, diversos modelos são apresentados na literatura para otimizar o plano de manutenção buscando maior disponibilidade do sistema, maiores ciclos de vida dos equipamentos e ações de manutenção com menor interferência na produção. Em uma análise temporal, sob uma perspectiva de curto prazo, diversas abordagens podem ser utilizadas para otimizar o plano de manutenção mantendo o foco na alocação e controle de recursos, onde modelos de médio prazo atentam a programação das atividades, modelos de longo prazo se concentram no planejamento da capacidade de manutenção, fornecimento de peças sobressalentes e determinação do intervalo de tempo para as ações de manutenção (DUFFUAA, 2000). Considerando a relação custo e o output da manutenção, os investimentos em ações de manutenção devem ser justificados em razoável proporção. Assim, reforça-se a necessidade de revisar os parâmetros para obter a melhor relação.

Por fim, esta etapa finaliza a formulado das estratégias por meio da programação do plano de atividades a ser executado, para isso as ações de manutenção são direcionadas

conforme perfil estratégico pretendido pela organização. Essa estratégia envolve o procedimento completo de gerenciamento da manutenção que, segundo Kelly (2006), envolve a definição de objetivos de manutenção, cronograma de manutenção preventiva e a configuração da organização de manutenção.

As atividades são definidas para cada nível da estrutura organizacional constituída por uma estrutura composta por três níveis: estratégico sob enfoque da manutenção estratégica, tático, que aborda o planejamento e programação da manutenção e operacional relacionado a forma de execução da manutenção (MURTHY et al., 2002).

4.1.4 Etapa 4 –Direcionamento de recursos

Após a definição da estratégia (Etapa 3) e análise dos recursos (Etapa 1) é necessário analisar como os recursos disponíveis serão direcionados para alcançar os objetivos esperados.

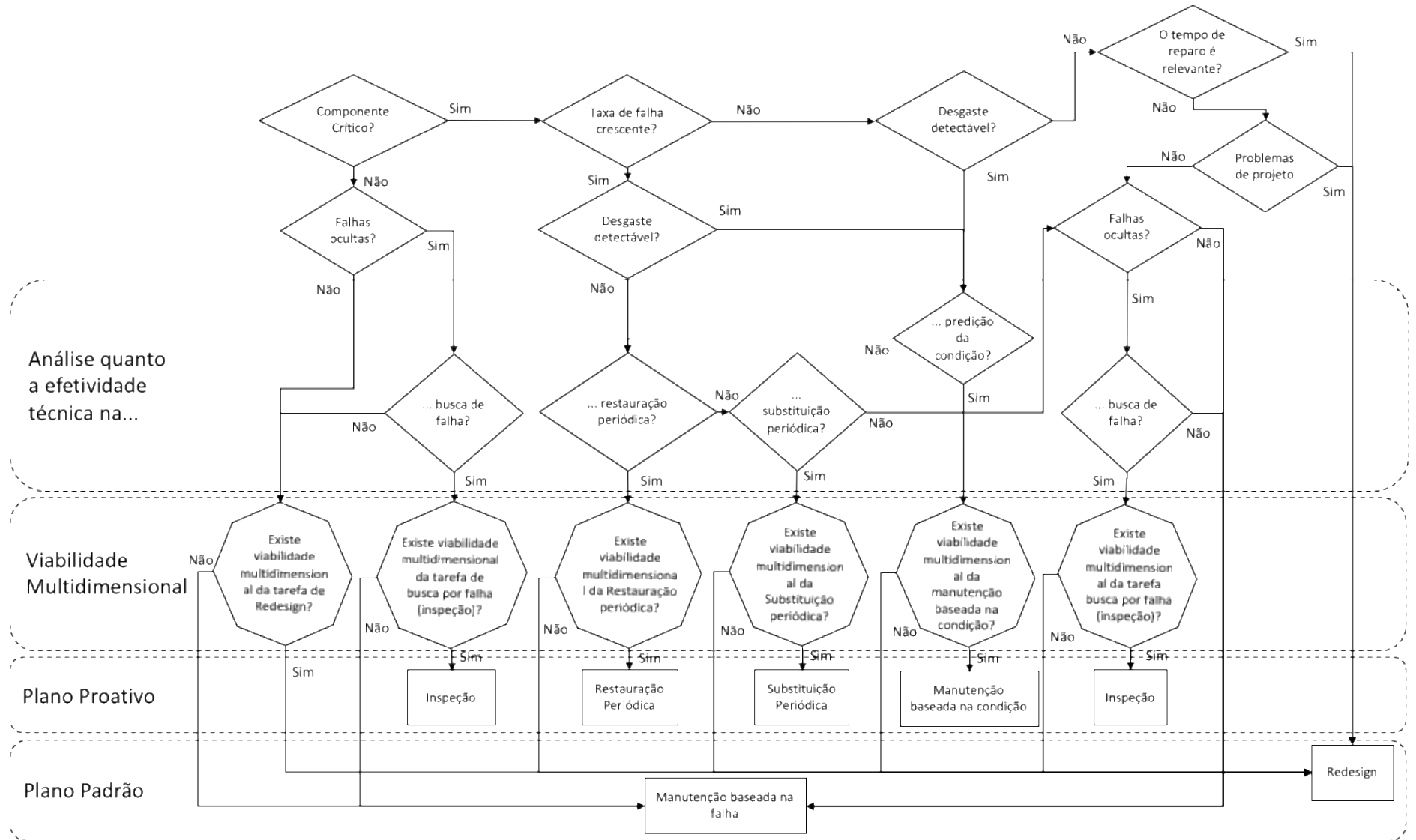
A etapa de direcionamento de recursos tem o propósito de alocar as atividades conforme seu valor estratégico considerando aspectos relevantes para sua execução, a exemplo, tipo de conhecimento, disponibilidade de recursos, custo, qualidade do serviço e controle.

Desse modo, essa etapa busca identificar as responsabilidades de planejamento e/ou execução das atividades de manutenção através de recursos internos com a manutenção *in-house* ou externos com a terceirização (*Outsourcing*). A decisão por quais recursos utilizar requer cuidados essenciais para que os benefícios de cada abordagem sejam explorados da forma mais adequada, para isso, a decisão requer um processo estruturado para avaliar a viabilidade do direcionamento das atividades em cada cenário. Logo, esta etapa é apresentada conforme estrutura apresentada na Figura 8.

O primeiro passo para o direcionamento de recursos considera a identificação das competências essenciais da empresa obtidas na Etapa 1, desse modo é possível verificar o valor estratégico das atividades. Em seguida, as atividades devem ser definidas conforme programação estabelecida pela estratégia, instruções quanto aos procedimentos a serem realizados, integração com os processos internos, bem como os resultados esperados.

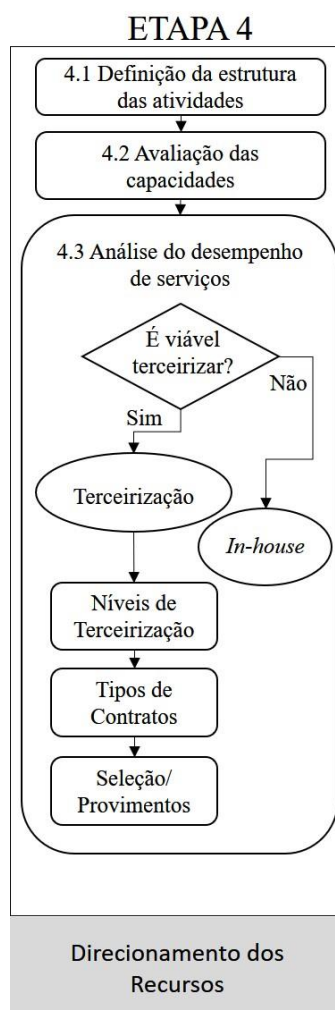
Definidas as atividades é importante obter uma compreensão clara sobre as capacidades da organização observando a qualidade, desempenho, alocação de recursos e programação necessários para que os resultados esperados sejam alcançados. A fundamentação necessária para esse passo é obtida com os passos 1.3, 1.4, 1.5 e 1.6 da Etapa 1.

Figura 7 - Árvore de decisão das políticas de manutenção



Fonte: O Autor (2018)

Figura 8 - Etapa 4: Direcionamento dos recursos



Fonte: O Autor (2018)

Com a estruturação das atividades bem definida faz-se necessário avaliar se de fato a terceirização pode ser considerada uma possível alternativa, para isso, é necessário avaliar o nível de prontidão da empresa, este deve ser avaliado com base em alguns requisitos que proporcionem a rentabilidade da terceirização como meio de obter vantagens estratégicas (CAMPBELL, JOHN D; CAMPBELL, 1995). Portanto, a avaliação consiste em considerar tanto as capacidades de um fornecimento interno como de um externo, analisando fatores chave de decisão.

Esses fatores podem seguir a proposta de categorização apresentada por Hassanain *et al.* (2015) que os agrupa conforme as respectivas contribuições: estratégica, gestão, tecnologia, financeira, qualidade e características da função como classificações para os fatores de decisão de terceirização para os serviços de manutenção. A depender do contexto analisado, os subitens desses grupos podem ser definidos.

Quanto a análise da viabilidade da terceirização, de Almeida (2006) afirma que as decisões de terceirização exigem muita atenção devido aos vários aspectos a serem considerados por um decisor. de Almeida *et al.* (2010) complementa que muitas vezes o processo de seleção de empresas de serviços de manutenção apresenta conflitos entre os critérios de avaliação, além de um desempenho incerto e conflitivo das alternativas contratuais sobre esses critérios.

Quanto aos níveis de terceirização, Embleton e Wright (2001) a segmentou em três diferentes níveis: tático, estratégico e transformacional.

