

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**

ANDRÉ FELIPE MUNARO

PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO ENXUTA

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2018

ANDRÉ FELIPE MUNARO

PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO ENXUTA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin

PATO BRANCO

2018

M963p Munaro, André Felipe.
Proposta para implantação da manutenção enxuta / André Felipe
Munaro. – 2018.
82 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do
Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e
Sistemas. Pato Branco, PR, 2018.
Bibliografia: f. 79 - 81.

1. Produção enxuta. 2. Fábricas - Manutenção. 3. Engenharia de
produção. I. Trentin, Marcelo Gonçalves, orient. II. Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Sistemas. III. Título.

CDD 22. ed. 670.42

Ficha Catalográfica elaborada por
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 31

A Dissertação de Mestrado intitulada "**Proposta para implantação da manutenção enxuta**", defendida em sessão pública pelo candidato **André Felipe Munaro**, no dia 26 de fevereiro de 2018, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, área de concentração Gestão dos Sistemas Produtivos, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin - Presidente – UTFPR

Prof. Dr. Dalmarino Setti - UTFPR

Prof. Dr. Guilherme Luz Tortorella - UFSC

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Pato Branco, 24 de abril de 2018.

Carimbo e assinatura do Coordenador do PPGEPS.

MUNARO, André Felipe. **Proposta Para Implantação da Manutenção Enxuta**. 2018. 82 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

RESUMO

O departamento de manutenção industrial tem a responsabilidade da preservação adequada dos ativos e o seu gerenciamento passou a ser uma questão de destaque no concorrido mercado global. A grande expansão dos conceitos da “produção enxuta” mostra a possibilidade de ganhos nas mais diversas áreas, incluindo o departamento de manutenção industrial. Este trabalho propôs um roteiro para o desenvolvimento da manutenção enxuta em empresas por meio de *framework* com base na literatura. Levaram-se em consideração outros *frameworks*, fluxogramas e roteiros de trabalhos relacionados, além da inclusão das premissas da abordagem por processo e observações coletadas em uma avaliação piloto com especialistas de uma indústria de linha branca da região Sudoeste do Paraná, com a qual foi demonstrada particularidades a serem consideradas e seu interesse na aplicação. Na sequência, o roteiro ajustado foi proposto para avaliação de especialistas de seis empresas, sendo empregadas entrevistas semi-estruturadas para a extração de dados. A análise qualitativa dos dados obteve resultados de seis empresas de ramos diversos que devem ser considerados nas implantações, mostrando dificuldades como falta de identificação de equipamentos, manutenção preventiva, ausência de cultura de estudo dos desperdícios, treinamento, 5S e TPM, amplamente abordados na literatura, mostrando as particularidades associadas a esta área específica, bem como o potencial de implantação da filosofia e as suas dificuldades.

Palavras-Chave: *Manutenção Enxuta. Manutenção Industrial. Lean. Estratégias de Manutenção.*

MUNARO, André Felipe. **Proposal for Lean Maintenance Implementation**. 2018. 82 p. Master's Degree Dissertation (Production Engineering and Systems) - Federal Technology University of Paraná. Pato Branco – PR.

ABSTRACT

The industrial maintenance department has a responsibility for the proper preservation of the assets and its management has become a prominent issue in the competitive global market. The great expansion of lean manufacturing concepts shows the possibility of gains in the most diverse areas, including the industrial maintenance department. This work proposed a roadmap for the development and implementation of lean maintenance in companies through a framework based on literature. Other frameworks, flowcharts and work-related scripts were taken into account, as well as the inclusion of the premises of the process approach and observations collected in a pilot evaluation with specialists from a metal mechanic company, with which particularities were demonstrated to be considered and your interests in the application. Then, the adjusted script was proposed to verify specialists from 6 companies, and semi-structured interviews were used. The qualitative analysis of the data obtained results from six companies of diverse branches that should be considered in the implantations, showing difficulties such as lack of identification of equipment, preventive maintenance, absence of culture of waste study, training, 5S and TPM, widely discussed in the literature, showing the particularities associated with this specific area, as well as the potential of implementation of the philosophy and its difficulties.

Key-Words: Lean Maintenance. Industrial Maintenance. Lean. Maintenance Strategies.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	10
1.2. OBJETIVOS GERAIS	11
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	12
1.5. ESTRUTURA METODOLÓGICA	13
2. MANUTENÇÃO ENXUTA: ESTRUTURAÇÃO DE UM <i>FRAMEWORK</i> PARA AUXILIAR SUA IMPLANTAÇÃO	17
2.1. PERIÓDICO PRETENDIDO PARA PUBLICAÇÃO	18
2.2. INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO	18
2.3. <i>LEAN</i> NA MANUTENÇÃO	20
2.4. FERRAMENTAS <i>LEAN</i> APLICADAS NA MANUTENÇÃO	22
2.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DESTE ESTUDO	24
2.6. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO CAPÍTULO	28
2.6.1. Proposta	29
2.6.2. Avaliação da Proposta do item 2.6.1	37
2.7. Análise dos Resultados	39
2.8. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	40
3. MANUTENÇÃO ENXUTA: A CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA PARA SUA IMPLANTAÇÃO	42
3.1. PERIÓDICO PRETENDIDO PARA PUBLICAÇÃO	43
3.2. INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO	43
3.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DESTE ESTUDO	46
3.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO CAPÍTULO	49
3.4.1. <i>Framework</i> proposto	49
3.4.2. Caracterização das Empresas, Respondentes e Setores	56
3.4.3. Avaliação da Proposta	60
3.4.4. Avaliação de Recursos	61
3.4.5. Avaliação de Interesse	62
3.4.6. Mudanças, Sugestões e Pontos de Observação	63
3.4.7. Particularidades de Cada Empresa	65
3.4.8. Análise dos Resultados	68
3.5. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	71
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA DISSERTAÇÃO	73
5. CONCLUSÕES GERAIS	75
5.1. CONTRIBUIÇÕES	78
REFERÊNCIAS	79
APENDICE A – QUESTIONÁRIO	82

1. INTRODUÇÃO

A manutenção é definida como as ações tomadas para conservar um ativo com as funções durante o seu ciclo de vida, além das atividades necessárias para manter as ferramentas de produção e outras existentes de acordo os objetivos da empresa, através de todos os procedimentos para manter os equipamentos da produção ou sistema nas condições esperadas. Ela tem o objetivo de reduzir o custo de produção, aumentar a qualidade do produto, assegurar a continuidade da produção com a redução das paradas de máquinas, realização de programação de produção, aumentando a taxa de utilização, vida útil da planta e, por consequência, melhorando o retorno dos investimentos e segurança, reduzindo os custos de reparo (ARSLANKAYA e ATAY, 2015).

Os tipos básicos de manutenção podem ser corretiva, justificada para equipamentos sem grande importância com baixo custo dos sobressalentes; preventiva, que previne a quebra sem considerar a condição real do equipamento, com grandes custos relacionados; preditiva, que analisa as variáveis da máquina para diagnosticar falhas; autônoma, aquela realizada pelos próprios operadores; centrada na confiabilidade, onde é realizado um estudo de confiabilidade de cada sistema e manutenção produtiva total, centrada em pilares com melhorias específicas como manutenção autônoma, planejada, da qualidade e treinamento (MARCORIN e LIMA, 2003). Nesse sentido, as atividades da manutenção incluem a inspeção, monitoramento, manutenção de rotina, revisão e reparo (MOSTAFA *et al.*, 2015)

Um dos fatores que contribuem para o retorno sobre os investimentos é a correta manutenção dos ativos de uma empresa. Se a manutenção for feita de forma efetiva, benefícios relacionados à produtividade serão alcançados. O setor deve ser reconhecido como uma parte integral da estratégia de negócios, para isso, boas técnicas de manutenção têm sido desenvolvidas (PINJALA *et al.*, 2006). Além dos ganhos anteriormente citados, pode-se destacar o aumento na disponibilidade, confiabilidade, redução de custos e incremento da qualidade, com papel estratégico no aumento da lucratividade, conservação dos ativos e produtividade, sendo fundamental para o bom gerenciamento do setor (FACCIO *et al.*, 2014; SOLTAN e MOSTAFA, 2016; PINJALA *et al.*, 2006; MOSTAFA *et al.*, 2015).

A produção enxuta tem seu conceito ligado à eliminação de todos os tipos de desperdício no processo de manufatura, com zero defeito, redução de custos, visando alcançar os desejos dos clientes quando demandado, sem excesso de estoque e com a melhoria contínua (ARSLANKAYA e ATAY, 2015). Os oito desperdícios abordados no sistema Toyota de produção que são combatidos pela produção enxuta, são excesso de produção, defeitos, processamento inapropriado, transporte excessivo, espera, movimentações desnecessárias, excesso de estoque, subutilização dos empregados (MOSTAFA *et al.*, 2015). A produção enxuta é a prática de eliminação de desperdícios em qualquer área. Seus objetivos são usar menos esforço humano, estoque, melhorar tempo de resposta e a qualidade dos produtos (JASIULEWICZ, 2014).

Entre os conceitos de produção enxuta, entende-se como a prática de eliminação de desperdícios em qualquer área da produção, incluindo relação com consumidores, desenvolvimento de produto, rede de fornecedores, fluxo produtivo, manutenção, engenharia, qualidade e gerenciamento. Seu objetivo é usar menos esforço humano, estoque, tempo para responder a demanda do consumidor, para desenvolver produtos, produzindo com alta qualidade da forma mais eficiente e econômica possível. A produção enxuta visa confiabilidade na cadeia de fornecimento e a manutenção tem um papel importante nisso. Para o bom funcionamento e a criação de um ambiente de produção enxuta, o operador do chão de fábrica precisa saber mais sobre as necessidades do cliente, manutenção do equipamento e confiabilidade, dessa forma, criando-se uma empresa enxuta. (Ricky Smith).

Os 8 desperdícios da produção enxuta equivalentes na manutenção enxuta são manutenção improdutiva, espera por recursos, manutenção centralizada, gerenciamento de estoque pobre, movimentação desnecessária, manutenção pobre, gerenciamento ineficaz de dados e subutilização dos recursos (MOSTAFA *et al.*, 2015). Uma das formas de alcançar os objetivos da produção enxuta é a melhoria da confiança do equipamento e a eficiência das atividades de manutenção. Seu sucesso depende de máquinas com alta disponibilidade e previsibilidade, pois falhas resultam na perda de produtividade e aumento no tempo na entrega de serviços para o cliente (JASIULEWICZ, 2014).

O pensamento *lean* pode ser incorporado no processo da manutenção

através da aplicação dos seus princípios e práticas (SOLTAN e MOSTAFA, 2014). As estratégias de manufatura e manutenção estão ligadas para conseguir produtos de qualidade superior e menor preço. A primeira, através da flexibilidade de produto e volume, automação de processos, treinamento e pessoal habilidoso, integração do planejamento de produção e controle, medição de desempenho enquanto a segunda, de forma análoga, tem estrutura descentralizada, foco no planejamento, manutenção preventiva e preditiva, times envolvendo operadores, foco nas modificações dos equipamentos, medidas de desempenho, entre outros (PINJALA *et al.*, 2016)

Nesse contexto, surge a manutenção enxuta, com o uso de técnicas como o *TPM (Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total)*, e outras do *lean* como *Kaizen* (Melhoria Contínua), *5S* (Qualidade Total), *VSM (Value Stream Mapping – Mapeamento do fluxo do valor)*, *OEE (Overall Equipment Effectiveness – Eficiência geral do equipamento)*, *Poke-yoke*, *Kanban*, entre outros, cuja finalidade é a eliminação dos desperdícios no setor (THANKI *et al.*, 2016; YILE, 2008; ZHANG e CHEEN, 2016; MOSTAFA *et al.*, 2015). Logo, a manutenção enxuta pode ser definida como uma manutenção proativa, planejada e agendada com times habilitados, cujo objetivo é o ganho da confiabilidade e corte de gastos (MOSTAFA *et al.*, 2015). Entre os autores que abordaram o tema, pode-se destacar Mostafa *et al.*, (2015) que traçou um roteiro para a aplicação da manutenção enxuta, Soltan e Mostafa (2014) que abordaram o *lean* e a agilidade dentro do processo de manutenção e Yile *et al.*, (2008) que desenvolveu *framework* para a aplicação do processo de manutenção *lean* em componente específico de equipamento.

1.1. JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

No Brasil, são constatados problemas em relação à produtividade e competitividade industrial, principalmente associados à mão de obra, matérias-primas e máquinas. Nesse caso, políticas de manutenção representam uma forma direta de redução e racionalização dos custos diretos e, principalmente, das perdas existentes nos sistemas produtivos (LINZMAYER, 2013).

A importância da função manutenção e a opção consciente de seu modelo nem sempre são claras e levadas em consideração na análise das estratégias das

organizações – e quando o são, acabam sendo descartadas por uma análise incorreta dos custos envolvidos, sendo que, aparentemente, pode parecer que os custos sejam altos e inviáveis. Observa-se que o bom gerenciamento do departamento auxilia na confiabilidade, disponibilidade, qualidade e custos (MARCORIN e LIMA, 2003).