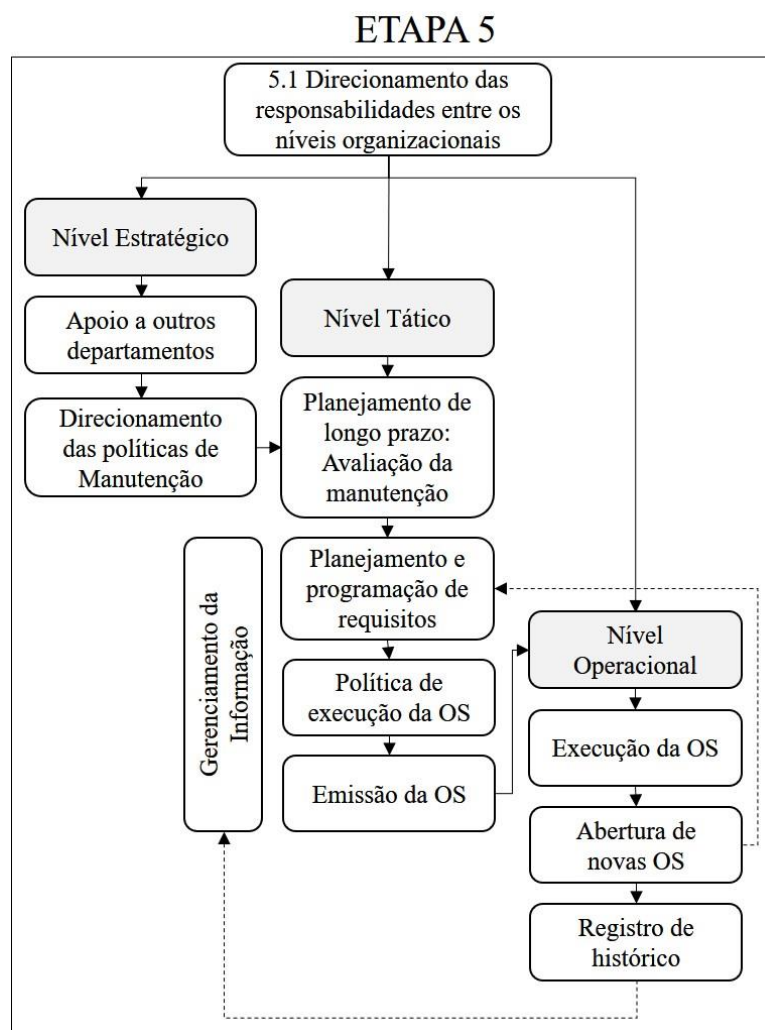
- Terceirização tático: foca em construir o contrato certo e opta por fornecedores que adotem esse contrato.
- Modelo estratégico de terceirização: firma forte parceria de longo prazo, estabelecendo uma relação segura entre fornecedor e empresa terceirizando uma determinada função que é de caráter essencial.
- Terceirização tecnológica: refere-se a terceirizar o que a empresa não conduz da melhor forma, podendo inclusive incluir os negócios principais.

A seleção pelo tipo de contrato requer atenção especial devido à complexidade envolvida ao considerar múltiplos critérios por vezes conflitantes. O contrato de terceirização é assumido como tendo variáveis básicas relacionadas a múltiplos objetivos (DE ALMEIDA, ADIEL T., 2006). Desse modo, o preço e prazo do contrato não são aspectos suficientes para avaliá-los. No entanto, sob uma abordagem MCDM é possível modelar essas decisões em um único problema de decisão considerando todas as combinações de contratos e fornecedores disponíveis como alternativas, incluindo a manutenção interna caso a empresa seja capaz.

4.1.5 *Etapa 5 – Definição dos processos e atividades de manutenção*

Esta etapa é responsável por definir a estrutura da gestão da manutenção para toda a organização, esta deve ser alinhada com as atividades de negócio nos níveis estratégico, tático e operacional (MARQUEZ; GUPTA, 2006). Assim, as responsabilidades serão direcionadas a diferentes níveis que exercem diferentes papéis de gerenciamento em cada cenário específico. Desse modo, a estrutura apresentada na Figura 9 ilustra a definição dos processos e atividades para os níveis organizacionais.

Figura 9 - Definição dos processos e atividades



Fonte: O Autor (2018)

As ações direcionadas ao nível estratégico são responsáveis por direcionar as prioridades de negócio em prioridades de manutenção (GOPALAKRISHNAN; RUZZENE; HANAGUD, 2011). As estratégias de médio e longo prazo são definidas para resolver “gaps” existentes e potenciais que afetem o desempenho da manutenção. Utilizando a análise de criticidade obtida pela aplicação do FMEA é possível definir metas críticas nas operações atuais, isto permite a transformação das prioridades de negócios em prioridades de manutenção. Logo, neste nível a gestão da manutenção desenvolveria um conjunto de ações estratégicas para abordar questões específicas para os itens críticos.

O apoio a outros departamentos é obtido por meio do compartilhamento de interesses e informações que viabiliza uma atuação integrada. Assim, a manutenção além de apoiar sob a perspectiva de manter os recursos em condições e sob o desempenho esperado de uso, também suporta no alcance de objetivos com a forma planejada de atuação, isto é possível devido ao

alinhamento com os objetivos estratégicos. Com base nas ações estratégicas são estabelecidos os princípios que norteiam as políticas de manutenção, estabelecendo para cada cenário o objetivo a ser buscado em relação ao desempenho da política.

Quanto as ações de nível tático, estas desenvolvem o planejamento e programação detalhada das atividades e dos requisitos de manutenção. O planejamento de longo prazo é estabelecido a partir do direcionamento das políticas provenientes do nível estratégico, desse modo as políticas são estabelecidas bem como os instrumentos de avaliação necessários para o acompanhamento das atividades, como por exemplo os KPIs anteriormente definidos.

O planejamento e programação de requisitos é um processo que aborda a capacidade e recursos necessários para a execução das ações de manutenção, para isso é estabelecida a programação conforme prioridade dos sistemas, criticidade e disponibilidade de recursos. Este procedimento é importante para definir a alocação dos recursos para cumprir o plano de manutenção.

Em seguida, a política de execução da OS (ordem de serviço) é definida para instruir como a manutenção será realizada de modo que seja eficiente e eficaz sem afetar os demais processos em funcionamento. Por fim, conforme a programação definida, são emitidas as OS's para o nível operacional executá-las.

O nível operacional é responsável por executar as atividades de manutenção através da OS conforme programação e política estabelecidos, estas atividades são de caráter reativo. No entanto ao identificar falhas ou necessidades de reparos é necessário a abertura de novas OS's para executar a atividade necessária sob caráter corretivo. A este nível também cabe a responsabilidade pelo registro de todas as informações inerentes ao contexto.

Outro ponto importante concerne na definição de um gerenciamento da informação responsável por registrar e coletar dados, fomentando uma ferramenta de apoio para a comunicação entre os níveis da organização, fornece direcionamentos para execução de atividades e suporte para a atividade de controle, permitindo um acompanhamento das ações quanto ao atendimento dos objetivos propostos.

4.1.6 *Etapa 6 – Gestão de melhorias e inovações*

Esta fase tem por objetivo identificar oportunidades de melhorias e realizar ajustes em atividades redundantes e /ou sem contribuição estratégica. Para isso, é importante assegurar o gerenciamento de mudanças e a melhoria contínua. Dada a natureza dinâmica das questões relacionadas ao cenário de aplicação, pequenos ajustes periódicos podem ser feitos, cada

iteração proporcionará benefícios a serem direcionados em apoio a contribuição da função manutenção.

Uma avaliação de desempenho é indispensável para revisar continuamente as etapas do framework verificando se os objetivos e metas estabelecidos são alcançados, a partir disso realizar os ajustes necessários a fim de antecipar sobre problemas e oportunidades. Esta avaliação consiste em utilizar os KPI's propostos na Etapa 2 para acompanhar os resultados obtidos.

Nos casos em que identificar desempenhos abaixo do esperado não é suficiente para propor melhorias, faz necessário identificar suas causas, para isso, a abordagem de auditoria deve ser adotada com a finalidade de recomendar melhorias necessárias à manutenção (Aoudia; Belmokhtar; Zwingelstein, 2008). A auditoria pode ser caracterizada como um processo sistemático, independente e documentado de obtenção de comprovações e sua avaliação tem a finalidade de determinar a extensão do cumprimento dos critérios estabelecidos (Grencík; Legát, 2007).

Quanto ao procedimento, Aoudia *et al.* (2008) propuseram uma estrutura com três etapas para implementação da auditoria. A primeira consta da aplicação de um questionário para avaliar a eficácia da gestão da manutenção sobre os seguintes fatores: melhoria contínua; aspecto financeiro; recursos humanos; gestão da informação; função manutenção; organização; recursos; implementação da política; relação com exploração; gestão de sobressalentes; planejamento e programação das atividades e treinamento. Em seguida é realizada a coleta de dados para identificar os problemas existentes, para isso deve-se realizar entrevistas e aplicar um questionário que aborde questionamentos relevantes com base nos critérios apresentados anteriormente. Por fim, tem-se a análise dos resultados obtidos que apoia a definição de um plano de ação de melhorias.

O próximo passo consiste em identificar como as ações serão desenvolvidas e implementadas, para isso a depender da capacidade interna e do nível de aprofundamento do conhecimento pode ser necessário a utilização de algumas ferramentas como auxílio dessa etapa. O aperfeiçoamento de atividades trata-se de um procedimento aplicado em casos onde a ineficiência está associada a execução da atividade, requerendo ajustes no método de trabalho e/ou no equipamento, possivelmente faz-se necessário o *redesign*.

O *benchmarking* é focado na comparação de um processo e produto contra processos e produtos reconhecidos como os melhores com o objetivo de descobrir oportunidades de melhoria de qualidade. Pintelon (2013) definem benchmarking como "uma abordagem estruturada para aprender da prática de outros, internamente e/ou externamente, na qual uma

comparação pode ser realizada com líderes em um campo" Permite a determinação de objetivos de tarefas e prioridades na elaboração de planos que levem à vantagem competitiva no mercado.

A utilização do benchmarking permite que as empresas cresçam em suas funções de manutenção, aprendendo com o sucesso de outras organizações e beneficiando da aplicação das melhores práticas na empresa Eti *et al.* (2006). É fundamental utilizá-la de forma contínua para a competitividade sustentável de qualquer organização (SINGH *et al.*, 2016). Conforme Raouf e Ben-Daya (1995), o benchmarking é estruturado em cinco etapas:

- Planejamento: esta fase identifica quais aspectos devem ser analisados no benchmarking; identifica as empresas e/ou departamentos internos vistas como potenciais referências; define a coleta de dados.
- Análise: contempla a identificação de lacunas que afetam o desempenho, é avaliado o atual desempenho e são propostos os níveis de performance almejados.
- Integração: esta fase é responsável por obter os resultados da análise comparativa do benchmarking, além de estabelecer as metas.
- Plano de ação: consta do desenvolvimento do planejamento e do plano de controle para acompanhar o andamento, bem como são revisados os benchmarks.
- Implementação: objetiva alcançar o nível desejado de desempenho e integração plena da prática.

A análise dos pontos fortes e fracos consiste em avaliar o desempenho obtido com as atividades de manutenção e confrontá-los com os resultados esperados, provendo ajustes quando necessário. Essa avaliação pode ser realizada não apenas pela análise dos KPI's, mas também por meio de ferramentas como o *Balance Score Card* (BSC), análise de SWOT, dentre outras que permitam avaliar e analisar o desempenho de determinados pontos.

4.2 Análise dos frameworks

Esta seção contempla uma avaliação sobre os itens abordados no framework proposto quanto ao atendimento de itens consultados nos trabalhos coletados. A avaliação buscou verificar a conformidade entre os objetivos pretendidos em cada item proposto com os passos definidos nos frameworks disponíveis na literatura. A Tabela 4 ilustra esta avaliação.

Tabela 4 - Avaliação dos itens contemplados no framework proposto

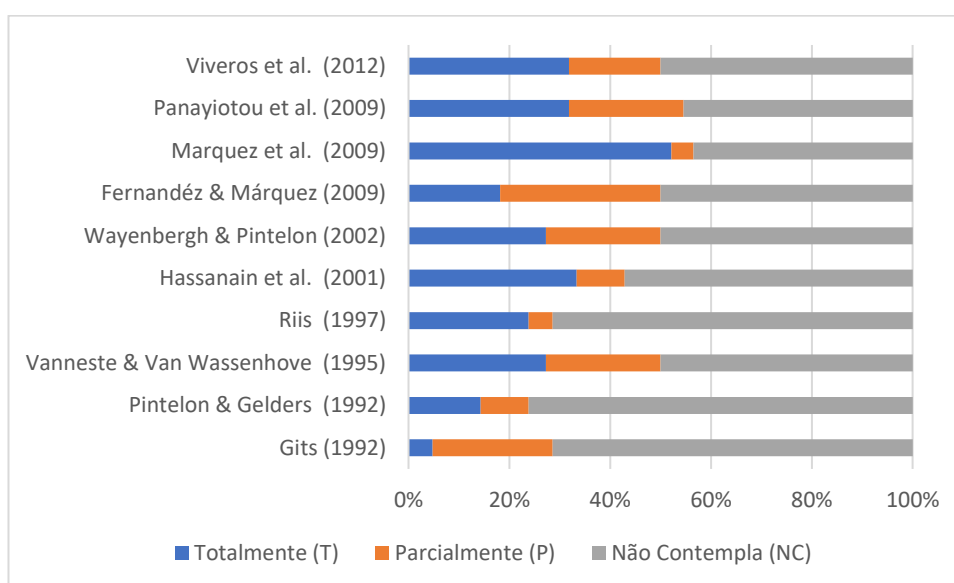
Itens verificados	Gits (1992)	Pintone Gelders (1992)	Vannestee Van Wassenhove (1995)	Riis (1997)	Hassanain <i>et al.</i> (2001)	WayenberghenPintelon (2002)	Fernández e Márquez (2009)	Marquez <i>et al.</i> (2009)	Paniyotou <i>et al.</i> (2009)	Viveros <i>et al.</i> (2012)
1.1 Identificação dos decisores e Stakeholders	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	T	NC	NC
1.2 Identificação dos objetivos de negócio	NC	T	P	NC	NC	T	T	T	P	T
1.3 Análise de ativos e recursos	P	NC	T	P	T	NC	P	T	P	P
1.4 Avaliação das dimensões estratégicas da empresa	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
1.5 Identificação dos objetivos estratégicos da manutenção	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	P	NC
1.6 Definição dos objetivos da manutenção	NC	P	P	T	T	NC	T	T	T	T
2.1 Identificação dos sistemas	P	NC	T	NC	T	T	P	T	T	P
2.2 Identificação e avaliação dos sistemas mais críticos	NC	NC	T	NC	NC	T	NC	T	NC	T
3.1 Definição das dimensões de avaliação	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
3.2 Identificação dos KPIs	NC	NC	NC	NC	P	NC	P	T	T	T
3.3 Análise dos modos de falha e criticidade	NC	NC	NC	NC	NC	P	NC	T	NC	T
3.4 Modelo de decisão da política de manutenção	P	P	NC	NC	NC	T	NC	NC	NC	NC
3.5 Otimização	NC	P	NC	NC	NC	T	NC	NC	NC	NC
3.6 Definição do plano de atividades	P	T	T	T	T	P	P	P	T	P
4.1 Definição da estrutura das atividades	T	NC	P	NC	T	NC	T	NC	P	NC
4.2 Avaliação das capacidades	NC	NC	NC	NC	T	NC	P	NC	NC	NC
4.3 Análise do desempenho dos serviços	NC	NC	P	NC	P	T	P	NC	T	NC
5.1 Direcionamento das responsabilidades entre os níveis organizacionais	NC	T	NC	T	NC	NC	NC	T	NC	T
6.1 Avaliação do desempenho	P	NC	P	T	T	P	P	T	T	T
6.2 Auditoria	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
6.3 Aperfeiçoamento das atividades	NC	NC	T	NC	NC	P	T	T	T	P
6.4 Benchmark	NC	NC	NC	T	NC	NC	NC	NC	NC	NC
6.5 Análise dos pontos fortes e fracos	NC	NC	T	NC	NC	P	NC	T	P	NC
Legenda: Totalmente (T) / Parcialmente (P) / Não Contempla (NC)										

Fonte: O Autor (2018)

Esta análise permite identificar o caráter inovador deste trabalho, ao passo em que as etapas contempladas que possuem forte relação entre os objetivos empresariais e a função manutenção são abordadas de forma razoável entre os trabalhos consultados.

A escala de avaliação utilizada considera a similaridade do resultado alcançado com a realização da etapa do framework proposto com os resultados obtidos por algum passo ou combinação dos passos utilizados em cada framework analisado. A Figura 10 resume os resultados apresentados na Tabela 4.

Figura 10 - Avaliação dos itens contemplados na literatura



Fonte: O Autor (2018)

De modo geral, as diferentes abordagens da gestão da manutenção utilizadas em diferentes períodos em que os trabalhos foram concebidos destacam a relação entre a adoção ou não sob diferentes níveis de atendimento dos itens propostos. Dentre as etapas analisadas, a definição dos objetivos de manutenção, identificação dos sistemas, definição do plano de atividades e avaliação do desempenho, de fato têm recebido atenção em trabalhos na literatura por contemplar problemas associados a manutenção relacionados a manter as condições desejadas dos ativos e controlar os custos associados as atividades de manutenção.

Por outro lado, os itens de avaliação das dimensões estratégicas, identificação dos objetivos estratégicos, definição das dimensões de avaliação e auditoria não foram contemplados de forma representativa entre os frameworks analisados, representando que a percepção da manutenção sob um posicionamento estratégico para as empresas tem sido fracamente analisada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Ambiente de pesquisa

A empresa objeto de estudo atua na área de confecção, fazendo parte do Arranjo Produtivo Local (APL) de confecção de Pernambuco. A escolha dessa empresa é dada por ser uma empresa que reflete bem as características da maioria das empresas locais e pela acessibilidade a gestora. A empresa atua no mercado a 7 anos, localizada no município de Caruaru, agreste de Pernambuco, sendo administrada de forma familiar possuindo como atividade principal a confecção de peças de vestuário, sua produção é realizada por vezes sob encomenda representando pequena parcela de seu volume produzido, este em sua maioria é orientado por produzir em lotes de forma empurrada conforme coleção a ser lançada.

No que se refere aos seus colaboradores, a empresa possui 25 funcionários onde os responsáveis por atividades de produção recebem treinamentos quanto a conservação, manuseio e pequenos serviços de manutenção como ajustes, lubrificação e substituição de alguns componentes. A empresa apesar da necessidade não possui uma equipe responsável pela manutenção, por este motivo direciona atividades mais complexas de consertos para fornecedores externos devido a restrições financeiras para prover investimentos na função manutenção.

5.2 Limitações da aplicação

O contexto de aplicação proposto para este trabalho lidou com implicações que inviabilizaram a aplicação de todas as etapas do framework, essas se apresentaram devido a indisponibilidade das empresas e dificuldades de acesso aos gestores que restringiu as opções de aplicação, bem como foi necessário lidar com a escassez de registros, sobretudo no que se refere a gestão da manutenção, para obtenção destes e com representatividade consistente seria necessário períodos cuja extensão temporal extrapola o cronograma para desenvolvimento desta pesquisa. Estes motivos justificam a inviabilidade técnica na aplicação das etapas deste framework exceto pela primeira etapa proposta, a qual requer apenas da disponibilidade do gestor para a realização de entrevistas e aplicação de questionários.

5.3 Caracterização e definição dos objetivos estratégicos

A coleta de dados foi realizada com a proprietária da empresa através entrevistas e questionários desenvolvidos nesta pesquisa (vide Apêndice A). Com exceção da etapa I, as

demais não foram executadas devido a inexistência de um banco de dados confiável que atendesse aos requisitos de aplicação de alguns métodos contemplados pelo framework, além extensão temporal necessária.

5.3.1 Identificação dos decisores e stakeholders

A aplicação da primeira etapa é iniciada com a identificação dos decisores e *stakeholders*. Sob uma simples análise dos resultados de alguns questionamentos simples, foi possível identificar que uma única proprietária é responsável por gerenciar a empresa e planejar e executar todas as atividades que lhes é demandada, além de não possuir sócios e/ou gerentes departamentais. Este decisor possui formação técnica em design e conhecimento especialista sobre todos os processos internos da empresa.

5.3.2 Identificação dos objetivos de negócio

A investigação sobre os objetivos de negócio foi então conduzida buscando identificar problemáticas associadas a manutenção que impactem no desempenho estratégico. Os objetivos de negócio identificados foram agrupados conforme principal característica de impacto no desempenho do negócio, contemplando três classificações: lucratividade, crescimento e risco/segurança de ativos e pessoas. Os principais objetivos identificados foram apresentados conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Identificação dos objetivos de negócio

Classificação	Objetivos de negócio
Lucratividade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução dos custos associados a manutenção; ▪ Melhor disponibilidade dos equipamentos; ▪ Redução de perdas;
Crescimento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preços competitivos; ▪ Qualidade dos produtos; ▪ Volume de produção;
Risco	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do risco de ativos; ▪ Contingenciamento de riscos; ▪ Preservar a segurança ambiental/pessoas/recursos

Fonte: O Autor (2018)

Conforme impacto na perspectiva financeira da empresa, alguns objetivos foram associados a lucratividade, dentre os citados, a redução de custos foi apontada como forte influenciadora em no desempenho competitivo, em linhas gerais foram apresentadas situações que abordam a frequência de intervenções realizadas por provedores externos, inexistência de um registro das ações de manutenção, custo com aquisição de componentes e/ ou serviço de

reparo de forma emergencial, além de imobilizar uma parte do capital devido ao investimento direcionado a aquisição de componentes sobressalentes, estes além de não serem planejados, em alguns casos quando solicitados já não possuem condição de uso devido ao tempo em estoque e as condições de armazenamento.

A melhor disponibilidade dos equipamentos é vista sob a perspectiva de contribuição para a lucratividade como uma forma de alavancar as receitas a partir de um volume maior de produção obtido por meio da utilização de uma parcela cada vez maior da capacidade dos equipamentos. Já a redução das perdas aborda as despesas relacionadas às consequências negativas advindas do tempo de inatividade, ociosidade de mão de obra e equipamentos, perdas de componentes, problemas com qualidade e baixo nível de eficiência na produção.