O Brasil tem custo de manutenção por faturamento bruto de 4,3% do PIB (Produto Interno Bruto) contra a média mundial de 4,1%. Esta realidade demonstra que as organizações devem procurar a melhorias contínua na sua gestão da manutenção, buscando incessantemente conhecimentos inovadores e aplicação das melhores práticas da manutenção já utilizadas nas organizações dos países de primeiro mundo. No Brasil, ainda se trabalha com muita manutenção corretiva não planejada ou manutenção preventiva em excesso. Entre 1992 e 2003, o nível de atuação ficou em média nos seguintes valores percentuais: 28% de Manutenção Corretiva; 36% de Manutenção Preventiva; 19% de Manutenção Preditiva e 17% de Engenharia da Manutenção. Entretanto, ainda são muitos os departamentos de manutenção nos quais técnicas como a preventiva, não são do conhecimento dos responsáveis (OTANI e MACHADO, 2008). Portanto, o problema de pesquisa, consiste na conclusão de que a importância da manutenção na definição das estratégias da empresa nem sempre é levada em conta, o custo de manutenção é superior ao mundial, sendo verificadas práticas de manutenção corretiva e falta do uso racional de técnicas como preventiva, apesar de todos os ganhos relacionados ao bom gerenciamento do departamento nas empresas.

1.2. OBJETIVOS GERAIS

Este estudo tem como objetivo principal propor roteiro para a implantação da manutenção enxuta, obtendo informações sobre as realidades e dificuldades operacionais do departamento de manutenção das empresas.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Na busca ao objetivo geral, alguns objetivos específicos são almejados:

- a) Desenvolver um *framework* (*framework A*), construindo o roteiro a ser seguido para implantação da manutenção enxuta;
- b) Submeter roteiro à avaliação de especialistas em uma empresa, elencando os pontos a serem ajustados;
- c) Ajustar roteiro conforme opiniões dos especialistas;
- d) Avaliar a proposta em um número maior de empresas;
- e) Observar o cenário atual dos departamentos de manutenção das empresas, relacionando-o com a proposta.

Os objetivos específicos serão atendidos na busca pelo objetivo geral.

1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A elaboração de proposta inicial foi feita com o propósito de discussão para avaliar, coletar opiniões, debater com os especialistas e obter os comentários críticos principais que serão expostos nos resultados. O roteiro inicial, que contempla o desenvolvimento de diagrama de fases e passos (diagrama A), *framework* (*framework A*) e tabela de objetivos, teve o levantamento feito em uma indústria de linha branca da região Sudoeste do Paraná, levando em conta a necessidade e objetivos futuros do seu departamento de manutenção, sabendo que o processo de implantação do *lean* já estava sendo implantado na produção.

Na sequência, a pesquisa ficou limitada a empresas que possuem atividades de manutenção com equipe própria. Destaca-se que para possibilitar o desenvolvimento da proposta por empresas de todos os portes, serão elencados quais passos são fundamentais e não estão vinculados à altos recursos.

O estudo não contemplou o acompanhamento, nem a implantação da proposta nas empresas. O maior detalhamento e estratégia, necessários para a sua aplicação deverá ser detalhado pelo usuário que irá levar em consideração aspectos culturais, financeiros, regionais, porte da empresa, objetivos, entre outros.

1.5. ESTRUTURA METODOLÓGICA

A estrutura do trabalho foi feita conforme Instrução Normativa nº 01 de 24 de Abril de 2015 do PPGEPS (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas) da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) campus Pato Branco – PR, na opção de artigos encadeados, onde foram propostos dois artigos.

O primeiro artigo refere-se à proposição de um *framework* (*framework A*) para implantação da manutenção enxuta consistindo no levantamento de técnicas, ferramentas e conceitos da literatura, utilizando-se o roteiro proposto por Mostafa *et al.*, (2015) os quais elaboraram um fluxograma com os passos para a implantação de programa *lean* na manutenção, e a proposição de Chlebus *et al.*, (2015) que desenvolveram um estudo de para implantação de *TPM* (*Total Productive Maintenance* – Manutenção Produtiva Total) em empresas de mineração. Utilizou-se também a abordagem de processos proposta por Miguel *et al.*, (2012), que considera uma avaliação piloto realizada com a gestão industrial de uma empresa de grande porte, analisando possíveis discrepâncias entre a proposta e a realidade das empresas.

O segundo trabalho deu continuidade ao primeiro, executando ajustes com base na avaliação piloto. O *framework* revisado (*framework B*) foi apresentado a especialistas de diferentes empresas através de entrevista semi-estruturada. Os dados qualitativos foram analisados nos resultados, observando principalmente a convergência de informações e opiniões. A Figura 1 mostra o fluxograma com as etapas propostas, exibe a divisão do trabalho, sendo a primeira e segunda linha correspondentes aos artigos 1 e 2, respectivamente.

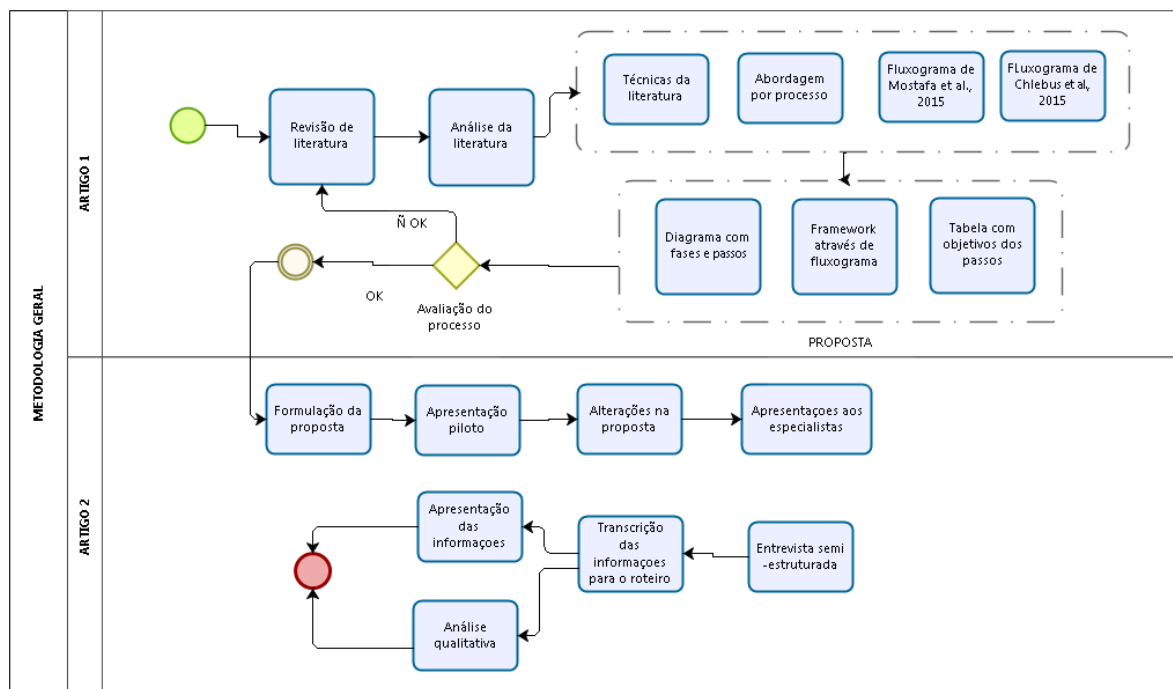


Figura 1 – Fluxograma com a estrutura metodológica da dissertação
Fonte: O autor.

O resumo da estrutura dos trabalhos propostos neste estudo é apresentado no Quadro 1. Nele são apresentados os títulos, objetivos, justificativas e metodologias particularizadas empregadas em cada uma das etapas.

Artigo	1	2
Título proposto	Manutenção Enxuta: Estruturação de um <i>framework</i> para auxiliar a sua implantação	Manutenção Enxuta: Uma proposta para empresas
Objetivo Geral	Propor roteiro para a implantação da manutenção enxuta	Propor roteiro para a implantação da manutenção enxuta, obtendo informações sobre as realidades e dificuldades operacionais do departamento de manutenção das empresas.
Relações com os Objetivos Específicos	<p>a) Desenvolver um <i>framework</i> (<i>framework A</i>), construindo o roteiro a ser seguido para implantação da manutenção enxuta;</p> <p>b) Submeter roteiro à avaliação de especialistas em uma empresa, elencando os pontos a serem ajustados;</p>	<p>c) Ajustar roteiro conforme opiniões dos especialistas;</p> <p>d) Avaliar a proposta em um número maior de empresas;</p> <p>e) Observar o cenário atual dos departamentos de manutenção das empresas, relacionando-o com a proposta.</p>
Justificativa	Possibilidade de trazer ganhos no desempenho das indústrias de diferentes ramos e portes, proporcionando informações sucintas e adaptadas às suas realidades com o desenvolvimento de um diagrama e " <i>framework</i> ", mostrando as fases e etapas para facilitar a sua aplicação, o que foi feito e submetido à avaliação por especialistas ligados à operação de uma indústria de grande porte, permitindo a observação da real aplicação e melhoria dos indicadores relacionados ao desempenho, além de poder ser replicado em outras organizações.	Possibilidade de melhoria do desempenho do departamento de manutenção com o uso de conceitos do produção enxuta, ajustando um roteiro para que sua aplicação seja facilitada, além da etapa de apresentação às empresas que valida o que foi proposto, identifica pontos fracos, sugestões, aspectos culturais, considera experiências e testes já feitos, trazendo resultados que permitem observar necessidades da prática, abordadas ou não na teoria, o que será de grande importância para orientar o usuário que for aplicar o roteiro desenvolvido em trabalhos futuros.
Metodologia	Estabelecimento de " <i>framework</i> " com a utilização dos roteiros propostos por Mostafa <i>et al.</i> , (2015) e Chelebus <i>et al.</i> , (2015). Uso das etapas e passos necessários pela abordagem por processos previstas por Miguel <i>et al.</i> , (2012), ferramentas e técnicas levantadas na revisão de literatura com passos do ProKnowC e avaliação por especialistas.	Ajuste da proposta conforme indicações de avaliação piloto. Nova apresentação a especialistas em diferentes empresas com a obtenção de dados através de entrevista semi-estruturada e análise qualitativa para resultados.

Quadro 1 - Estrutura resumida dos trabalhos.

Fonte: O autor.

A partir da tipologia de Miguel *et al.*, (2012), o primeiro trabalho pode ser compreendido como teórico. Já o artigo 2 é um estudo de campo, visto que a proposta do artigo 1 foi ajustada e apresentada à diversas empresas. Após o ajuste da proposta, novas apresentações foram feitas na empresa onde a avaliação piloto foi feita e em outras cinco de diferentes ramos, que possuem atividades de manutenção interna e onde há possibilidade de apresentação física pelo pesquisador, sem limitar a um ramo e porte específico.

Entre os conceitos e finalidades do termo “*framework*”, pode-se defini-lo como uma forma do entendimento e comunicação de uma estrutura e o relacionamento entre vários elementos dentro de um sistema para um propósito definido, proporcionando uma visão sintetizada da situação, providenciando a base para a resolução de um problema com uma abordagem estruturada para lidar com um objetivo particular. Ele explica, de forma gráfica ou narrativa, os principais fatores chave, variáveis e a relação entre eles. Na prática, trata-se de uma abordagem para a aquisição de um objetivo, através da transformação de entradas em saídas. Em termos gerenciais, representa problemas complexos em uma forma analisável, facilita a comunicação e o entendimento entre participantes que tem diferentes perspectivas, permitindo visualizar os vários componentes do problema e a sua relação. Dessa forma, para a aplicação em questão, será proposto de forma gráfica, através de fluxograma, para mostrar de forma resumida e visual como as etapas da aplicação de um novo sistema de gestão de manutenção interagem (SHEHABUDEEN, 2000).

2. MANUTENÇÃO ENXUTA: ESTRUTURAÇÃO DE UM *FRAMEWORK* PARA AUXILIAR SUA IMPLANTAÇÃO

RESUMO DA SEÇÃO

O setor de manutenção industrial responde pela garantia da confiabilidade das empresas, além de uma parte expressiva do seu do orçamento. A sua boa gestão conduz a ganhos relevantes. A aplicação da filosofia *lean* na manutenção pode proporcionar ganhos financeiros e de eficiência em empresas interessadas. O objetivo do trabalho é de propor um roteiro para desenvolvimento da manutenção enxuta em empresas por meio da elaboração de um *framework*. Para isso, utilizou-se a revisão de literatura sobre o tema, *frameworks*, fluxogramas e roteiros de trabalhos relacionados, além da inclusão das premissas da abordagem por processo e observações feitas em avaliação piloto com especialistas de uma indústria de linha branca da região Sudoeste do Paraná. Uma consulta e apresentação para especialistas demonstrou particularidades a serem consideradas, seus interesses na aplicação e necessidade de ajustes.

Palavras-chave da seção: Manutenção enxuta; manutenção industrial; manutenção enxuta;

SECTION ABSTRACT

The industrial maintenance industry is responsible for ensuring the reliability of the plant, in addition to a significant part of its budget. Its management leads to relevant gains. The application of the *lean* philosophy in maintenance can provide financial and efficiency gains in interested companies. The objective of this work is to propose a roadmap for the development of lean maintenance in companies through the development of a diagram and *framework* with flow chart. For that, the literature review on the theme, *frameworks*, flowcharts and roadmaps of related works was used, as well as the inclusion of the premises of the process approach and observations made in pilot evaluation with specialists of a company. A consultation and presentation to experts showed particularities to be

considered and their interests in the application.

Section keywords: Manutenção enxuta; Industrial Maintenance;

2.1. PERIÓDICO PRETENDIDO PARA PUBLICAÇÃO

European Journal of Industrial Engineering

Qualis: B1 em Engenharias III (Capes 2016)

2.2. INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO

A manutenção tem papel decisivo na disponibilidade e confiabilidade dos recursos das fábricas. O desenvolvimento de política adequada permite que a companhia alcance seus objetivos no tocante à produção. Além disso, o cenário atual tem forçado as empresas a reduzir custos onde for possível, logo, o departamento tem adquirido um papel relevante na diminuição dessas despesas, aumentando a disponibilidade dos equipamentos e qualidade dos produtos (FACCIO *et al.*, 2014).

A operação de manutenção é considerada como um dos principais pilares para aumentar o desempenho da organização (SOLTAN e MOSTAFA, 2014). Em busca de competitividade, foram desenvolvidas muitas novas técnicas e o departamento passou a ter um papel estratégico. Muitas empresas fazem investimentos e um dos fatores importantes sobre o retorno é a manutenção adequada dos ativos. Se a manutenção for aproveitada efetivamente, existe a possibilidade de melhorar a lucratividade e a produtividade da organização (PINJALA *et al.*, 2006). Além disso, o setor ajuda, entre outras questões, na garantia da qualidade do produto, requisitos de segurança e a alta produtividade (MOSTAFA *et al.*, 2015).

O gerenciamento da manutenção passou a ser uma questão crítica para as organizações. O setor cresceu em meio a tecnologias complexas, competição e evolução nas características dos produtos. Para adquirir um bom desempenho é fundamental que as estratégias estejam ligadas aos planos de manufatura, como a “produção enxuta”. A seleção de uma estratégia eficaz mantém um alto grau de

utilização, confiança e disponibilidade das instalações especialmente em processos de produção contínuos. Além disso, reduzem o sucateamento de materiais e peças reservas de equipamentos (MOSTAFA *et al.*, 2015). A escolha da técnica correta deve permitir a verificação do quanto essa política influencia na produtividade e rentabilidade, visto que tem impacto direto na qualidade, eficiência e eficácia da operação, provando que o setor tem uma função geradora de lucro (ALSYOUF, 2007), podendo levar à redução do custo total de produção (SOLTAN e MOSTAFA, 2014) e aumento do desempenho de entrega. Logo, pode ser considerado como uma parte das atividades primárias (PINJALA *et al.*, 2006).

Finalmente, observa-se que o gerenciamento de operações e perda de tempo na produção são problemas de enorme magnitude, que impactam no desempenho e qualidade dos sistemas industriais e no seu custo de produção (KAMSU-FOGUEM e MAUGET, 2013). O *lean*, na sua aplicação ligada à manutenção, surge como uma vertente da produção enxuta para suprir algumas necessidades de melhoria no setor, cujo desempenho é fundamental (MOSTAFA *et al.*, 2015). Nesse sentido, observa-se a importância estratégica do setor dentro das empresas, sendo um forte aliado da produção enxuta na melhoria do desempenho das fábricas, cuja escolha e aplicação da técnica correta é fundamental para proporcionar bons resultados.

O objetivo do trabalho é o de propor roteiro para a implantação da manutenção enxuta. Nesse contexto, este trabalho tem a possibilidade de trazer ganhos no desempenho das indústrias de diferentes ramos e portes, proporcionando informações sucintas e adaptadas às suas realidades com o desenvolvimento de um diagrama (diagrama A) e “*framework*” (*framework A*), mostrando as fases e etapas para facilitar a sua aplicação, o que foi feito e submetido à avaliação por especialistas ligados à operação de uma indústria de grande porte, permitindo a observação da real aplicação e melhoria dos indicadores relacionados ao desempenho, além de poder ser replicado em outras organizações. Em relação à delimitação do trabalho, está contemplada a elaboração de roteiro através do diagrama, *framework*, tabela com objetivos dos passos e a sua apresentação para especialistas de uma empresa. Haverá debate com os especialistas e os comentários principais serão expostos nos resultados. Foge à pretensão do trabalho a alteração do roteiro conforme as opiniões levantadas nessa avaliação piloto ou

qualquer tipo de aplicação prática.

2.3. **LEAN NA MANUTENÇÃO**

A companhia “*Toyota Motor Company*” no período pós-guerra, sob o comando de Eiji Toyoda, engenheiro japonês, foi buscar conhecimentos junto à fábrica da Ford na América. A equipe, que incluía Taiichi Ohno, concluiu que a produção em massa de Ford não funcionaria no Japão. Com base nas limitações da época, surgiu o Sistema de Produção Toyota, o qual evoluiu para a produção enxuta, em resposta às experiências adquiridas diante do confronto com diversos problemas. As companhias iniciaram um processo para se tornar produtoras completas de automóveis. Nesse contexto, a produção enxuta aparece em resposta à necessidade de mercado, e de muitas limitações como o orçamento reduzido que possuía para os processos de fabricação (WOMACK, 2004). A partir de então, várias outras vertentes são desenvolvidas com a aplicação dos seus conceitos e ferramentas em diversos ramos e departamentos como o que será o abordado neste estudo que terá foco na manutenção.

Arslankaya e Atay (2015) analisaram uma empresa de laticínios, cuja mudança na gestão visou desenvolver técnicas de manutenção baseada na preocupação com o planejamento e controle, reduzindo problemas relacionados à produção e custos de uma forma geral. Ou seja, a melhoria do desempenho do setor para otimização dos resultados da empresa. De forma análoga, Thanki *et al.*, (2016), investigaram as práticas da implantação do *lean-green* em pequenas e médias empresas indianas. Os resultados sugeriram que as ferramentas *TPM*, *Kaizen* e *5S* são as práticas mais influentes. Na mesma linha e analisando a combinação do desempenho industrial com o desenvolvimento sustentável, Verrier *et al.*, (2014) observam o desenvolvimento de estratégias para a manutenção competitiva das companhias.

Antes do surgimento do conceito da manutenção centrada na confiabilidade, o emprego da manutenção baseada no tempo era usado com uma série de desperdícios de recursos de manutenção e indisponibilidade dos equipamentos. Já o novo conceito usa o mínimo de recursos para manter o equipamento com a confiabilidade e segurança, reduzindo desperdícios e tornando as paradas eficazes.

Outros conceitos similares são o de “Manutenção-Verde” e concentração em atividades que agregam valor e trazem à tona o conceito enxuto (YILE, 2008). O desperdício é visto como aquilo que não agrega valor ao produto, processo ou serviço (YILEE, 2008; ZHANG E CHEEN, 2016). Na manutenção eles consistem em procedimentos antiquados, excesso de estoque, inventário de equipamento, materiais e peças, desperdício de tempo e transporte. O que combate a esses desperdícios pode ser chamado de manutenção enxuta (YILE, 2008).

Mostafa *et al.*, (2015) definem a manutenção enxuta como uma técnica proativa, que emprega atividades de manutenção planejada e agendada através da *TPM*, estratégias de manutenção centrada na confiabilidade e praticada por times de ação habilitados com a intenção de gerar um aumento nas entregas e redução nas entradas. Nesse sentido, a técnica adota os princípios da produção enxuta, dentro das operações de manutenção, reparo e revisão. Entre os ganhos, pode-se destacar a redução das quebras não programadas. Para efetivamente conseguir os objetivos, aplicam-se, na manutenção, ferramentas chave do *lean manufacturing* como o MFV (mapeamento do fluxo do valor), 5S, gerenciamento visual, com o desenvolvimento de atividades de 5S, *TPM*, *OEE*, *KAIZEN*, *poka-yoke*, *kanban*, além de outros como sistema de gerenciamento da manutenção computadorizado.

Finalmente, Yile e Zoulei (2008), definem a manutenção enxuta como um novo conceito, cujo objetivo é o de proporcionar à empresa uma confiabilidade de equipamentos próxima a 100% e cortes de gastos superiores a 50%, através da manutenção proativa, manutenção planejada e agendada através de práticas de *TPM* (“*Total Productive Maintenance*” – Manutenção Produtiva Total), usando estratégias de manutenção desenvolvidas através da aplicação de diversas técnicas (muitas das quais serão descritas no trabalho) e com o suporte de um estoque de materiais sólido e estratégico desenvolvido pela engenharia de manutenção com a aplicação de ferramentas específicas para este fim, bem como o monitoramento dos resultados.

Com base nas definições dadas pelos autores, pode-se fazer a definição própria de manutenção enxuta como: “Método de gestão aliado da produção enxuta, que usa a adaptação das suas técnicas no departamento de manutenção industrial com a finalidade de eliminação dos desperdícios, melhoria do desempenho do setor frente à complexidade gerencial e dos novos equipamentos desenvolvidos,

buscando a satisfação dos clientes, principalmente a produção, com serviços executados através de menores custos, mais rapidez e alta qualidade.”

2.4. FERRAMENTAS *LEAN* APLICADAS NA MANUTENÇÃO

Algumas das ferramentas do *lean* que podem ser aplicadas para ganhos na manutenção são aqui detalhadas:

a. 5S (qualidade total) é um programa centrado nos cinco princípios: Ordenação, estabilização, limpeza, padronização e sustentação. Destaca-se a padronização que é caracterizada como a soma das ações e medidas para levar a unificação racional das soluções recorrentes, possibilitando a redução de custos (MIKVA *et al.*, 2016).

b. Na análise de falhas, quando uma ocorrência acontece por muitas vezes, é considerada como um desperdício e torna-se necessária a eliminação da causa raiz (YILE, 2008). Para uma melhoria efetiva nas operações de manutenção, destacam-se as atividades de remoção de falhas anormais, novos requisitos de satisfação da produção pela modernização, adaptação e renovação para aumentar a vida de equipamentos, partindo da técnica de análises de falhas (ELFEZAZI, 2016).

c. O gerenciamento visual é usado dentro da padronização (MIROSLAVA *et al.*, 2016) para melhorar benefícios pela exposição de indicadores de desempenho, influenciando o comportamento, incentivando o progresso e ajudando a atingir os objetivos organizacionais (VERRIER *et al.*, 2015).

d. Práticas *kaizen* são um conjunto de ferramentas que focam na melhoria contínua da qualidade (ARSLANKAYA e ATAY, 2015; KNECHTGES, 2014). Com a análise e implantação rápida, chamado de “evento Kaizen”, onde há a adição de um elemento humano, define-se, mede-se e analisa-se o problema. Na sequência, o desperdício é selecionado, determina-se um líder, discute-se a estratégia, seleciona-se um desperdício e implanta-se a mudança para testar rapidamente o impacto e, se a intervenção foi eficaz, identifica-se o próximo problema (KNECHTGES, 2014). Esse evento possibilita a forte aplicação de outras técnicas como o 5S e a melhoria contínua passa a ser encorajado pelos times e todos os funcionários (JIMÉNEZ *et al.*, 2015; VERRIER *et al.*, 2015).

e. O mapeamento do fluxo de valor se refere ao sentido percorrido pelos

materiais e informações, ajudando a pensar sobre o fluxo ao invés de desperdícios isolados e a implementar o sistema *lean* ao invés de técnicas pontuais. Nesse caso, os gerentes podem fazer melhorias no ambiente de trabalho para eliminar desperdícios e maximizar o valor, classificando os processos entre aqueles que adicionam e não adicionam conteúdo, identificando todos os tipos de desperdícios e indicando os passos para eliminá-los (ZANG e CHEN, 2016; YILE, 2008) com a possibilidade de mensurar uma grande economia com pequenas mudanças no fluxo do processo (VERMA e SHARMA, 2016).

f. No planejamento e indicadores, observa-se que diversos problemas de produção estão ligados a quebras de sistema em máquinas com perdas econômicas para empresa e o planejamento e programação da manutenção pode aumentar a produtividade em 5% (GOPALAKRISHNAN *et al.*, 2015). Um exemplo destacado por Yile (2008) observa a importância de ferramentas de monitoramento para identificação do estado das máquinas, pois o intervalo errado de manutenção é o primeiro desperdício identificado. A importância dos indicadores se dá na identificação de desempenhos baixos e oportunidades de melhoria, observando que muitas indústrias ainda têm falta de parâmetros de medição (LINDBERG *et al.*, 2015). A criação de um programa de indicadores deve incluir um marco histórico, com metas, planejamento e reuniões, assim o pessoal ganha informações, compartilha experiências com os colegas, dando novas ideias de solução de problemas aos gerentes (ZANG e CHEN, 2016).

g. A *TPM* surge com o objetivo de realizar o gerenciamento dos equipamentos e manutenção preventiva, direcionando atividades de rotina aos operadores para aumentar a sua participação no processo (CHLEBUS, 2015). Maksoud *et al.*, (2005) identificaram ganhos nos desempenhos não financeiros em fábricas de manufatura incluindo a análise da eficiência do *TPM*. Ahmad *et al.*, (2012) estabelece a relação entre o gerenciamento da qualidade dos produtos, o desempenho da empresa, produção *enxuta* e *TPM*, onde qualidade, *Lean*, *TPM* e desempenho têm objetivos similares na melhoria contínua com a redução de desperdícios e melhoria do desempenho. Konecny e Thun (2009) analisaram o impacto da qualidade e *TPM* observando principalmente o envolvimento dos funcionários e mostrando a importância dos recursos humanos com impacto no desempenho da fábrica. Bakri *et al.*, (2012) vê a técnica como forma de impulsionar

a Produção Enxuta. Para Yile (2008), o caráter central nesse caso é a manutenção autônoma que inclui limpeza, identificação e eliminação das “causas-raiz” das falhas, padrões para verificação diária; treinamento associado à função do equipamento e parâmetros chave para operação; identificação de peças de reposição e ferramentas requeridas, repetindo todos os passos na melhoria contínua. Destaca-se que o time de desenvolvimento do *lean* é um grupo cujo elemento principal é o aprendizado. Eles precisam esforçar-se para impulsionar a criação do conhecimento para melhoria do processo. Para a criação do programa de treinamento pode-se utilizar a linguagem informal, dados, figuras, especificações, manuais, podendo ser transferido facilmente para os indivíduos das organizações nas ações individuais, atitudes, comprometimento, ideias, valores e emoções (ZANG e CHEN, 2016).

h. No gerenciamento dos locais de manutenção reparo e revisão (MRO – Manutenção Reparo e Operações), esse “estabelecimento”, que deve estar descentralizado e próximo ao ponto de consumo, emprega materiais padrão para aplicações comuns, elaborados através de planejamento e técnicas de previsão (MOSTAFA, 2015). Os procedimentos de falha padrão podem indicar as peças de reposição necessárias que deverão existir nesses locais (CHLEBUS *et al.*, 2015).

i. O sistema de gerenciamento da manutenção computadorizado é utilizado para planejamento, agendamento, controle de estoques, gerenciamento de custo do trabalho, materiais e histórico de ativos através de *softwares* (MOSTAFA, 2015). Entre os benefícios, pode-se destacar a redução de custo de peças de reposição, aumento da disponibilidade e redução no “*lead time*” (DONOGHUE, 2004). O *software* utilizado pode incluir o sistema de ordens de serviço para manutenção, planejando, atribuindo e agendando os trabalhos, auxiliando no desempenho e confiabilidade de dados, sendo a parte estrutural da manutenção proativa nas organizações (MOSTAFA, 2015).