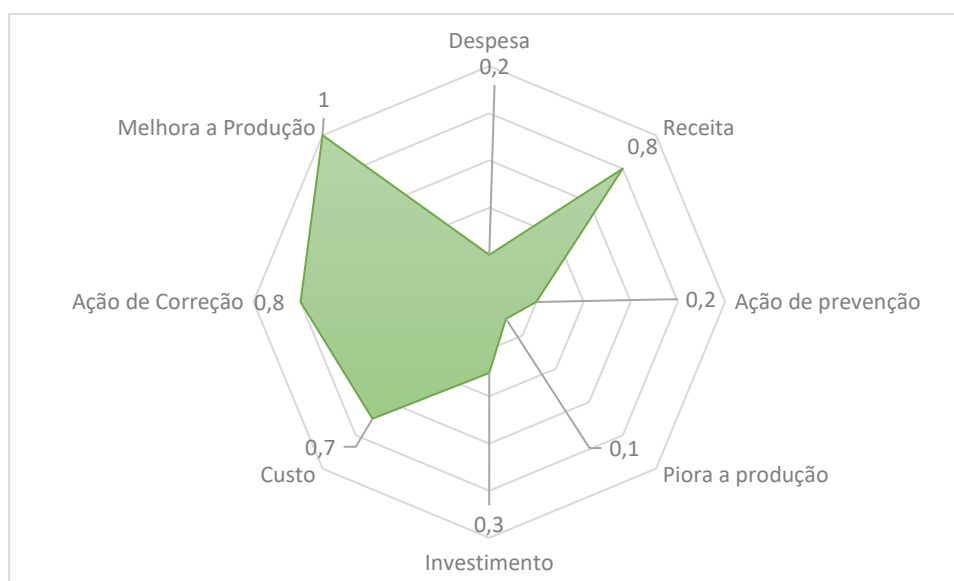
Diante das perspectivas sobre o crescimento da empresa, foi possível identificar que os seguintes desejos de melhorias: atuar de forma incisiva no mercado com preços mais competitivos e qualidade de seus produtos superior à de seus concorrentes. Quanto aos preços a gestora destacou sua preocupação com a redução de custos por refletir de forma direta na composição destes, já em relação a qualidade possíveis melhorias podem advir da forma como as ações de manutenção são planejadas e realizadas, mantendo a qualidade de seus produtos em atendimento as especificações e a qualidade do serviço de manutenção prestado aos equipamentos retornando-os a condições equivalentes ou superiores as encontradas após identificação do defeito ou da falha.

Outra categoria em que os objetivos apresentados podem ser inseridos concerne ao risco de ativos e pessoas, uma vez que a empresa possui grande preocupação em preservar sua imagem e a segurança do pessoal, estes recebem atenção prioritária. Atualmente a empresa já desenvolve algumas ações direcionadas ao treinamento de funcionários sobre aspectos de segurança quanto as atividades desempenhadas que inclui pequenas ações preventiva dos equipamentos. Além destes, há preocupação com risco ambiental e alguns requisitos de segurança estes atendem a categoria de regulamentações.

5.3.3 *Análise dos ativos e recursos*

A aplicação do questionário forneceu resultados que permitiram o aprofundamento sobre o contexto de decisão. Utilizando a escala de *Likert* foi possível avaliar a percepção da gestora quanto a função manutenção diante de alguns conceitos consolidados, onde são apresentados cinco desempenhos distintos a serem julgados conforme desempenho percebido relacionado a maior contribuição da função manutenção. O resultado obtido pôde ser ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Mapa de perspectiva da empresa quanto a manutenção



Fonte: O Autor (2018)

Em destaque há o reconhecimento da função manutenção como contribuinte em melhorias da produção e participação da receita, uma vez que conforme relatos apresentados, ações eficazes de manutenção permitem menores frequências de intervenções, além de menor duração das interrupções da produção. Baseado em experiências relacionadas a redução das ocorrências de falhas, a gestora percebe o benefício de um maior volume produzido que, consequentemente, ajuda a reduzir o impacto de despesas fixas além de favorecer menores custos devido a redução do tempo de inatividade e excessos de reparos. No entanto, apesar desse reconhecimento o papel preventivo da função manutenção não recebe atenção devido as decisões gerenciais manterem o foco em atividades essenciais de produção.

As poucas atividades de caráter preventivo concernem em atividades de lubrificação e troca de óleo programadas, além de ajustes nos equipamentos conforme qualidade de execução das funções a que são atribuídos. Logo, o perfil de atuação da função manutenção na empresa é predominantemente reativo, executando atividades de reparo e/ou substituição conforme os problemas são apresentados. As ações de caráter corretivo são realizadas de forma totalmente terceirizada, aplicadas sobre os equipamentos de máquina de corte, máquina de costura, motores elétricos, mesa de enfiesto e nas instalações elétricas e hidráulicas.

A análise de ativos e recursos foi comprometida devido a inexistência de um controle e/ou inventário dose equipamentos, sendo apenas disponível um livro que reúne as notas fiscais para o controle sobre a garantia de equipamentos. Além disso, não há procedimentos estabelecidos para prover diagnósticos sobre os equipamentos. A empresa mantém um estoque

de sobressalentes como uma forma de reduzir o tempo de espera por itens, uma vez que o mercado local consegue atender de forma razoável a demanda por componentes elementares, mas em relação a componentes com tecnologia mais complexa o mercado local não consegue suprir, portanto, para evitar longos prazos de entrega a empresa opta por se antecipar estocando esses componentes. Quanto a gestão do estoque de sobressalentes, a empresa busca manter um nível padrão por componente sem fundamentação alguma sobre previsão e níveis de segurança, além do inexistente registro de informações que possibilitem um planejamento adequado do mesmo.

Quanto ao gerenciamento de informações, a empresa não mantém registro algum das principais ocorrências de falhas, substituição de componentes, histórico de equipamentos e não possui controle sobre a utilização de recursos pela manutenção, isto foi relatado pela gestora como um problema que compromete a análise dos custos associados a manutenção e como eles interferem na competitividade da empresa.

Em relação aos critérios utilizados pelos gestores para aquisição de equipamentos, máquinas e peças sobressalentes, o questionário permitiu identificar os potenciais critérios utilizados, bem como o nível de prioridade que recebem em um processo de decisão. Apesar da necessidade de uma análise multidimensional, comumente os gestores decidem com base em alguns aspectos definidos por eles como prioritários, nesse sentido um dos questionamentos apresentados buscou identificar o nível de prioridade para a aquisição desses itens conforme resultados obtidos durante a aplicação, estes obtiveram uma ordem decrescente de prioridade conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Nível de prioridade para aquisição de componentes



Fonte: O Autor (2018)

A qualidade relacionada ao serviço de manutenção e a tecnologia foram apresentados como itens de maior relevância devido a necessidade de atender aos padrões de especificações definidos para os produtos e a compatibilidade com os demais equipamentos. O preço recebeu destaque devido as restrições financeiras da empresa e ao baixo preço de venda que os produtos devem atender, com isso a empresa opta por equipamentos de custo inferior para não necessitar variar seus preços.

No tocante a terceirização das atividades de manutenção, além do fato da empresa optar por manter o foco em suas atividades principais acresce-se a inviabilidade técnica por não possuir competências disponíveis e restrições orçamentárias para assumir a responsabilidade de executar estas atividades. Os contratos são sua maioria de curto prazo direcionados para a execução de serviços pequenos bem definidos, como por exemplo reparos de equipamentos em estado de falha.

Quanto a escolha do terceirizado, a empresa considera prioritariamente a velocidade com que os reparos são realizados apresentando razoável interesse por preço e marca/nome da empresa contratada. Outros critérios considerados tidos como de baixa relevância tratam-se da indicação por seus concorrentes, experiência e tecnologia utilizada. No que se refere a qualidade do serviço prestado, a empresa o categoriza como regular, não há formalização de contrato entre as partes e nem investimentos por parte da empresa em desenvolver a função manutenção internamente por restrições orçamentárias e limitações de espaço físico.

Apesar da inexistência de um departamento próprio de manutenção ou de uma equipe de funcionários incumbidas dessa atribuição, a empresa realiza treinamento com os operadores de máquinas para torná-los hábeis de executar pequenas ações de beneficiamento do equipamento e identificar possíveis defeitos e falhas quando ocorrerem, portanto, são orientados a realizarem pequenos ajustes e consertos quando necessário além de serem instruídos a zelar e conservar os equipamentos.

Sob a perspectiva dos resultados empresariais a situação de desbalanceamento da produção e o não atendimento de pedidos de clientes são problemas altamente relacionados a falha de equipamentos. A empresa relatou não possuir registro de ocorrências e realiza apenas procedimentos de verificação para acompanhar as condições do equipamento e em caso de falhas a informação é processada de maneira informal sem a utilização de registro.

5.3.4 *Avaliação das dimensões estratégicas*

Outras percepções foram obtidas pela avaliação das dimensões estratégicas, a qual foi realizada por meio de entrevista com o gestor para avaliar o desempenho de itens previamente

estabelecidos buscando perceber os possíveis impactos destes no atual desempenho competitivo da empresa. Os resultados obtidos do diagnóstico dessa avaliação são ilustrados conforme Tabela 6.

Diante dos resultados apresentados e como dito anteriormente que a empresa destina quase que em sua totalidade as atividades de manutenção para provedores externos, é possível perceber os impactos que a baixa responsividade, ausência de controle e altos custos impactam de forma direta nos preços dos produtos e na programação da produção, além destes, outros efeitos indiretos são proporcionados pela atual conduta de gestão da manutenção que afetam aspectos mais complexos de ser mensurados tais como: atrasos de entrega, valor da marca, qualidade percebida pelo cliente, dentre outros de performance significativa no desempenho competitivo da empresa.

5.3.5 Identificação dos objetivos estratégicos da manutenção

Esse procedimento permitiu identificar os principais objetivos da organização e as perspectivas de contribuição da função manutenção frente aos objetivos de negócio.