2.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DESTE ESTUDO

A seleção de trabalhos para a revisão de literatura e definição das técnicas que serão estudadas foi feita com base em passos da técnica Proknow-C (Knowledge Development Process – Construtivist). A metodologia permite gerar o

conhecimento para orientar o pesquisador na manutenção do foco e contribuir cientificamente com a comunidade de pesquisadores (MARAFON *et al.*, 2012). A ferramenta adota, entre muitas outras, as etapas que foram adaptadas e utilizadas no trabalho para a seleção de artigos pertinentes ao tema avaliado. Basicamente, podem ser elencadas:

a. Busca em bases de dados Scopus e Science Direct com combinações de palavras-chave, que foram detalhados através de três eixos principais de pesquisa (Produção Enxuta; Manutenção; Desempenho);

b. Estabelecimento de filtros na base de dados, como a separação de artigos antigos, principalmente com mais de cinco anos de publicação. A intenção desse filtro é de observar os trabalhos mais atualizados, considerando problemas de estudo mais recentes. Os trabalhos também foram filtrados pela inclusão desses termos no título, resumo e palavras chave. A primeira seleção aconteceu pelo título (só foram selecionados títulos pertinentes ao tema).

c. Remoção dos artigos duplicados;

d. Leitura pelos títulos para observar alinhamento com o tema;

e. Leitura dos resumos;

f. Enquadramento final com leitura integral dos artigos e a inclusão de outros que não apareceram na pesquisa, mas já são do conhecimento do autor.

A pesquisa foi concentrada nas técnicas abordadas pelos autores do quadro 2. Após selecionados os artigos, foi realizada a sua leitura integral para análise de quais técnicas foram abordadas. De posse das técnicas, as principais foram selecionadas.

A metodologia também observou abordagens de métodos já propostos como o de Mostafa *et al.*, (2015) que traçaram um roteiro para o de programa de manutenção enxuta e Chlebus *et. al.*, (2015) que desenvolveram estudo de caso com fluxograma para implantação de *TPM* em empresas de mineração que pode ser replicado por qualquer interessado.

De forma similar à Mwanza e Mbowe (2017), Faccio *et al.*, (2014) e Miguel *et al.*, (2012) que, respectivamente, propuseram, através de fluxograma, um “*framework*” para: Melhoria da segurança no departamento de manutenção; desenvolvimento de política de manutenção e exemplificar a abordagem de processos através de seleção estratégica de *AMT* (*Advanced manufacturing*

strategies), apresentar o *framework* da proposta de manutenção enxuta, o que será feito por meio de um fluxograma.

Para o trabalho, *framework* é definido como uma forma de entender e comunicar uma estrutura, mostrando o relacionamento entre vários elementos dentro de um sistema para um propósito definido, para uma visão sintetizada da situação, providenciando a base para a resolução de um problema com uma abordagem estruturada para lidar com o objetivo. Através de forma gráfica, explica os principais fatores, variáveis e a relação entre eles. Na prática, trata-se de uma abordagem para a aquisição de um objetivo, através da transformação de entradas em saídas (SHEHABUDEEN, 2000). No estudo em questão, será proposto de forma gráfica, através de fluxograma, para mostrar de forma resumida e visual como as etapas da aplicação de um novo sistema de gestão de manutenção interagem

A abordagem prevista é a “por processo”, proposta por Miguel *et al.*, (2012), que utiliza forma de operacionalizar a proposta com passos a serem seguidos, condução do processo, testes empíricos e resultados práticos. Nesse caso, o *framework* proposto (*framework A*) deve ser instrumentalizado através da divisão de fases e passos com respectivos objetivos que, na prática, precisarão ser operacionalizados por folhas de tarefa.

Para a aplicação da abordagem por processos, as premissas e recomendações de Miguel *et al.*, (2012) são:

- a. Desenvolvimento de procedimentos bem definidos, especificando os passos a serem seguidos, visualização da estrutura global, compreender como as partes formam uma lógica;
- b. Etapas mostrando a necessidade da participação de envolvido;
- c. Gestão do projeto que serve para providenciar recursos adequados, operacionalizando e supervisionando;
- d. Obtenção do comprometimento;
- e. Avaliação do processo, verificando se os resultados obtidos e seus efeitos são conclusivos, necessitando verificar a factibilidade, usabilidade e utilidade.

Observa-se então uma etapa importante de avaliação. Nesse caso, apesar da proposta ter sido generalizada, feita com base na literatura e em trabalhos similares, considerou-se a avaliação em empresa selecionada (lembrando que a delimitação do trabalho prevê a avaliação em uma empresa). Trata-se de uma

empresa da linha branca localizada na região Sudoeste do Paraná, classificada de acordo com as definições do Sebrae como sendo de grande porte, por ter um número de funcionários superior a 100 (SEBRAE, 2017). A empresa possui aproximadamente 1600 funcionários. A seleção se deu em função de ter setor de manutenção próprio com diversas sub-áreas e a possibilidade de colaboração com opiniões de diferentes especialistas. A avaliação então foi realizada com a equipe de manutenção e de manufatura com a entrega de resumo da metodologia e resultados. Na sequência foi realizada apresentação de *slides* de trinta minutos e disponibilizado mais trinta minutos para os comentários.

A Figura 2 mostra a sequência metodológica deste estudo.

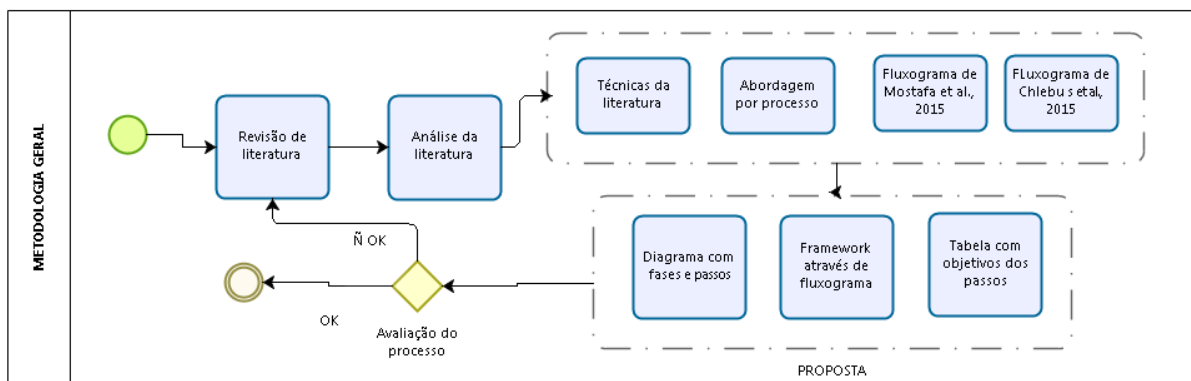


Figura 2 - Passos da metodologia.
Fonte: O autor.

2.6. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO CAPÍTULO

As buscas realizadas selecionaram 117 trabalhos e a eliminação dos repetidos resultou em 98 artigos. Todos os resumos foram lidos para a análise da pertinência ao tema e nisso foram classificados 25 trabalhos. Ainda foram inclusas outras referências conhecidas para dar suporte ao trabalho. Entre as técnicas abordadas pelos autores e selecionadas para a inclusão na proposta, destaca-se as do Quadro 2.

Técnica	Autor
5S	Mikva <i>et al.</i> , 2016; Jiménez <i>et al.</i> , 2015; Chelebus <i>et al.</i> , 2015
Análise de falhas	Elfezazi, 2016; Yile, 2008; Chelebus <i>et al.</i> , 2015
Gerenciamento visual	Verrier <i>et. al.</i> , 2015; Mikva <i>et al.</i> 2016
<i>Kaizen</i>	Knechtges, 2014; Jiménez <i>et al.</i> , 2015; Arslankayaam e Atay 2015; Jasiulewicz – Kaczmarek, 2014; Cable, 2010; Thanki <i>et al.</i> , 2016
MFV	Verma, Sharma, 2016; Yile, 2008; Zhang and Chen, 2016
Planejamento e indicadores	Gopalakrishnan <i>et al.</i> , 2015; Lindberg <i>et al.</i> , 2015; Sari <i>et al.</i> , 2015; Yile, 2008; Zhang and Chen, 2016
<i>TPM</i>	Bakri <i>et al.</i> , 2012; Konecny, Thun, 2009; Abdel-Maksoud <i>et al.</i> , 2005; Yile, 2008; Zhang and Chen, 2016; Chelebus <i>et al.</i> , 2015
Gerenciamento dos locais Manutenção reparo e revisão	Kennedy <i>et al.</i> , 2002; Chelebus <i>et al.</i> , 2015
Sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção	O'Donoghue, 2004; Ruiz <i>et al.</i> , 2014; Abreu <i>et al.</i> , 2013; Pinjala, 2006

Quadro 2 – Técnicas e autores

Fonte: O autor.

2.6.1. Proposta

As técnicas são retomadas na etapa de “transformação *lean*”, na fase de aplicação. Através dos roteiros propostos por Mostafa *et al.* (2015) e Chelebus *et al.* (2015), entre outros trabalhos associados observados na literatura, além das etapas e passos necessários pela abordagem por processos prevista por Miguel *et al.* (2012), e o que se percebeu como importante na empresa piloto, criou-se então o diagrama de fases e etapas para ilustrar a proposta, que é apresentado na Figura 3 (diagrama A).

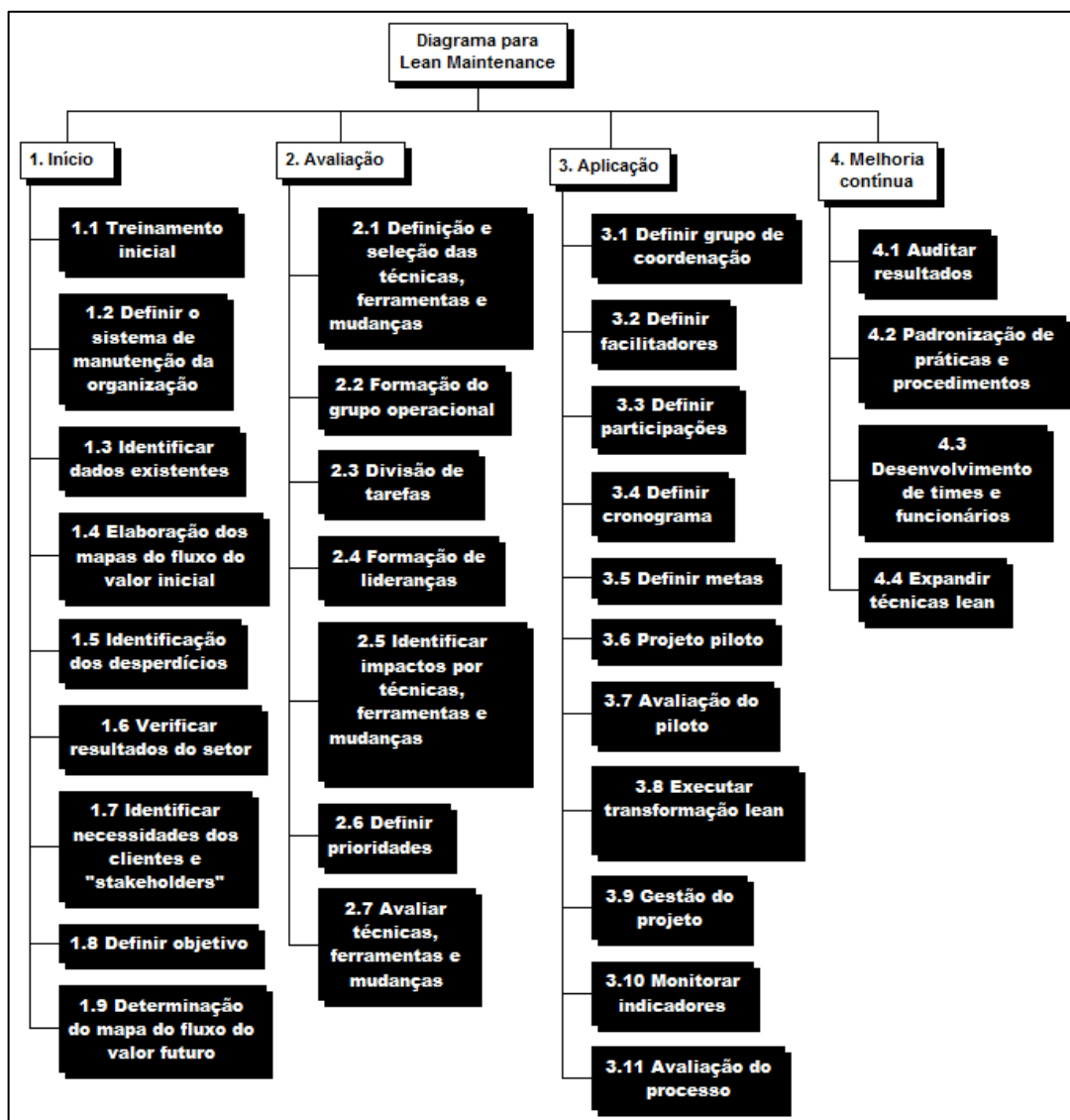


Figura 3 – Diagrama A (processo de implantação de sistema de manutenção enxuta).
Fonte: O autor.

Considerando o diagrama e a revisão de literatura, construiu-se o “framework” intitulado *framework A*, mostrado na figura 4 e proposto para interligar as etapas e fases apresentadas no diagrama A (figura 3) e guiar a implantação de um programa de manutenção enxuta para empresas interessadas.

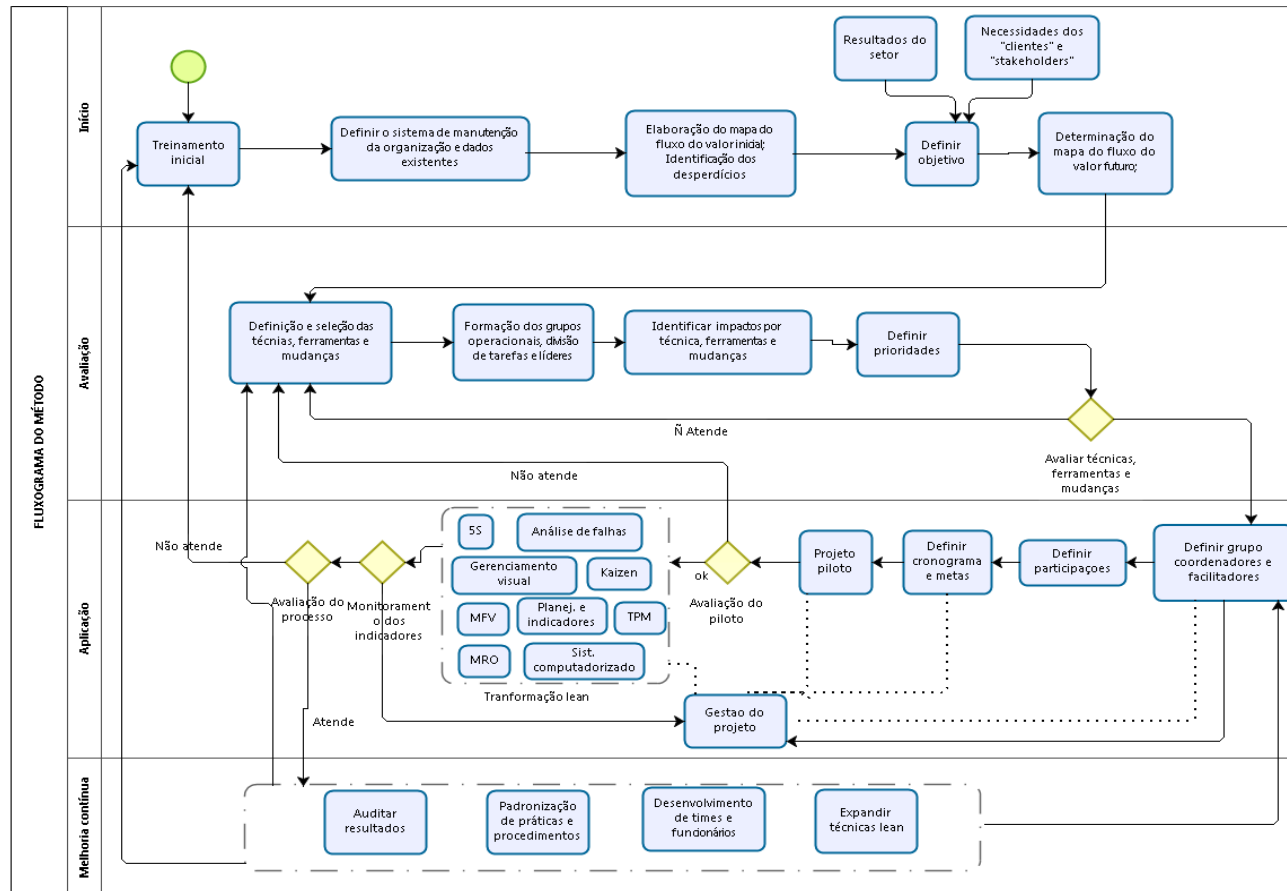


Figura 4 – Framework A.
Fonte: O autor.

O *framework* mostra a relação de precedência entre as fases e etapas, mostrando como elas interagem. A partir do diagrama e “*framework*” (*framework A*), o Quadro 3 foi desenvolvido, trata-se de uma ferramenta prevista pela abordagem por processos, cuja finalidade é destacar os objetivos de cada passo para a elaboração das folhas de tarefa ou procedimento padrão, que deverão ser detalhados por cada empresa a sua necessidade, cultura e especificidade.

(continua)

Fase	Nº da fase	Nº Passo	Passo	Objetivo
Início	1	1.1	Treinamento inicial	Explicação sobre as etapas e disseminar conhecimento inicial necessário, obter comprometimento e definir claramente as expectativas
		1.2	Definir o sistema de manutenção da organização	Estabelecer as responsabilidades atuais do departamento de manutenção para analisar oportunidades
		1.3	Identificar dados existentes	Verificar quais dados estão disponíveis para serem explorados
		1.4	Elaboração do mapa do fluxo do valor inicial	Identificação completa do estado inicial e facilitar objetivo do passo 1.5
		1.5	Identificação dos desperdícios	Observar possibilidades de melhoria e oportunidades de ganhos
		1.6	Verificar resultados do setor	Conclusão final sobre o estado atual do setor
		1.7	Identificar necessidades dos clientes e "stakeholders"	Incorporar interesses da organização como os do gerente do setor, diretoria e clientes
		1.8	Definir objetivo	Determinar objetivo principal do programa para ser alcançado
		1.9	Determinação do mapa do fluxo do valor futuro	Determinar todos os pontos a serem alcançados retirando aquilo que não adiciona conteúdo (desperdícios)
Avaliação	2	2.1	Definição e seleção das técnicas, ferramentas e mudanças	Detalhar tudo o que precisará ser aplicado e alterado
		2.2	Formação do grupo operacional	Selecionar integrantes do grupo que será responsável pela transformação
		2.3	Divisão de tarefas	Determinar tarefas de cada integrante do grupo
		2.4	Formação de lideranças	Seleção estratégica de líderes dos grupos a conduzir e motivar integrantes
		2.5	Identificar impactos por técnicas, ferramentas e mudanças	Analisar tudo o que precisará ser alterado e seu impacto, incluindo despesas necessárias
		2.6	Definir prioridades	Verificar pontos críticos com maiores oportunidades a serem feitos antecipadamente e guiar a transformação
		2.7	Avaliar técnicas, ferramentas e mudanças	Observar proposta juntamente com os interessados e analisar necessidades de mudanças

Quadro 3 – Resumo das fases, passos e seus objetivos.

Fonte: Adaptado de (Miguel *et al*, 2012).

(conclusão)

Fase	Nº da fase	Nº Passo	Passo	Objetivo
Aplicação	3	3.1	Definir grupo de coordenação	Formação do grupo que gerenciará o projeto providenciando recursos necessários
		3.2	Definir facilitadores	Formação do grupo com conhecimento específico sobre todas as etapas para servir como facilitador
		3.3	Definir participações	Definir participações de integrantes de outras áreas para melhor desempenho do projeto
		3.4	Definir cronograma	Analisar tempo necessário, marcos e fases do projeto
		3.5	Definir metas	Incentivar integrantes a conseguir objetivo
		3.6	Projeto piloto	Implantação piloto de uma técnica, através de um “evento <i>Kaizen</i> ” afim de analisar a eficácia do processo
		3.7	Avaliação do piloto	Avaliar o processo e necessidade de reformulá-lo
		3.8	Executar transformação <i>lean</i>	Fazer a transformação conforme definições preliminares aplicando as principais técnicas no setor
		3.9	Gestão do projeto	Fazer o gerenciamento através do grupo de coordenação sem que faltem recursos
		3.10	Monitorar indicadores	Ver se as metas foram alcançadas conforme definição preliminar
		3.11	Avaliação do processo	Avaliar, novamente, necessidade de reformular o processo conforme a gestão do projeto e indicadores
Melhoria contínua	4	4.1	Auditar resultados	Verificar se resultados foram contundentes ao exposto
		4.2	Padronização de práticas e procedimentos	Fazer com que o processo se concretize e seja aplicado por todos, incluindo novos integrantes do departamento
		4.3	Desenvolvimento de times e funcionários	Preparar e capacitar integrantes para visualizarem mais oportunidades
		4.4	Expandir técnicas <i>lean</i>	Continuar a busca de melhorias em outros departamentos da empresa

Quadro 3 – Resumo das fases, passos e seus objetivos.

Fonte: Adaptado de (Miguel et al, 2012).

Em função do diagrama A (Figura 3), *framework* A, mostrado na figura 4 e tabela apresentada no quadro 3, alguns passos são vistos, pela revisão de literatura e pelos comentários feitos pelos especialistas na avaliação feita na empresa observada (empresa da linha branca localizada na região Sudoeste do Paraná), como etapas fundamentais para o sucesso da aplicação da proposta, nesse caso, um detalhamento maior é apresentado:

a. Treinamento inicial (item 1.1 do Quadro 3), que servirá para nivelar conhecimento e desenvolver um pensamento crítico dos envolvidos para passarem a enxergar desperdícios e oportunidades. Com isso, cria-se uma política com valor e objetivo do programa a ser lembrada pelos técnicos e difundida para o restante da

organização. A experiência obtida nos grupos de “produção enxuta” da empresa piloto mostra que os treinamentos, cuja duração não podem passar de uma hora, devem ser elaborados em grupos de cinco pessoas, ministrado por especialista com a presença do gestor, até que todas as pessoas operacionais e administrativas sejam treinadas, abordando, além de todas as técnicas detalhadas, diagrama, *framework*, quadro de objetivos, tópicos relacionados a desperdício, bem como informando sobre novos indicadores e formas de gerenciamento visual que serão adotadas e monitoradas. Adicionalmente, deve ser formulada cartilha básica e didática com essas informações.

b. Elaboração do mapa do fluxo do valor (item 1.4 do Quadro 3), onde identifica-se o sentido percorrido pelo produto da manutenção, considerado como o serviço aplicado, até que seja entregue ao cliente final (produção e demais áreas de apoio). O mapeamento do fluxo do valor é usado para visualizar o fluxo da informação ou material dentro da cadeia. A ferramenta ajuda a organização a reconhecer diversas formas de desperdício e suas fontes. Autores como Verma e Sharma (2016) iniciaram a aplicação do programa com essa técnica, tendo bons resultados na melhoria do desempenho. Visa-se o envolvimento e facilidade dos funcionários na identificação dos desperdícios, possibilitando a sua mensuração e alterações didáticas para visualizar o estado pretendido. No caso da empresa piloto, largamente utiliza-se o parâmetro do custo de transformação, naquele caso, os maiores pesos têm sido para mão de obra, energia elétrica e matéria prima. Como em muitos casos os processos são complexos, pode-se separá-los em diversos MFV's. Alguns dos principais desperdícios foram definidos anteriormente e podem servir de base. Deve-se, nesse caso, analisar todos os desperdícios possíveis com base no estado inicial.

c. Elaboração do mapa do fluxo do valor futuro (item 1.9 do Quadro 3), definindo indicadores e metas: Nessa etapa, planeja-se o fluxo do valor com base na redução ou retirada de desperdícios, analisando o estado a ser alcançado, quais alterações são necessárias nos processos, possibilidade de unificação ou eliminação. Definem-se também quais itens são prioritários na consecução dos objetivos para o estabelecimento de metas a serem alcançadas com base nos indicadores. Verificam-se quais indicadores serão analisados e medidas iniciais para futuro monitoramento, observando dados já existentes ou a necessidade de criação

de novos parâmetros, o que deve ser feito juntamente com a área de produção e qualidade, uma vez que os indicadores afetam diretamente esses departamentos. Alcançando um consenso, devem ser largamente divulgados à diretoria e setores envolvidos que participarão de discussão mensal para acompanhamento. Com isso visa-se analisar e estabelecer didaticamente o estado a ser alcançado, engajar envolvidos através do estabelecimento de metas, prazos e responsáveis.

d. Executar transformação *lean* (item 3.8 do Quadro 3), a aplicação de técnicas, que é um ponto particular de cada empresa, onde cada técnica precisa ser específica para a sua realidade, em função do que foi identificado nos passos anteriores. Cada empresa deverá elaborar treinamento específico para todos os envolvidos, desenvolvendo estratégia individual e analisando o que é necessário para a sua aplicação. Um ponto importantíssimo é o de levantar os custos necessários para aplicação, visto que muitas delas demandam investimento inicial para a sua manutenção. Destacam-se algumas ferramentas principais levantadas na literatura e mostradas no item 3.8 do Quadro 3 (“Executar transformação *lean*”).