Tabela 6 - Avaliação das dimensões estratégicas

Dimensões Estratégicas	Itens avaliados	Diagnóstico
Opções de entrega de Serviços	Capacidade do provedor de serviços de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O provedor apresenta qualidade de serviço regular; ▪ Baixa responsividade.
	Volume e variedade de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baixo volume de atividades de manutenção; ▪ Não há registros quanto a variedade das atividades de manutenção.
	Instalações e experiência especializadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A empresa não possui competências e/ou recursos destinados a atividades de manutenção.
	Terceirização	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não há formalização de contratos de prestação de serviços; ▪ Há dificuldades em manter equipamentos com tecnologias recentes; ▪ Não é possível barganhar com fornecedores devido a urgência do serviço e escassez dos mesmos.
Organização e estruturação do trabalho	Locação da força de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não há recursos destinados.
	Instalações especializadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não há recursos destinados; ▪ Limitação de espaço físico.
	Força de trabalho especializada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não há recursos destinados.
Metodologia de manutenção	Política de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A empresa segue instruções do fabricante para atender a requisitos de garantia;

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Há apenas programação de atividades de lubrificação e pequenos ajustes como calibração e ajustes no fio de corte de lâminas e tesouras.
Design de infraestrutura	Participação e autonomia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não se aplica.
	Hierarquia e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não há sistema de gerenciamento de informação.
	Ensino e treinamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A empresa realiza treinamentos sobre operação e pequenos reparos de equipamentos.
	Recompensa e reconhecimento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não se aplica.
	Medição de desempenho	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não se aplica.
	Sistemas de gerenciamento de informação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não se aplica.

Fonte: O Autor (2018)

5.3.6 Contexto de decisão

Um dos diferenciais deste trabalho está na forma como os objetivos da função manutenção são definidos, neste passo essa contribuição segue algumas etapas do VFT, sendo a primeira definir o contexto, realizado a partir da caracterização da gestão da manutenção apresentada na seção anterior, seguida pelo processo interativo do método com o decisor a fim de identificar os objetivos de negócio de interesse do mesmo. O objetivo principal dessa fase é apresentar o problema de decisão sob uma forma que permita melhor compreensão, entendendo o contexto de decisão e identificando as principais perspectivas dos gestores.

A escolha do método foi realizada após uma entrevista inicial que buscou identificar aspectos que caracterizassem a problemática envolvida para a partir disso identificar aspectos que melhor representassem o contexto de decisão. O domínio para a realização da pesquisa foi a gestão da manutenção, portanto, a entrevista buscou compreender os principais aspectos relacionados a função manutenção desenvolvendo uma lista de desejos e identificando as suas respectivas motivações e importância. A contribuição do VFT neste trabalho trata-se de realizar a estruturação do problema, identificando os objetivos estratégicos, bem como a forma de alcançá-los por objetivos meios e fundamentais propostos na metodologia, portanto a aplicação do método será concluída na etapa de construção da rede de objetivos fundamentais-meio.

Primeiramente uma lista de objetivos potenciais foi desenvolvida a partir dos resultados provenientes do guia de entrevista elaborado a partir das técnicas para identificação de

objetivos e valores proposta por (KEENEY, 1992). Algumas perguntas aplicadas durante a entrevista são apresentadas na Tabela 7.

Após a aplicação do questionário com a gestora, os objetivos foram classificados em dois grupos: objetivos fundamentais e meios. Em seguida foi realizado um processo de estruturação dos objetivos buscando compreender as relações existentes entre os objetivos em um processo decisório. Uma vez que o objetivo fundamental foi estabelecido, a gestora participou de uma discussão para avaliar quais aspectos são valorizados tendo em vista a contribuição para a gestão da manutenção para melhorar o desempenho competitivo da organização. A Tabela 8 apresenta o objetivo estratégico, contexto de decisão e a hierarquia dos objetivos fundamentais obtida.

O objetivo estratégico foi definido “Maximizar a contribuição da gestão da manutenção para melhorar o desempenho competitivo da organização”, o qual é o topo da hierarquia de valores. Os objetivos fundamentais foram estruturados em cinco eixos conforme similaridade: desenvolvimento econômico, disponibilidade dos equipamentos, redução de riscos, qualidade da manutenção e imagem da empresa. Para definir a rede dos objetivos meios-fim, alguns dos objetivos identificados na entrevista com a gestora foram considerados objetivos meios. A rede de objetivos meios deste estudo é ilustrada na Figura 13.

Tabela 7 - Guia de entrevista

Qual a missão, visão e valores da empresa?
O que a função manutenção representa sob a perspectiva gerencial da empresa?
Qual contribuição a implementação da função manutenção poderia gerar para a empresa?
Quais possíveis vantagens na adoção dessa implementação como diferencial competitivo para a empresa?
Quais os principais desafios enfrentados pela função manutenção na empresa? Descreva de forma geral suas dificuldades, consequências e possíveis soluções encontradas.
Diante do atual cenário, como você avalia o desempenho da função manutenção em sua organização? Reativa ou proativa? Suficiente?
Relacionados ao objetivo da função da manutenção como são percebidos os seguintes aspectos? a) Disponibilidade b) Tempo de reparo c) Confiabilidade d) Custo e) Qualidade
O que precisa ser melhorado da situação atual? Já existem ações desenvolvidas ou em desenvolvimento? Detalhe as principais perspectivas.
Dado um problema na execução e/ou planejamento da manutenção. a. Quais as principais consequências de médio/grande efeito já ocorreram para a organização? Descreva-as. b. Quais principais dimensões de consequência podem afetar a empresa?

c. Qual a sua maior preocupação?
d. Qual ordem de prioridade do item b?
Quais são suas aspirações, assumindo que não há nenhum tipo de limitação de recursos?
Quais são as suas limitações (restrições)?
Você pode identificar alguns <i>trade-offs</i> , consequências, impactos ou preocupações. Se você puder, o que você pode identificar, para quem (concorrentes ou parceiros) e por quê?
Em algum momento no futuro, o que lhe interessaria?
Quais são os elementos que você acredita que constituem a base do problema?
O que espera alcançar? Quais são os objetivos específicos a serem alcançados?
Existe alguma restrição específica que deve ser respeitada?
Quais são os seus valores absolutamente fundamentais?
Quais objetivos na função manutenção você acredita que seja reconhecido sob a perspectiva dos:
a) Clientes;
b) Colaboradores;
c) Concorrentes;
d) Investidores;
e) Ambiente;
f) Social;
g) Segurança;
h) Saúde;
i) Outros.
Por que esse objetivo é importante?
O que é necessário para alcançá-lo?
Especificação do uso: O que esse objetivo significa para você?
Como você mensura a realização desse objetivo?
Porque o objetivo escolhido é mais importante do que os outros?

Fonte: O Autor (2018)

Tabela 8 - Hierarquia dos objetivos

Maximizar a contribuição da gestão da manutenção para melhorar o desempenho competitivo da organização
(objetivo estratégico)

1. Melhoria no desempenho econômico

- 1.1 Minimizar custo de ações de manutenção
- 1.2 Minimizar implicações econômicas de perda de recursos
- 1.3 Maximizar produção

2. Maximizar a disponibilidade dos equipamentos

- 2.1 Maximizar efetividade das ações de manutenção
- 2.2 Otimizar a utilização de recursos
- 2.3 Melhorar planejamento de ações de manutenção

3. Gestão de Riscos

- 3.1 Minimizar risco de acidentes
- 3.2 Melhorias na segurança operacional
- 3.3 Minimizar efeitos da falha de equipamentos críticos

4. Melhorar a qualidade da manutenção

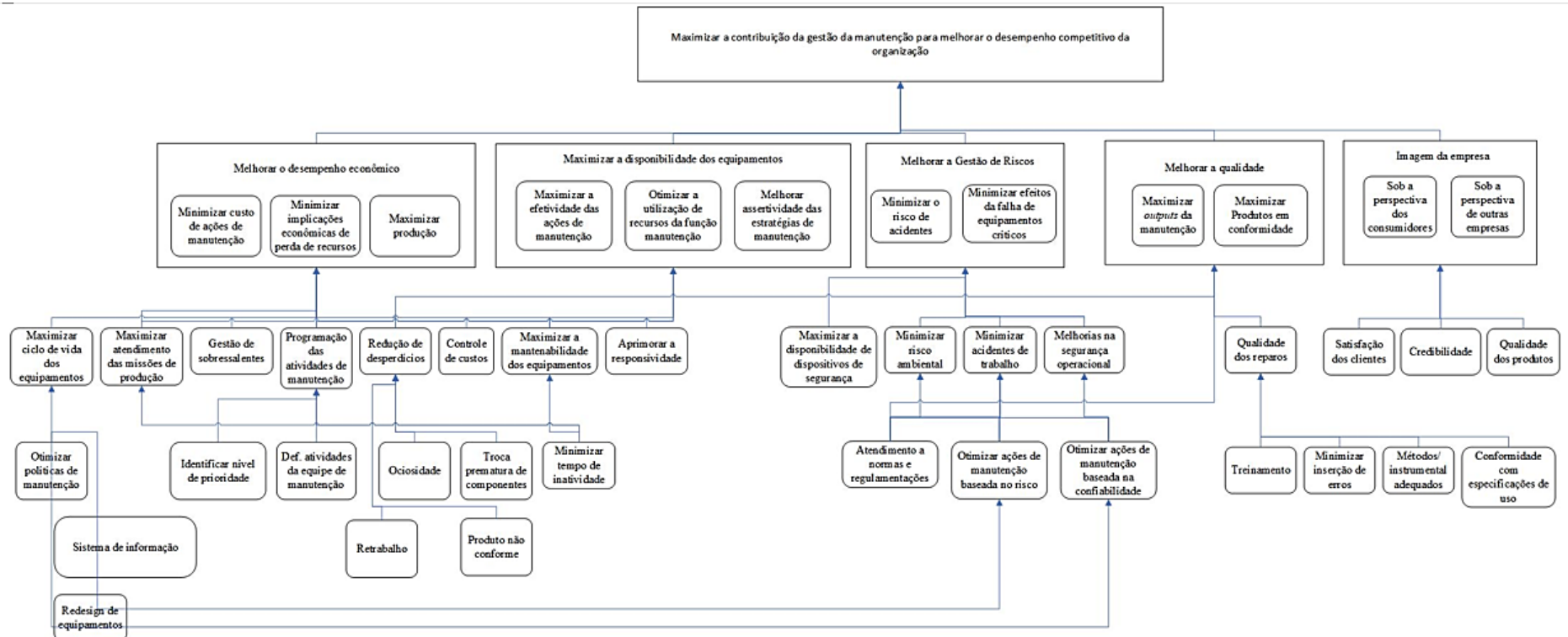
- 4.1. Maximizar *outputs* da manutenção
- 4.2 Maximizar produtividade

5. Imagem da empresa

- 5.1. Sob a perspectiva dos consumidores
 - 5.2. Sob a perspectiva de outras empresas
-

Fonte: O Autor (2018)

Figura 13 - Rede de objetivos meios-fim



Fonte: O Autor (2008)

5.3.7 *Definição dos objetivos da manutenção*

A partir da identificação dos objetivos obtidos no passo anterior, é possível explorar as atividades de manutenção em atendimento aos objetivos meios apresentados na rede de objetivos meios-fim. Estes são definidos para cada nível organizacional conforme suas respectivas atribuições.

5.4 **Considerações finais do capítulo**

Com base nos resultados obtidos com a aplicação da Etapa 1 foi possível compor um diagnóstico do atual modelo de gestão utilizado pela empresa, além de apresentar os principais aspectos inseridos no processo de decisão na gestão da manutenção. Desse modo, foi possível compor uma caracterização da gestão da manutenção em uma empresa de confecção do APL de confecções de Pernambuco, obtida através da visualização das condições e práticas utilizadas na empresa e, conseqüentemente, permitindo uma análise situacional. Portanto, essa etapa trouxe contribuições que apoiam a busca por ações que proporcionem melhorias significativas na empresa relacionadas ao âmbito da competitividade do setor de confecção.

Através dos resultados obtidos foi possível identificar agravantes proporcionados pela ineficiência da atual gestão da manutenção que comprometem de forma direta por meio de atrasos e custos no desempenho competitivo da empresa. Além de identificar objetivos de manutenção que não eram reconhecidos pela gestora, mas que podem ter contribuição relevante para a empresa.

Outra grande contribuição concerne na identificação de oportunidades de melhorias no planejamento da manutenção e na forma como são estabelecidos os contratos de terceirizados.

Assim, tendo em vista que esta etapa do framework foi estruturada com a finalidade de uma aplicação de uso comum, sendo possível aplicá-la em qualquer organização que tenha interesse em caracterizar seu atual modelo de gestão para identificar possíveis pontos de melhoria e identificar objetivos a serem alcançados que favoreçam melhor desempenho competitivo.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esta pesquisa alcançou a totalidade dos objetivos específicos propostos, e atendeu ao objetivo geral levantado que propôs a elaboração de um framework que apoiasse o desenvolvimento da gestão da manutenção sob o enfoque de contribuir para que a empresa alcance seus objetivos de negócio. A pesquisa foi relevante por fornecer uma caracterização de uma empresa de confecção do APL do Agreste de Pernambuco.

O framework proposto atende aos objetivos que motivaram seu desenvolvimento uma vez que supriu a lacuna presente na literatura de uma estrutura desenvolvida a partir dos requisitos e objetivos fornecidos pela empresa, com o diferencial de conduzir as contribuições obtidas pela função manutenção para alcançar os objetivos de negócio da organização. Para isto, foi necessário que sua estrutura conduzisse objetivos que vão desde o nível operacional passando pelo nível tático até o nível estratégico de forma alinhada e estratégica para alcançar os objetivos de negócio.

O desenvolvimento partiu da análise entre frameworks dispostos na literatura identificando aspectos semelhantes para compreender a racionalidade de construção, a partir dela desenvolver uma estrutura própria com satisfatória aplicabilidade por ser desenvolvida com base nos requisitos das organizações. Para a coleta de informações foi desenvolvido um instrumento de pesquisa tanto para a etapa de identificação dos objetivos necessária ao VFT, como para apoiar a identificação de aspectos relacionados a gestão da manutenção que viabilizasse um diagnóstico do atual gerenciamento e conseqüentemente fornecesse uma caracterização da gestão da manutenção da empresa em estudo.

Dentre as contribuições obtidas, tem-se a relevante aplicação do estudo em um cenário em desenvolvimento com forte atuação no mercado, que de fato carece de embasamento e contribuições científicas para prover melhorias em seu desempenho competitivo e assim fortalecer o mercado regional, isto justifica-se por sua significativa atuação na região, a exemplo no ano de 2012, o PIB (Produto Interno Bruto) dos três principais municípios (Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe) que compõem o APL correspondem a 77% do PIB conjunto destes municípios, e cuja população envolvida com o setor representa 66% da respectiva população (SEBRAE; 2013).

Sugere-se para trabalhos futuros replicar a análise desenvolvida em outras empresas do APL para se obter uma caracterização satisfatória da gestão da manutenção, permitindo assim observar as principais limitações e restrições desse contexto com a finalidade de prover melhorias para o desenvolvimento da manufatura local. Além disso, aplicar o framework

proposto em sua totalidade em outros contextos e com vários decisores para se obter uma validação e identificar possíveis ajustes.

REFERÊNCIAS

- 13306:2001. Maintenance Terminology. European Standard. s.l., s.ed. 2010.
- AL-TURKI, Umar. A framework for strategic planning in maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.l., s.ed., v. 17, n. 2, p. 150–162, 2011.
- ALENCAR, Luciana Hazin; MOTA, Caroline Maria de Miranda; ALENCAR, Marcelo Hazin. The problem of disposing of plaster waste from building sites: Problem structuring based on value focus thinking methodology. *Waste Management*, s.l., s.ed., v. 31, n. 12, p. 2512–2521, dez. 2011.
- ALSYOUF, Imad. Maintenance practices in Swedish industries: Survey results. *International Journal of Production Economics*, s.l., s.ed., v. 121, n. 1, p. 212–223, 2009.
- AOUDIA, Mouloud; BELMOKHTAR, Oumhani; ZWINGELSTEIN, Gilles. Economic impact of maintenance management ineffectiveness of an oil and gas company. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.l., s. ed.,v. 14, n. 3, p. 237–261, 2008.
- BARALDI, P *et al.* A Modeling Framework for Maintenance Optimization of Electrical Components Based on Fuzzy Logic and Effective Age. *Quality and Reliability Engineering Internationalty and Reliability*, s.l., s.ed., 2012.
- BOUCLY, F. *Le management de la maintenance: evolution et mutation*. s.l.,AFNOR, 1998.
- BRIGITTE, G. T. N.; RUSCHEL, R. C. Modelo de informação da construção para o projeto baseado em desempenho: caracterização e processo. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 9–26, 2016.
- CAMPBELL, J D. *UPTIME: Strategies for Excellence in Maintenance Management*. s.l.: Taylor e Francis, 1995.
- CAMPBELL, John D. Outsourcing in maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.l., s.ed., v. 1, n. 3, p. 18–24, 1995.
- CAMPBELL, John D. Outsourcing in maintenance management: A valid alternative to self-provision. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.s.l., s.ed., 1995.
- CAMPOS, M. A. L.; MARQUEZ, Adolfo Crespo. Modelling a maintenance management framework based on PAS 55 standard. *Quality and Reliability Engineering International*, s.l., s.ed., v. 27, n. 6, p. 805–820, 2011.
- CARLA, Ana *et al.* Planning and competitiveness in maintenance management: An exploratory study in manufacturing companies. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. s.l., s.ed., 2009.
- CARNERO, María Carmen. Condition Based Maintenance in small industries. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, p. 199–204, s.l., 2012.
- CHEN, W J. Scheduling of jobs and maintenance in a textile company. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. s.l., s.ed., v. 31 p. 737–742, 2007.

CHOLASUKE, Chuenusa; BHARDWA, Ramnik; ANTONY, Jiju. The status of maintenance management in UK manufacturing organisations: results from a pilot survey. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.l., s.ed., v. 10, n. 1, p. 5–15, 2004.

CLEMONS, Eric K; HITT, Lorin M. Strategic Sourcing for Services : Assessing the Balance between Outsourcing and Insourcing. Operations and Information Management Working Paper, Wharton School of the University of Pennsylvania. s.l., s.ed. 1997.

COCK, Christian De; HIPKIN, I B; COCK, C De. TQM and BPR : Lessons for maintenance management. *Omega*. v. 28, p. 277-292. s.l., June 2000.

CRESPO MÁRQUEZ, A. *et al.* The maintenance management framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s. ed. v. 15, n. 2, p. 167–178, s.l., 2009.

CRESPO MARQUEZ, A.; GUPTA, J.N.D. Contemporary maintenance management: Process, framework and supporting pillars. *Omega*, v. 34, n. 3, s.l. 2006.

DARAGH, Michael N.; TIERNAN, Peter. Individualising maintenance management: a proposed framework and case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed. v. 18, n. 3, p. 267–281, s.l. 2012.

DE ALMEIDA, A.T.; DE ALMEIDA-FILHO, Adiel Teixeira; BRITO, Anderson Jorge de Melo. Multi-criteria decision model for selecting repair contracts by applying utility theory and variable interdependent parameters. *IMA Journal of Management Mathematics*. s.ed., v.21p. 349–361, s.l., 2010.

DE ALMEIDA, Adiel T. Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method. *Computers and Operations Research*, s.ed., v. 34, n. 12, p. 3569–3574, s.l., 2006.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira *et al.* *Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis*. Cham: Springer International Publishing, s.l., v. 231, 2015.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. *Processo de Decisão nas Organizações - Construindo Modelos de Decisão Multicritério*. Atlas. São Paulo, 2013.

DEKKER, Rommert. Applications of maintenance optimization models: a review and analysis. *Reliability Engineering e System Safety*, s.ed., v. 51, n. 3, p. 229–240, s.l., 1996.

DUFFUAA, Salih O. Mathematical Models in Maintenance Planning and Scheduling. *Maintenance, Modeling and Optimization*. Boston, MA: Springer US, p. 39–53, s.l., 2000.

DUFFUAA, Salih O.; BEN-DAYA, Mohamed. *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Springer London, London, 2009.

DUFFUAA, S; RAOUF, A. *Planning and Control of Maintenance Systems: Modelling and Analysis*. [S.l.]: Springer International Publishing, 2015.

EMBLETON, Peter R; WRIGHT, Phillip C. A practical guide to successful outsourcing. *Participation and Empowerment: An international Journal*. 2001.

ETI, M. C.; OGAJI, S. O.T.; PROBERT, S. D. Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture. *Applied Energy*, s.ed., v. 83, n. 11, p. 1235–1248, s.l., 2006.

FACCIO, M *et al.* Int . J . Production Economics Industrial maintenance policy development : A quantitative framework. *Intern. Journal of Production Economics*, s.ed., v. 147, p. 85–93, s.l., 2014.

FILHO, G B. *A Organização, o planejamento e o controle da manutenção*. [S.l.]: Ciência Moderna, 2008.

FOURIE, C. J.; TENDAYI, T. G. A decision-making framework for effective maintenance management using life cycle costing (LCC) in a rolling stock environment. *South African Journal of Industrial Engineering*.s.ed., v. 27, n. December, p. 142–152, s.l., 2016.

GABBAR, Hossam A. Integrated Plant Maintenance Management Using Enhanced RCM Mechanism. *International Journal of Performability Engineering*.s.ed., v. 2, n. 4, p. 369–381, s.l., 2006.

GARG, Poonam; GARG, Atul. An empirical study on critical failure factors for enterprise resource planning implementation in Indian retail sector. *Business Process Management Journal*, s.l., v. 19, n. 3, p. 496–514, s.l., 2013.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas*. São Paulo, 2008.

GITS, C. W. Design of maintenance concepts. *International Journal of Production Economics*, s.ed., v. 24, p. 217–226, s.l., 1992.