- Planejamento e indicadores, onde os parâmetros passam a ser monitorados, analisando discrepâncias para então programar a parada e manutenção do equipamento. O monitoramento de indicadores é feito com a definição de parâmetros e metas através da participação de gerencia e diretoria. Após a implantação do programa, os indicadores devem ser vistos para analisar se as metas foram alcançadas. Em caso afirmativo, passa-se para a melhoria contínua e expansão, em caso negativo, tudo deve ser reavaliado para a continuidade da busca dos objetivos.

- 5S (qualidade total), que surge para organização do local de trabalho, envolvendo todos da área. As atividades de ordem, arrumação, limpeza, padronização e melhoria contínua são observadas. Promove-se a identificação prévia de problemas em um ambiente limpo que traz mais segurança. A frequente e boa organização do ambiente é mais previsível e a padronização traz respostas mais rápidas. A partir dele surge a padronização com a aplicação de procedimentos para operação de máquinas seguindo as premissas de brevidade, simplicidade, flexibilidade, linguagem compatível e permitindo monitoramento. Destaca-se a facilidade de documentação do processo para todas as mudanças, redução na variabilidade, fácil treinamento dos operadores e formação de linha de base para as

atividades de melhoria, adicionando disciplina, entre outros benefícios.

- Gerenciamento dos locais manutenção, reparo e operação (MRO – Manutenção Reparo e Operações), onde o “departamento” é localizado de forma a estar o mais próximo possível do ponto de uso. Nesses locais estão materiais padrão para uso comum, baseado no planejamento e técnicas previstas. Com ele visa-se facilitar a realização de serviços de forma rápida sem a necessidade de deslocamentos para buscar ferramentas ou materiais. Deve-se analisar as máquinas existentes na planta e sua documentação, verificando peças críticas, com prazo de entrega grande e estabelecendo planilha com quais itens, quantidade a ser comprada e custo para ser mantido. Também devem ser analisados os sobressalentes que estão armazenados sem que sejam necessários. As disposições desses departamentos devem ser próximas aos clientes, feitas através de uma análise de *layout* juntamente com um responsável por processos e produção, além do debate com os técnicos de manutenção sobre quais as ferramentas e peças mais utilizadas.

- Sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado. Entre os *softwares* disponíveis no Brasil, pode-se destacar: Manusis; Engeman; Sisum e Sigma. Com ele promove-se a rapidez e confiança, possibilitando manter histórico para análise dos equipamentos, formulação de indicadores entre muitas outras ferramentas de gestão. Para a aplicação, analisa-se o custo e necessidade de estar vinculado com o *software* de gestão dos outros departamentos da empresa. Aqui o ponto principal é analisar se dispõe de indicadores, possibilita cadastro de equipamentos, técnicos e apontamento de ordens de serviço. Juntamente com o sistema de gerenciamento da manutenção computadorizado, o módulo de ordens de serviço é usado para o estabelecimento de indicadores e histórico de ocorrências, afim de estabelecer metas e monitorar máquinas ou processos que demandem atenção especial, bem como o balanceamento de atividades dos técnicos de manutenção. Os campos com as informações necessárias devem estar nas ordens de serviço a serem preenchidas pelos técnicos e enviadas para a administração da manutenção para serem apontadas no *software* ou planilha de dados. Um exemplo de histórico com as informações essenciais é mostrado na Quadro 4.

- Análise de falhas, permitida com a manutenção do histórico dos equipamentos (ELFEZAZI, 2016). Na análise de falhas busca-se a eliminação da

causa raiz. Nesse contexto diversas ferramentas estão disponíveis, como o diagrama de Ishikawa.

Máquina:	Prensa 1001			Setor:	Estamparia 1	
Data	Hora	Duração	Natureza	Categoria	Observação	Técnicos
31/12/1999	12:00	0:30	Elétrica	Corretiva	Cabo de alimentação	-João da Silva -José Santos
15/01/2000	15:30	2:00	Diversas	Preventiva	Preventiva Mensal	-André Munaro -Marcelo Trentin

Quadro 4 - Exemplo de histórico.

Fonte: O autor.

- *TPM (Total Productive Maintenance)*. A técnica envolve diversas áreas como melhoria de equipamentos e processos, manutenção planejada, educação, treinamento, gerenciamento de novos equipamentos, gerenciamento da qualidade de processos, *TPM* no escritório e gerenciamento de segurança e meio ambiente. Sugere-se inicialmente o desenvolvimento, além daqueles elencados anteriormente, da manutenção autônoma para despertar o “sentimento de posse” dos operadores sobre os equipamentos, treinando-os com a experiência e conhecimento dos técnicos de manutenção, para que ajustes e tarefas de rotina como limpeza e lubrificação passem a ser desenvolvidas por operador de confiança capacitado. Deve ser estabelecido o nível e tipos de operadores de manutenção e exatamente quais atividades serão executadas. Treinamentos e responsabilidades devem ser apontadas em documento, contando com a ferramenta de padronização anteriormente destacada.

- *Kaizen*. A partir do mapeamento do fluxo do valor futuro, qualquer mudança considerável pode ser vista como um “evento Kaizen”, nesse caso a metodologia é aplicada. Na definição dos grupos, eles podem ser chamados de grupos de Kaizen e trabalhar com planejamento para a realização de um “evento Kaizen” que visará resolver um problema, conseguir um objetivo ou realizar uma melhoria.

- Gerenciamento visual é feito com a criação de indicadores-chave de desempenho que podem influenciar o comportamento, incentivar o progresso, ajudar a alcançar os objetivos organizacionais e quantificar os desperdícios. Todos estes benefícios são reforçados pelo gerenciamento visual, especialmente com a partilha

dos objetivos comuns (VERRIER *et. al*, 2016). Com a ferramenta, visa-se o engajamento de técnicos na análise de indicadores e busca das metas. Para a aplicação, deve-se definir os indicadores com os dados que estão ou estarão disponíveis e implantar quadro visual com o acompanhamento através de gráficos de fácil entendimento, fazendo reunião semanal para discussão dos resultados.

2.6.2. Avaliação da Proposta do item 2.6.1

A etapa de avaliação por especialistas visou observar as principais características da proposta, com especial atenção aos pontos críticos da proposta como fragilidades, dificuldade de operacionalização, falta de definição dos conceitos, pontos não observados, entre outros. Os responsáveis pelos comentários e respostas aos questionários foram: Analista, estagiário e gerente de manutenção e assistente de manufatura. Este último responsável pela condução do projeto “*lean*” na produção, representando o gerente de produção. Esta etapa foi apenas uma avaliação da proposta apresentada (item 2.6.1) sem maiores pretensões relacionadas a avaliar ou acompanhar sua implantação na empresa nesta ocasião, conforme exposto na delimitação.

Para a avaliação da proposta, houve apresentação de slides, entrega de cartilha com resumo contendo o diagrama A, *framework* B e objetivos das etapas. O áudio dos comentários foi gravado para a posterior transcrição das informações. Os avaliadores foram orientados a realizar uma avaliação crítica do trabalho desenvolvido, sendo unânimes nas observações sobre a avaliação de ferramentas que supostamente já são aplicadas no departamento e, portanto, não teriam um foco na aplicação do programa. Os informantes sugeriram uma avaliação para constatar que aquilo que supostamente existe e é feito, realmente está de acordo com o pensamento *lean* (funcional e simples), e se é aplicado de forma eficaz. Essa é uma tarefa complexa e demorada que não pode ser resolvida com um simples *check list*. Um exemplo dado refere-se ao *software* de gestão, cuja funcionalidade deve ser avaliada. Ainda com relação a essa ferramenta, avaliar a existência de duas operações paralelas, que pode ser um entrave, uma vez que alguns itens são feitos em um *software* e outros no outro, com dupla necessidade de alimentação de dados. Caso seja sugerida uma mudança, observar se a organização comporta aquela

mudança (tem recursos para isso).

Também houve questionamento sobre como e com que parâmetros o “projeto piloto” (etapa 3.6 da proposta) será avaliado, mostrando a necessidade de detalhamento para analisar se o projeto deve continuar ou precisa de alterações. Na aplicação de técnicas, todos comentaram sobre a necessidade de iniciar por mudanças simples. O projeto e metodologia devem ser flexíveis, mas com uma ordem na aplicação das técnicas. Um exemplo citado é que um “*stakeholder*” pode simpatizar com a “*TPM*”, não sendo a necessidade da empresa naquele momento. A sugestão de um dos avaliadores seria começar por técnicas como Kaizen, 5S e gerenciamento visual que são simples, de baixo custo e aplicados em conjunto. Outra sugestão foi a de dar preferência por mudanças com resultados rápidos. Itens com um resultado lento, mesmo importantes, tendem a desmotivar o pessoal do projeto. Nesse caso, um sequenciamento bem avaliado, permite que se “pule” as ferramentas que já estão bem empregadas.

Sobre a necessidade de *feedback*, dois respondentes comentaram sobre interligar a gestão de projeto aos interesses da diretoria (*stakeholder* e patrocinador), além do pessoal operacional, afim de motivá-los, sem utilizar somente o gerenciamento visual, mas também dando importância para o contato pessoal. Na sequência foi entregue o questionário (mostrado no apêndice A) com perguntas básicas sobre a proposta afim de realizar uma avaliação extra da proposta com perguntas objetivas.

Em relação à “avaliação geral” (questão 1), todos classificaram a proposta (desenvolvimento do roteiro) como sendo “boa”. Na parte de “pertinência” (questão 2), todos informaram que aplicariam a maioria dos conceitos na empresa piloto. Em “necessidade de mudança” (questão 3), três respondentes informaram que precisariam alterar 50% para aplicar, enquanto um respondeu que mudaria 25%, mostrando a necessidade de alterações para o caso da empresa piloto. Em “operacionalização” (questão 4), todos responderam que a operacionalização seria difícil, merecendo atenção. Em “ganhos possíveis” (questão 5), dois responderam que haveriam muitos ganhos, um com poucos ganhos e um com ganhos extraordinários. Ganhos esses que estariam associados à melhoria de indicadores como financeiros, disponibilidade de máquina, entre outros. Em “interesse” (questão 6), um respondeu que teria interesse na aplicação da proposta desde que fosse

alterada em grande parte e três responderam que teriam interesse desde que alguns itens fossem alterados.

As respostas obtidas são vistas no Quadro 5. Sendo “d” e “a” a pior e melhora avaliação, respectivamente.

Respondente	Questão					
	1	2	3	4	5	6
1	c	c	b	b	c	b
2	c	c	b	b	c	c
3	c	c	c	b	d	C
4	c	c	b	b	b	c

Quadro 5 - Respostas para os questionários.

Fonte: O autor.

2.7. Análise dos Resultados

A revisão de literatura permitiu a identificação das técnicas e ferramentas mais abordadas pelos autores por meio de palavras-chave selecionadas, o que foi considerado posteriormente na elaboração do *framework*. Foi construído um diagrama com os passos que se consideraram mais importantes no roteiro de desenvolvimento do programa de manutenção enxuta. É uma forma simples de visualizar o que se precisa para o sucesso do projeto. Os passos foram interligados e originaram o *framework*. Para saber a finalidade de cada um dos passos, foi prevista a tabela com seus objetivos, trata-se de uma ferramenta útil para o usuário analisar a sua importância ou verificar a necessidade de alterá-la, servindo de guia para a elaboração dos procedimentos necessários. Destacou-se os passos vistos como fundamentais para a proposta, sendo feito um detalhamento deles dada a demanda de maior atenção do usuário. A avaliação da proposta mostrou a possibilidade de sua aplicação, além de outras observações referentes a dificuldades enfrentadas no cotidiano dos funcionários da manutenção e sugestões muito importantes, que devem ser levadas em consideração pelo usuário que vai aplicá-la ou ainda para fazer ajustes facilitando a operacionalização.

2.8. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Na busca do atendimento do objetivo de propor um roteiro para aplicação da manutenção enxuta em empresas por meio do desenvolvimento de um *framework*, foi feita a consulta à literatura com a análise de roteiros propostos por autores para emprego de programas de manutenção. Na sequência foi construído um diagrama com fases e etapas que serve de ferramenta para gestão de projetos, realização de cronograma físico-financeiro, entre outras facilidades. Finalmente, para o estabelecimento do *framework*, as etapas foram interligadas para mostrar a ordem em que devem ser executadas. A abordagem por processos também mostrou a necessidade de uma tabela com os objetivos de cada etapa, com a finalidade de guiar o usuário sobre o porquê de cada passo na aplicação.

As principais técnicas do *lean* que são consideradas como importantes na proposta foram observadas através do referencial teórico. No entanto, algumas empresas podem apresentar necessidades específicas, com ferramentas não apresentadas na proposta ou ainda já ter um bom programa de manutenção, onde se tenha alguma (s) dela (s) consolidada (s). Nesse caso, é fundamental a observação dos passos da fase inicial, onde se identifica a situação atual do setor, definem-se objetivos e observam-se os interesses dos *stakeholders*. Também se destaca o detalhamento dos passos principais considerados para a aplicação e que merecem atenção: Treinamento inicial, elaboração do mapa do fluxo de valor atual, elaboração do mapa do fluxo de valor futuro, aplicação de técnicas e monitoramento de indicadores.