GOPALAKRISHNAN, S; RUZZENE, M; HANAGUD, S. *Springer Series in Reliability Engineering*.Springer s.l., s.ed., 2011.

GRENCÍK, Juraj; LEGÁT, Václav. Maintenance audit and benchmarking - Search for evaluation criteria on Global Scale. n. 3, p. 34–39, 2007.

GUILLÉN, Antonio J. *et al.* A framework for effective management of condition based maintenance programs in the context of industrial development of E-Maintenance strategies. *Computers in Industry*, s.ed., v. 82, p. 170–185, s.l., 2016.

HASSANAIN, M.a; FROESE, T.M; VANIER, D.J. Development of a maintenance management model based on IAI standards. *Artificial Intelligence in Engineering*, s.ed., v. 15, n. 2, p. 177–193, s.l., 2001.

HASSANAIN, Mohammad A. *et al.* A multi-criteria decision making model for outsourcing maintenance services. *Facilities*, v. 33, n. 3/4, p. 229–244, 2015.

HOLGEID, K.K; KROGSTIE, J; SJØBERG, Dag I.K. A study of development and maintenance in Norway: assessing the efficiency of information systems support using functional maintenance. *Information and Software Technology*, s.ed., v. 42, p. 687–700, s.l., 2000.

IEC 60812. Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA). n. International Electrotechnical Commission, s.ed., s.l., 2006.

ILANGKUMARAN, M.; KUMANAN, S. Selection of maintenance policy for textile industry using hybrid multi-criteria decision making approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, s.ed., v. 20, n. 7, p. 1009–1022, s.l., 2009.

JONSSON; PATRIK. The status of maintenance management in Swedish manufacturing firms. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 3, n. 4, p. 233–258, s.l., 1997.

KANG, Ningxuan *et al.* A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems. *International Journal of Production Research*.s.ed., v. 51, n. February, s.l., 2016.

KANS, Mirka; WILLIAMSSON, Ia. Maintenance IT practices in Swedish industry. *The 1st international workshop and congress on eMaintenance*, s.ed., p. 127–132, s.l., 2010.

KEENEY, Ralph L. *Value-focused thinking: A Path to Creative Decisionmaking*. Harvard University Press, 1992.

KEENEY, Ralph, L. Value-focused thinking : Identifying decision opportunities and creating alternatives. v. 2217, n. 1992, p. 4–5, 1996. KELLY, A. *Strategic Maintenance Planning*. [S.l.]: Elsevier Science, 2006.

KIRKWOOD, C W. *Strategic Decision Making: Multiobjective Decision Analysis with Spreadsheets*. [S.l.]: Duxbury Press, 1997.

KREMIC, Tibor; TUKEL, Oya Icmeli; ROM, Walter O. Outsourcing decision support : a survey of benefits , risks , and decision factors. 2006.

KUMAR, Rajiv; TEWARI, P C; KHANDUJA, Dinesh. Development of Performance Model and Decision Support System for the Fabric Dyeing System of a Textile Industry. s.ed., v. VII, n. 4, p. 54–67, s.l., 2014.

LIU, Hu-chen; LIU, Long; LIU, Nan. Expert Systems with Applications Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis : A literature review. *Expert Systems With Applications*, s.ed., v. 40, n. 2, p. 828–838, s.l., 2013.

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

LOSKA, A. Modelling of decision-making process using scenario methods in maintenance management of selected technical systems. s.ed., v. 2, n. 2, p. 12–13, s.l, 2015.

MACHADO, Lisleandra *et al.* The methodology of machinery and equipment maintenance adopted by the textile industries located in the Zona da Mata Mineira. s.ed., v. 25, n. Sp 306, p. 134–142, s.l., 2017.

MÁRQUEZ, A. C.; FERNÁNDEZ, J. F. G. Framework for implementation of maintenance management in distribution network service providers. s.ed., v. 94, p. 1639–1649, s.l., 2009.

MÁRQUEZ, Adolfo C. *The maintenance management framework: models and methods for complex systems maintenance*. s.ed., s.l., 2007.

- MARQUEZ, Adolfo C.; GUPTA, Jatinder N D. Contemporary maintenance management: Process, framework and supporting pillars. *Omega*, v. 34, n. 3, p. 313–326, s.l., 2006.
- MARTORELL, S. *et al.* Maintenance modeling and optimization integrating human and material resources. *Reliability Engineering and System Safety*, s.ed., v. 95, n. 12, p. 1293–1299, s.l., 2010.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick *et al.* *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. s.ed., s.l., 2010.
- MISHRA, Rajesh P. *et al.* Development of a Framework for Implementation of World-class Maintenance Systems Using Interpretive Structural Modeling Approach. *Procedia CIRP*, v. 26, p. 424–429, s.l., 2015.
- MUCHIRI, Peter N. Asset maintenance maturity model: structured guide to maintenance process maturity Peter Chemweno *, Liliane Pintelon and. v. 2, n. 2, 2015.
- MURTHY, D. N. P.; KOBACZY, K. A. H. *Complex System Maintenance Handbook*. London. Springer London, 2008.
- MURTHY, D.N.P.; ATRENS, A.; ECCLESTON, J.A. Strategic maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 8, n. 4, p. 287–305, dez. 2002.
- PALADY, P. *FMEA: análise dos modos de falha e efeitos : prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram*. s.l., IMAM, 2004.
- PANAYIOTOU, Nikolaos A.; PONIS, Stavros T.; GAYIALIS, Sotiris P. Designing an industrial maintenance system : a proposed methodological framework Nikolaos A . Panayiotou *, Stavros T . Ponis. s.ed., v. 8, n. 4, p. 361–381, s.l., 2009.
- PINTELOON, L. *Asset Management: The Maintenance Perspective*. [S.l.]: Acco, 2013.
- PINTELOON, L.M.; GELDERS, L.F. Maintenance management decision making. *European Journal of Operational Research*, s.ed., v. 58, n. 3, p. 301–317, s.l., 1992.
- PINTELOON, Liliane; PINJALA, Srinivas Kumar; VEREECKE, Ann. Evaluating the effectiveness of maintenance strategies. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 12, n. 1, p. 7–20, s.l., 2006.
- PINTELOON, Liliane; PUYVELDE, Frank Van. Maintenance performance reporting systems: some experiences. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 3, n. 1, p. 4–15, s.l., 1997.
- PORTER, M E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. [S.l.]: Free Press, 2008.
- RAOUF, A.; BEN-DAYA, M. Total maintenance management: a systematic approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 1, n. 1, p. 6–14, mar. s.l., 1995.
- RASTEGARI, Ali; SALONEN, Antti. Strategic maintenance management: Formulating maintenance strategy. *International Journal of COMADEM*, s.ed., v. 18, n. 1, p. 5–14, s.l., 2015.

RAZA, Tahir; MUHAMMAD, Masdi Bin; MAJID, Mohd Amin Abd. A comprehensive framework and key performance indicators for maintenance performance measurement. *ARPJN Journal of Engineering and Applied Sciences*, s.ed., v. 11, n. 20, p. 12146–12152, s.l., 2016.

REIS, Ana Carla Bittencourt; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Diagnóstico da gestão da manutenção em indústrias de médio e grande porte da região metropolitana de Recife. *Produção*, n. 2006, p. 226–240, s.l., 2013.

RIIS, Jens O.; LUXHØJ, James T.; THORSTEINSSON, Uffe. A situational maintenance model. *International Journal of Quality e Reliability Management*, s.ed., v. 14, n. 4, p. 349–366, s.l., 1997.

SALONEN, Antti. *Strategic Maintenance Development Strategic Maintenance Industry Development in Manufacturing*. s.ed., s.l., 2011.

SAMARANAYAKE, Premaratne; KIRIDENA, Senevi. Aircraft maintenance planning and scheduling: an integrated framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 18, n. 4, p. 432–453, s.l., 2012.

SARAIVA, Luiz Alex Silva; MERCÊS, Ronaldo Eurípedes Das; MAGALHÃES, Yana Torres De. A Terceirização Na Gestão Da Manutenção Em Uma Empresa Mineradora De Minas Gerais. 2008.

SINGH, Rajesh Kumar *et al.* Ranking of barriers for effective maintenance by using TOPSIS approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 22, n. 1, p. 18–34, s.l., 2016.

TANG, Yang *et al.* Journal of Natural Gas Science and Engineering A framework for making maintenance decisions for oil and gas drilling and production equipment. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, s.ed., v. 26, p. 1050–1058, s.l., 2015.

THAVARAJ, Samuel. An Evaluation of TPM implementation in clothing industry in India - A Lean philosophy based approach. *International Journal of industrial Engineering e Technology*. s.ed., v. 4 n. 6. December, s.l., 2014.

TSANG, Albert H.C. A strategic approach to managing maintenance performance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 4, n. 2, p. 87–94, s.l., 1998.

TSANG, Albert H.C. Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 8, n. 1, p. 7–39, s.l., 2002.

TU, Y L; YEUNG, E H H. Integrated maintenance management system in a textile company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, s.ed., v. 13, n. 6, p. 453–461, s.l., 1997.

TURRIONI, João Batista; MELLO, Carlos Henrique Pereira. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção*. s.ed., s.l., 2012.

VANNESTE, S. G.; VAN WASSENHOVE, L. N. An integrated and structured approach to improve maintenance. *European Journal of Operational Research*, s.ed., v. 82, n. 2, p. 241–257, s.l., 1995.

- VELMURUGAN, R. S.; DHINGRA, Tarun. *Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function: A conceptual framework*. s.ed., v. 35. s.l., 2015.
- VERBERT, K; SCHUTTER, B De; BABU, R. Timely condition-based maintenance planning for multi-component systems. s.ed., v. 159, n. October 2016, p. 310–321, s.l., 2017.
- VILAYPHONH, O.; PREMRUDEEPREECHACHARN, S.; NGAMSANROAJ, K. Reliability Centered Maintenance for electrical distribution system of Phontong substation in Vientiane Capital. jun. 2017a, s.l., IEEE, p. 1–6, jun., s.l., 2017.
- VIVEROS, Pablo *et al.* Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista chilena de ingeniería*, s.ed., v. 21, n. 1, p. 125–138, s.l., 2013.
- WAEYENBERGH, Geert; PINTELON, Liliane. A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, s.ed., v. 77, n. 3, p. 299–313, s.l., 2002.
- WAEYENBERGH, Geert; PINTELON, Liliane. CIBOCOF: A framework for industrial maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, s.ed., v. 121, n. 2, p. 633–640, s.l., 2009.
- WANG, Jianhong; KOIZUMI, Atsushi; TANAKA, Hiroshi. Framework for maintenance management of shield tunnel using structural performance and life cycle cost as indicators. s.ed., v. 2479. June, s.l., 2016.
- WICKRAMASINGHE, G. L. D.; PERERA, A. Effect of total productive maintenance practices on manufacturing performance Investigation of textile and apparel. s.ed., s.l., 2016.
- WILSON, A. *Asset Maintenance Management: A Guide to Developing Strategy e Improving Performance*. s.l., Industrial Press , 2002.
- WIREMAN, T. *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*. [S.l.]: Industrial Press, 2005.
- WIREMAN, T. *World class maintenance management*. [S.l.]: Industrial Press, 1990.
- XENOS, H G. *Gerenciando a manutenção produtiva*. [S.l.]: INDG, 2004.
- ZAIM, Selim *et al.* Maintenance strategy selection using AHP and ANP algorithms: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, s.ed., v. 18, n. 1, p. 16–29, s.l., 2012.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO



Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
 Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco - FACEPE
 Núcleo de Tecnologia
 Campus do Agreste - CAA

Desenvolvimento de Pesquisa de Campo – Aplicação de Questionário

Este questionário faz parte de uma pesquisa desenvolvida na UFPE em parceria com a FACEPE. Os resultados individuais desta pesquisa serão confidenciais e não serão revelados.

O objetivo deste trabalho é promover a caracterização da gestão da manutenção no Arranjo Produtivo Local (APL) de confecções do Agreste Pernambucano.

Recomendação: Responder cada questão de acordo com a realidade da manutenção na empresa conforme cada item.

1 - DADOS DO ENTREVISTADO (A)

1.1 Nome da empresa:

1.2 Cidade onde se localiza:

1.3 Idade do entrevistado(a):

1.4 Sexo: Masculino () Feminino ()

1.5 Cargo:

1.6 Nível de Escolaridade:

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| a) Até 1º Grau Completo | d) Superior Incompleto Qual? _____ |
| b) Até 2º Grau Completo | e) Superior Completo Qual? _____ |
| c) Técnico Qual? _____ | f) Pós-Graduação Qual? _____ |

2 - GERÊNCIA E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

2.1 Quantos funcionários a empresa possui?

- | | |
|--------------|-----------------|
| a) 1 a 50 | d) 151 a 200 |
| b) 51 a 100 | e) Acima de 200 |
| c) 101 a 150 | |

2.2 Qual a previsão de orçamento anual para a manutenção?

- a) R\$ 5.000,00 a R\$10.000,00
 b) R\$10.000,00 a R\$20.000,00
 c) R\$20.000,00 a R\$30.000,00
 d) R\$30.000,00 a R\$50.000,00
 e) Acima de R\$50.000,00
 f) Não há previsão de valor.

2.3 Como é visto a manutenção na perspectiva da empresa...

		← Nível de perspectiva →						
		Certamente como...	...Indiferente...			Certamente como...		
Despesa	1	2	3	4	5	Investimento		
Receita	1	2	3	4	5	Custo		
Ação de Prevenção	1	2	3	4	5	Ação de Correção		
Piora a Produção	1	2	3	4	5	Melhora a Produção		

3 - PLANEJAMENTO / PROGRAMAÇÃO

3.1 A empresa tem algum tipo de planejamento de como se deve tratar a manutenção, conservação das máquinas e equipamentos em uso?

- a) Sim
 b) Não

3.2 Alguma falha ou instalação de equipamento necessitou readaptar ou reformar o projeto inicial do equipamento?

- a) Sim
 b) Não

Em caso positivo, essa falha ocorria com que frequência?

- a) Baixa: _____ falhas/mês
 b) Regular: _____ falhas/mês
 c) Alta: _____ falhas/mês

3.3 Na ocorrência de uma falha, já ocorreu alguma perda de equipamento que poderia ter sido evitada, caso a manutenção tivesse sido realizada previamente?

- a) Sim
 b) Não

3.4 A empresa utiliza de alguma ordem de prioridade (tempo, produção, custo) para manutenção de seus equipamentos?

- a) Sim
 b) Não

Em caso positivo, qual a regra de prioridade?

4 - CONFIABILIDADE / MANTENABILIDADE / DISPONIBILIDADE

4.1 A empresa possui estoques de peças sobressalentes de seus equipamentos?

- a) Sim
 b) Não

4.2 O mercado local de serviços possui o suporte necessário para manutenção de equipamentos da empresa?

← **Nível de Atendimento** →

Não atende	Abaixo do Esperado	Razoável	Satisfatório	Acima da expectativa
------------	--------------------	----------	--------------	----------------------

4.3 Quais critérios de aquisição de máquinas, equipamentos e peças sobressalentes a empresa utiliza?

	← Nível de Prioridade →					
	Não considerado	Fracamente considerado	2	Parcialmente considerado	4	Altamente considerado
Qualidade	0	1	2	3	4	5
Marca	0	1	2	3	4	5
Tecnologia	0	1	2	3	4	5
Preço	0	1	2	3	4	5
Indicação	0	1	2	3	4	5
Manutenção	0	1	2	3	4	5

4.4 Marque “MC” para os equipamentos em que você faz somente Manutenção Corretiva, “MPrev” os que você faz Manutenção Preventiva, “MPred” os que você faz Manutenção Preditiva; “Ins” os que você faz inspeção (procurar por falha), com “NI” os que você Não sabe Informar, e “NT” os que não tem esse tipo de equipamento na empresa:

Forno-Jeans	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Máquinas de estampagem	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Máquina de costura	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Máquina de corte	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Dobra gola	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Zipper	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Motores elétricos	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Mesa de enfesto	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Sistema de ar comprimido	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Instalações elétricas	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Instalações de gás	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Outro:	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT
Outro:	MC	MPrev	MPred	Insp	NI	NT

5 – TERCEIRIZAÇÃO

5.1 Qual a proporção em que as atividades de manutenção são realizadas na empresa?

a) Apenas os próprios funcionários

Como a empresa define essa

b) Parcialmente terceirizada

proporção? _____

c) Totalmente terceirizada

5.2 Qual(is) razão(ões) que levam a empresa a optar por entregar algumas atividades de manutenção a empresas externas?

a) Não ter valor estratégico

d) Não ter estrutura/material suficientes

b) Não ter competências disponíveis para estas atividades

c) Não ter recursos humanos suficientes

5.3 Quais os critérios utilizados na contratação de serviços terceirizados?

b) 24 a 30 anos	e) Acima de 45 anos												
c) 31 a 37 anos													
6.3 Como os funcionários da operação são preparados para utilização dos equipamentos com os quais trabalham?													
a) Contratam por experiência	d) Instruídos por outros funcionários												
b) Treinamento interno	e) Não há preparação												
c) Treinamento externo													
6.4 Os funcionários operação fazem pequenos ajustes e consertos nas máquinas e equipamentos?													
a) Sim													
b) Não													
6.5 Existe uma conscientização da equipe operação para a conservação dos equipamentos na sua empresa?													
a) Sim													
b) Não													
7 - RESULTADOS EMPRESARIAIS													
7.1 A empresa já deixou de produzir por motivo de defeito ou quebra nos seus equipamentos?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Baixo</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Alto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Baixo					Alto	1	2	3	4	5	
Baixo					Alto								
1	2	3	4	5									
7.2 A rotina e o ritmo de trabalho da sua empresa já foram afetados pela quebra de máquinas?	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5							
1	2	3	4	5									
7.3 Atualmente, os equipamentos de produção respondem ao nível de produção desejada?	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5							
1	2	3	4	5									
8 - GESTÃO DA MANUTENÇÃO													
8.1 A empresa possui um setor destinado à manutenção?													
a) Sim													
b) Não													
8.2 Quantos empregados estão destinados a manutenção? (nível de instrução)													
a) 1 a 10													
b) 11 a 25													
c) 26 a 40													
d) >41: _____													
8.3 Nível de Escolaridade dos funcionários da manutenção: (responder em quantidade)													
a) Até 1º Grau Completo	d) Superior Incompleto Qual? _____												
b) Até 2º Grau Completo	e) Superior Completo Qual? _____												
c) Técnico Qual? _____	f) Pós-Graduação Qual? _____												
8.4 Qual o nível de rotatividade dos funcionários? (Últimos 5 anos)													
a) 0 < % < 25													
b) 26 < % < 50													
c) 51 < % < 75													
d) Acima de 76%													
e) Não sabe informar													
8.5 Qual o nível de instrução do gestor da manutenção?													

- a) Até 1º Grau Completo
 b) Até 2º Grau Completo
 c) Técnico Qual? _____
- d) Superior Incompleto Qual? _____
 e) Superior Completo Qual? _____
 f) Pós-Graduação Qual? _____

8.8 Marque com um X sua familiaridade com ferramentas de suporte ao planejamento da manutenção.

Ferramenta	Não Conhece	Leve conhecimento	Conhece profundamente / Não aplicou	Conhece profundamente /Já aplicou
Árvore de falhas				
Diagrama de blocos				
FMECA				
FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)				
MCC(Manutenção Centrada na Confiabilidade)				
OEE(Overall Equipment Effectiveness)				
CBM				
RCFA(Root Cause Analysis)				
TPM (Total Productive Maintenance)				

9 – EQUIPAMENTO

9.1 Existem instruções para a manutenção e conservação de máquinas, equipamentos e instalações?

- a) Sim
 b) Não

9.2 A empresa possui um registro de ocorrências (quebra, parada, queima, defeito, vazamento de óleo e outros) relativo às suas máquinas?

- a) Sim
 b) Não

9.2.1 Em caso positivo, como é mantido o registro de ocorrências?

- a) Software específico
 b) Relatório de Ocorrências
 c) Anotações do responsável
 d) Outro: _____

9.3 A empresa utiliza algum sistema de monitoramento de equipamentos/máquinas?

- a) Monitoramento pelo próprio funcionário
 c) Monitoramento através de programas de computador (software)
 d) Monitoramento através de dispositivos nas máquinas
 e) Não se utiliza monitoramento

9.4 Qual a idade média dos equipamento/máquinas das instalações (em anos):

- a) 0 a 2
 b) 2 a 5
 c) 5 a 10
 d) 10 a 20
 e) Acima de 20

9.5 Qual a idade média dos equipamentos utilizados na manutenção (em anos):

- a) 0 a 2
 b) 2 a 5
 d) 10 a 20
 e) Acima de 20

c) 5 a 10

9.6 Existem, na empresa, registros que permitam avaliar se os equipamentos de produção estão em condições de uso?

- a) Sim
- b) Não

9.7 Existem, na empresa, técnicas para o acompanhamento das condições dos equipamentos?

- a) Relatórios de falhas
- b) Medidores de desempenho/status
- c) Procedimentos de verificação
- d) Outros. Quais? _____
- e) Não há.

9.8 Em caso de falhas, como são informadas ao setor de manutenção?

- a) Indicadores visuais/sonoros
- b) Ordem de serviço
- c) Software de acompanhamento do sistema
- d) Informalmente
- e) Outros. Quais? _____