Para o atendimento ao objetivo específico de submissão da proposta à avaliação de especialistas em um piloto, foram elencados os pontos a serem ajustados e mostrou-se a necessidade de adaptação considerando as particularidades da empresa onde o interessado vai empregá-la. A avaliação piloto, feita no item 2.6.1, permitiu a obtenção uma percepção geral, onde os comentários são vistos como extremamente pertinentes e muitos deles foram observados no trabalho, mostrando quais passos merecerão atenção, sendo que tais observações foram destacadas e poderão alertar e guiar o usuário na aplicação. Destaca-se a necessidade de uma avaliação profunda sobre ferramentas que supostamente já existem, além da sugestão de ordenar a sua aplicação, que foram as necessidades

da empresa que participou da avaliação. Já no questionário, observa-se que as melhores avaliações estão relacionadas às questões 1, 2 e 5, avaliação geral, pertinência e possíveis ganhos, respectivamente. Enquanto a pior está relacionada à 4 (operacionalização), mostrando que os avaliadores observaram uma dificuldade nesse ponto.

Com o estabelecimento do *framework* e comentários que em geral mostraram a possível aplicação da proposta, mesmo que a operacionalização seja difícil, obteve-se uma proposta generalizada para o desenvolvimento de um programa de manutenção enxuta com aceitação de possíveis usuários. Sobre a resolução dos pontos observados na avaliação, sugere-se a realização de trabalhos futuros com o detalhamento dos passos elencados, indo de encontro com a “abordagem por processos” que mostra a necessidade de folhas de tarefa, procedimentos, instruções e outros meios para facilitar a operacionalização da proposta, que deve ser adaptada e detalhada para cada empresa. Também é sugerido um melhor ajuste do que foi apontado e avaliação em um número maior de empresas, deixando a ferramenta pronta para a posterior realização de futuros estudos.

3. MANUTENÇÃO ENXUTA: A CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA PARA SUA IMPLANTAÇÃO

RESUMO DA SEÇÃO

A manutenção garante a disponibilidade, confiabilidade e recursos das fábricas. Com papel relevante nas despesas e qualidade dos produtos, o departamento é um pilar do desempenho com questões críticas do gerenciamento. Isso é auxiliado com a incorporação do setor no desenvolvimento da produção enxuta que visa eliminar todo o tipo de desperdício, havendo possibilidade de auxiliar com o uso dos seus conceitos. O objetivo deste estudo é de propor um roteiro para desenvolvimento da manutenção enxuta em empresas por meio do desenvolvimento de um diagrama e *framework*. Isso foi feito com o desenvolvimento de uma proposta através da revisão de literatura e observações de especialistas, que fizeram com que a proposta fosse ajustada e posteriormente reavaliada por meio de entrevistas semiestruturadas com especialistas de 6 empresas. A análise qualitativa dos dados mostrou uma grande quantidade de particularidades associadas, apresentando contribuições a serem consideradas em possíveis aplicações. Pode-se evidenciar convergências entre os especialistas quanto a forma de implantação da manutenção enxuta.

Palavras-Chave da seção: Manutenção enxuta; manutenção industrial; manutenção enxuta; entrevista.

ABSTRACT

Maintenance ensures plant availability, reliability and resources with a relevant role in product quality and expense, and is a mainstay of performance with critical management issues. This is aided by the incorporation of the department in the development of lean manufacturing that aims to eliminate all type of wastage allowing assisting in the performance of the sector with the use of its concepts. The objective of this study is to propose a road map for the development of lean manufacturing in companies through the development of a diagram and *framework*.

This was done by developing a proposal through literature review and expert observations, which made the proposal adjusted and subsequently re-evaluated through semi-structured interviews with experts from 6 companies. The qualitative analysis of the data showed a great amount of associated peculiarities, presenting contributions to be considered in possible applications. It is possible to show convergences among the experts as to the way of implementation of the *Lean* in maintenance.

Section Key-Words: Lean Manufacturing; Industrial Maintenance; interview.

3.1. PERIÓDICO PRETENDIDO PARA PUBLICAÇÃO

The International Journal of Advanced Manufacturing Technology
Qualis: B1 em Engenharias III (Capes 2016)

3.2. INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO

A manutenção é definida como o conjunto de ações para manter um ativo com todas as funções durante o ciclo de vida, bem como a produção e outras atividades da empresa (ARSLANKAYA e ATAY, 2015). Entre os principais tipos de manutenção pode-se destacar a corretiva, preventiva, preditiva, autônoma, centrada na confiabilidade e produtiva (MARCORIN e LIMA, 2003). Nesse contexto, o cenário atual tem forçado as empresas a reduzir custos onde é possível, e a manutenção passa a ter papel relevante com grandes oportunidades (FACCIO *et al.*, 2014), fator associado a crescente complexidade das tecnologias e evolução nas características dos produtos (MOSTAFA *et al.*, 2015).

A importância da manutenção também é observada no retorno sobre investimentos, produtividade, disponibilidade, confiabilidade, custos, qualidade, lucratividade, entre outros (FACCIO *et al.*, 2014; SOLTAN e MOSTAFA, 2016; PINJALA *et al.*, 2006; MOSTAFA *et al.*, 2015) o que é conseguido reconhecendo o setor como parte integral dos negócios (PINJALA *et al.*, 2006). Juntamente com a produção enxuta, que visa eliminar todo o tipo de desperdício no processo de

manufatura (ARLANSKAYA e ATAY, 2015), incorporando o processo de manutenção através da aplicação dos seus princípios e práticas (SOLTAN e MOSTAFA, 2014), a manutenção enxuta surge para aumento da proatividade, planejamento, fortalecimento de equipes confiabilidade e redução de custos (MOSTAFA *et al.*, 2015).

O *lean*, na sua aplicação ligada à manutenção, surge como uma vertente da produção enxuta para suprir algumas necessidades de melhoria no setor, cujo desempenho é fundamental, adotando seus princípios dentro das operações de manutenção, reparo e revisão, com a redução das quebras não programadas, aplicando ferramentas chave como o MFV (mapeamento do fluxo do valor), 5S, gerenciamento visual, desenvolvimento de atividades de *TPM*, *OEE*, *KAIZEN*, *poka-yoke*, mapeamento da atividade de processo, kanban, sistema de gerenciamento da manutenção computadorizado entre outros. Nesse sentido a manutenção enxuta é definida como uma técnica proativa, que emprega atividades de manutenção planejada e agendada através da *TPM*, estratégias de manutenção centrada na confiabilidade e praticada por times de ação habilitados com a intenção de gerar um aumento nas entregas e redução nas entradas (MOSTAFA *et al.*, 2015), com o combate a desperdícios que consistem em procedimentos antiquados, excesso de estoque, inventário de equipamento, materiais e peças, desperdício de tempo e transporte. (YILE, 2008).

Entre os autores que abordaram o tema, pode-se destacar Mostafa *et al.*, (2015) que traçaram um roteiro para a aplicação da manutenção enxuta, Soltan e Mostafa (2014) que abordaram o *lean* e a agilidade dentro do processo de manutenção e Yile *et al.*, (2008) que desenvolveram *framework* para a aplicação do processo de manutenção *lean* em componente específico de determinado equipamento. Além disso, destaca-se que o gerenciamento da manutenção passou a ser uma questão crítica para as organizações e é fundamental que as estratégias estejam ligadas aos planos de manufatura, para que a seleção de uma estratégia eficaz mantenha um alto grau de utilização, confiança e disponibilidade das instalações, especialmente em processos de produção contínuos (MOSTAFA *et al.*, 2015).

Na mudança para a manutenção enxuta, a escolha das técnicas corretas deve permitir a verificação do quanto essa política influencia na produtividade e

rentabilidade, visto que tem impacto direto na qualidade, eficiência e eficácia da operação, (ALSYOUF, 2007), possibilitando à redução do custo total de produção (SOLTAN e MOSTAFA, 2014) e desempenho de entrega. Observa-se então que o gerenciamento de operações é problema de enorme magnitude, que impacta no desempenho e qualidade de sistemas industriais, além do seu custo de produção (KAMSU-FOGUEM e MAUGET, 2013), tendo papel importante no desempenho do meio de produção industrial, sendo as empresas levadas a definir suas estratégias orientando a aplicação de recursos (PICANÇO, 2003). Com isso, há grande complexidade da implantação, sem que possa ser feita de forma isolada, ou haverá grandes possibilidades de resultados negativos.

Entre os estudos práticos relacionados a mudanças e implantação, estão o uso de entrevistas semi-estruturadas. Gopalakrishan *et al.*, 2015 desenvolveram instrumento de avaliação para verificar questões de manutenção planejada com uma metodologia combinada incluindo o uso de entrevista semi-estruturada, abordando três gerentes e um estrategista de manutenção, os conceitos não foram previamente cobertos antes da entrevista para permitir uma maior liberdade. Akbar *et al.*, (2015), investigou, com a mesma metodologia, o uso das ferramentas de medição no ramo da construção civil, que foi conduzida entre os usuários para observar a sua opinião, percepção, problemas críticos e sugestões de modo a fazer ajustes práticos, tornado o uso mais eficaz, o que também pode ser feito no trabalho em questão, observando os mesmos pontos em possíveis usuários para fazer ajustes e melhorar a proposta.

Observa-se que é amplamente difundida a necessidade do desenvolvimento de uma estratégia de manufatura para as empresas guiarem suas escolhas (PLATTS *et al.*, 1998). Apesar da formulação de uma estratégia de manufatura ser um ponto chave, o processo é complexo e não muito bem entendido. Muitos autores concentram-se na lógica da abordagem falando pouco sobre a operacionalização. Na avaliação da estratégia, destaca-se a necessidade de observar as opções de estratégias para identificar aquelas que melhor encontram os valores e objetivos dos interessados, levando em conta as oportunidades, ameaças e recursos disponíveis. Além disso, devem ganhar a aceitação dos empregados, com comunicação adequada, mantendo consistência entre gerentes, com o alto suporte gerencial e desenvolvendo estilos apropriados (PLATTS *et al.*, 1996). A intenção observada por Platts *et al.* (1998) é a de desenvolver modelo para os gerentes, com a formulação da

estratégia de manufatura para situações operacionais, visando a obtenção de resultados práticos. Platts *et al.*, (1996) destaca que a intenção é a de conduzir o trabalho para que fique orientado industrialmente, fornecendo aos gestores formas de pensar e como avaliar seus resultados.

Pelo exposto, a possibilidade de sucesso de estratégias de manufatura aumenta quando se considera a facilidade de operacionalização, aceitação dos empregados, considerações de gerentes operacionais sobre situações do cotidiano e uma condução orientada industrialmente, o que é potencializado com a entrevista semi-estruturada. Nesse caso justifica-se o trabalho pelas diversas possibilidades de melhoria do desempenho do departamento de manutenção com o uso de conceitos da produção enxuta, ajustando um roteiro para que sua aplicação seja facilitada, além da etapa de apresentação às empresas que valida o que foi proposto, identifica pontos fracos, sugestões, aspectos culturais, considera experiências e testes já feitos, trazendo resultados que permitem observar necessidades da prática, abordadas ou não na teoria, o que será de grande importância para orientar o usuário que for aplicar o roteiro desenvolvido em trabalhos futuros. Com isso, o objetivo do estudo é o de apresentar e avaliar uma proposta de roteiro para aplicação de programa de manutenção enxuta trazendo resultados sobre as realidades das empresas.

3.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DESTE ESTUDO

Para a construção da proposta inicial, foi desenvolvida revisão de literatura através dos passos da técnica Proknow-C (Knowledge Development Process – Construtivist), selecionando artigos pertinentes ao tema. A metodologia também observou abordagens de métodos já propostos como o de Mostafa *et al.*, (2015) que traçaram um roteiro para o programa de manutenção enxuta e Chlebus *et al.*, (2015), propondo, de forma análoga a Mwanza e Mbowe (2017), Faccio *et al.*, (2014) e Miguel *et al.*, (2012), um *framework* para condução de estratégias. A construção do roteiro também considera a abordagem “por processo”, prevista por Miguel *et al.*, (2012), que estabelece que o *framework* proposto deve ser instrumentalizado através da divisão de fases e passos com respectivos objetivos que, na prática, precisarão ser operacionalizados por folhas de tarefa. Ainda indo de encontro ao que foi destacado na introdução, com relação à necessidade do desenvolvimento de uma estratégia de

manufatura para as empresas guiarem suas escolhas, conduzida à facilidade da operacionalização, avaliando a estratégia, encontrando os valores e objetivos dos interessados, levando em conta as oportunidades, ameaças e recursos disponíveis, ganhando aceitação dos empregados, desenvolvendo modelos para os gerentes com considerações operacionais e orientação industrial, foi realizada avaliação prévia da proposta com pessoal de manutenção e manufatura em empresa de grande porte localizada na Região Sudoeste do Paraná.

Após as sugestões, a proposta foi ajustada, considerando as recomendações. Uma nova avaliação em um número maior de empresas foi proposta para extração de mais opiniões e verificações de particularidades associadas que podem facilitar a aplicação pelo usuário. A escolha das empresas se deu em função do porte considerado (observou-se a existência de atividades internas de manutenção) e da distância de modo a facilitar a locomoção, uma vez que há necessidade de apresentação pessoal. Nesse caso, as empresas observadas situaram-se na região Sudoeste e Oeste do Paraná e Noroeste de Santa Catarina. Foram contatadas 11 empresas, sete manifestaram interesse e o agendamento e entrevista se concretizou com cinco empresas, além daquela onde a apresentação inicial foi feita. A apresentação da proposta foi feita para responsáveis e profissionais ligados ao departamento de manutenção, informando e esclarecendo o seu objetivo, estrutura e aplicações. Na sequência foi realizada a entrevista semi-estruturada, individual ou em grupo, dependendo da empresa.

Para a entrevista semi-estruturada, considera-se que Miguel *et al.*, 2012 destacam a necessidade de desenvolvimento a partir de um referencial teórico, onde o roteiro é feito com base no modelo, sem impor necessariamente a visão do pesquisador ao entrevistado. Manzini (2004) observa a necessidade do planejamento de questões para atingir os objetivos, determinação de variáveis que afetam coleta de dados, forma de tratar as informações, adequação da sequência de perguntas, elaboração de roteiros e avaliação por especialista para adequar o roteiro e a linguagem. O roteiro pode ter um conjunto de questões a serem posicionadas ao longo da entrevista sem que sigam uma estrutura rígida e podendo se aprofundar em determinados temas (THIOLLENT, 2011). Flick (2009) sugere que o entrevistado deve ser escolhido de forma que forneça informações úteis a respeito do tema, havendo possibilidade de abordar diferentes categorias em um mesmo ramo e ainda pode ser

apresentado um estímulo (que, no caso, é a proposta para desenvolvimento da manutenção enxuta) e estudado o impacto deste através da entrevista. Para registrar os dados, o mais recomendado é a gravação ou filmagem (RIBEIRO e MILAN, 2007), sendo que a primeira será adotada no trabalho, onde o pesquisador faz anotações e seleciona o que vale a pena ser registrado, devendo se atentar para o perigo de perder informações relevantes (RIBEIRO e NODARI, 2001).

Os dados são agrupados sob o enfoque das percepções semelhantes e diferentes. Assim, ficam evidenciadas as percepções de entrevistados (RIBEIRO e NODARI, 2001). Para a construção do roteiro da entrevista semi-estruturada foram consideradas as premissas detalhadas na introdução e questionário proposto por Rodrigues (2003), seguindo a sequência da apresentação pessoal do entrevistador, explanação dos objetivos e a importância da pesquisa e como os dados serão usados. As perguntas são fechadas e se pode desviar do roteiro para explorar informações relevantes. Para registrar os dados, foi feita gravação do áudio (posteriormente transcritas) e anotações do pesquisador. Os principais aspectos abordados estão elencados abaixo:

- Caracterização das empresas: Região, número de funcionários e ramo;
- Respondentes: Cargo, tempo de empresa, no departamento e no cargo;
- Setor: Serviço realizado interna ou externamente, quantidade de técnicos, gestores, hierarquia e atividades de engenharia de manutenção já aplicadas;
- Avaliação da proposta: Pontos fortes; possibilidade de implantação;
- Avaliação de recursos: Situação atual e possibilidade para o futuro;
- Avaliação de interesse: Contribuição para gestão, técnicas existentes e o que seria prioridade;
- Mudanças, sugestões e pontos de observação: O que deveria ser observado considerando a sua realidade;

Depois de encerrada a entrevista, os dados foram analisados e organizados. A sequência da metodologia utilizada é mostrada na Figura 5.

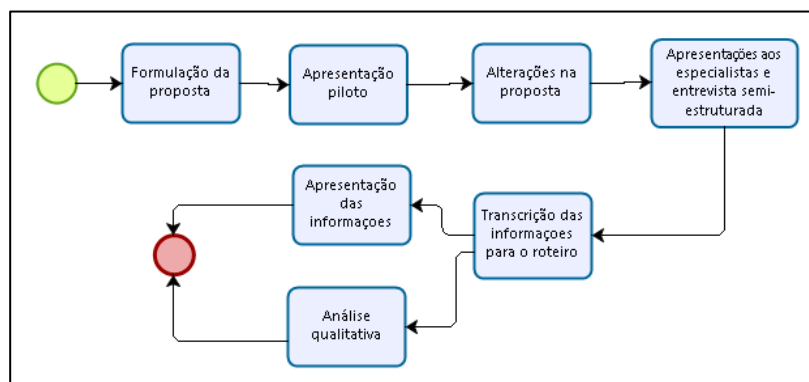


Figura 5 – Diagrama ilustrativo da metodologia.
Fonte: O autor.

A etapa “elaboração da proposta”, “apresentação piloto” e “alterações na proposta” referem-se ao item 3.4.1 do trabalho. A etapa “apresentações aos especialistas e entrevista semi-estruturada”, “transcrição das informações para o roteiro” e “apresentação das informações” referem-se aos itens 3.4.2 a 3.4.7 do trabalho. Já a etapa “análise qualitativa” ficou contemplada nos itens 3.4.2 a 3.4.8. O detalhamento necessário para a sua aplicação será de responsabilidade do usuário que deverá considerar diferentes aspectos como culturais, financeiros, regionais, porte da empresa, objetivos, entre outros. Não foi considerado no estudo nenhum acompanhamento de implantação ou aplicação prática.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO CAPÍTULO

3.4.1. *Framework* proposto

A partir da revisão de literatura e observação das ferramentas e técnicas utilizadas na manutenção, foi concebido um diagrama de fases (diagrama A) e etapas para roteiro de implantação da proposta para implantação da manutenção enxuta. Esses passos foram interligados e originaram o *framework* A, cujos objetivos foram detalhados em tabela. A apresentação da proposta foi feita em empresa de grande porte e as observações iniciais feitas pelos especialistas na avaliação piloto podem ser resumidas nos seguintes tópicos: Necessidade de avaliação de ferramentas que

supostamente já são aplicadas no departamento e, portanto, não teriam um foco na aplicação do *lean*; avaliação para constatar se aquilo é aplicado, realmente está de acordo com o pensamento *lean* (funcional e simples) e se é aplicado de forma eficaz; como e com que parâmetros o “projeto piloto” será avaliado, mostrando a necessidade de um detalhamento maior para analisar se o projeto deve continuar ou precisa de alterações; necessidade de início por mudanças simples, sendo que o projeto e metodologia devem ser flexíveis, mas com uma ordem na aplicação das técnicas; necessidade de interligar a gestão de projeto aos interesses da diretoria (*stakeholder* e patrocinador), *feedback* ao pessoal operacional sem utilizar unicamente o gerenciamento visual mas também dar importância para o contato pessoal. Apesar dos comentários relacionados à dificuldade de operacionalização, a proposta foi considerada como boa e de aplicação possível com possibilidade de ganhos nas atividades de manutenção.

De acordo com a delimitação do trabalho, o ajuste foi feito conforme opiniões dos especialistas. Inicialmente, em função do que foi visto na revisão de literatura, bem como trabalhos relacionados desenvolvidos por outros autores e o que foi sugerido na avaliação piloto, apresenta-se, o diagrama com as fases e passos para a implantação da manutenção enxuta (diagrama B). Esse diagrama originará o *framework (framework B)* para aplicação do roteiro e serve para guiar o usuário quanto aos recursos como tempo, custo relacionado a cada etapa, quais etapas estão dentro de cada fase, além de ser uma forma simplificada de apresentação do projeto aos envolvidos.

O diagrama (diagrama B) é visto na figura 6.

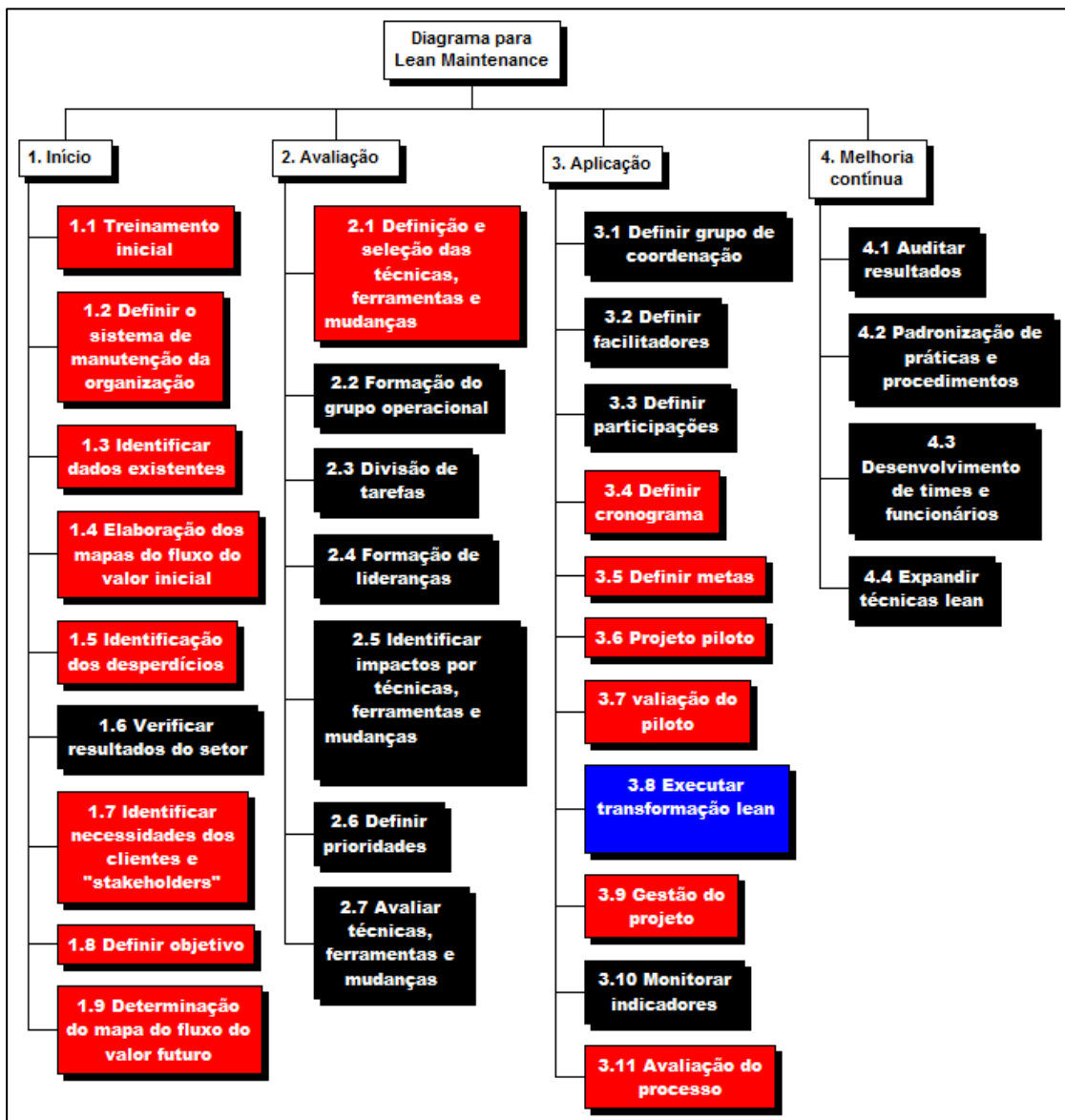


Figura 6 - Diagrama para implantação da manutenção enxuta (diagrama B)
 Fonte: O autor.

Em vermelho são mostradas as etapas fundamentais e em azul a de transformação, a qual pode ser parcialmente feita de acordo com os recursos e intenção da empresa. Já os passos pretos são aqueles passos que demandam de recursos pessoais e/ou financeiros. Os passos vermelhos são vistos como fundamentais, pois a falta do seu desenvolvimento compromete os resultados. Existe a necessidade de um mínimo de recursos para a sua aplicação, como a dedicação de uma pessoa no projeto e o envolvimento de um especialista para o fornecimento de

dados. Na fase inicial, com exceção do passo 1.6, todos os demais precisam ser feitos, mesmo que de forma individual pelo responsável pela condução, sendo conceituais e exigindo a dedicação de tempo de uma pessoa. Já na fase de avaliação, entende-se como fundamental apenas o passo 2.1. Em função do que foi definido na fase 1, será fundamental a seleção de técnicas para solução do que foi apontado. Todos os outros passos garantem melhores resultados mas exigem a dedicação de grupos de pessoas, e ficarão restrito a empresas com a possibilidade de disponibilização de um número maior de funcionários na participação do projeto.

Em relação a fase 3, entende-se que os itens 3.1 a 3.3 demandam da participação de pessoas para coordenação, estudo (facilitadores) e participações na execução e, portanto, estão associados a recursos. Os demais, com exceção de 3.10, podem ser executados pelo responsável pela condução do projeto e são fundamentais na definição de datas, metas, avaliação de resultados e da necessidade em alterar a metodologia. Em azul é mostrada a etapa de transformação. Em função das técnicas definidas em 2.1, elas podem ser aplicadas parcial ou integralmente nessa etapa. Toda a fase 4, relacionada a melhoria contínua, exige o comprometimento de mais pessoas para melhores resultados, a dedicação de mais recursos financeiros e de tempo dos funcionários do departamento de manutenção e outros setores, e por isso, em um primeiro momento, não é visto como fundamental.

A partir da construção do diagrama com as fases (1, 2, 3 e 4) e passos (1.1 a 1.9; 2.1 a 2.7; 3.1 a 3.11 e 4.1 4.4) as etapas foram interligadas e interagem no *framework B*, como mostrado na figura 7.

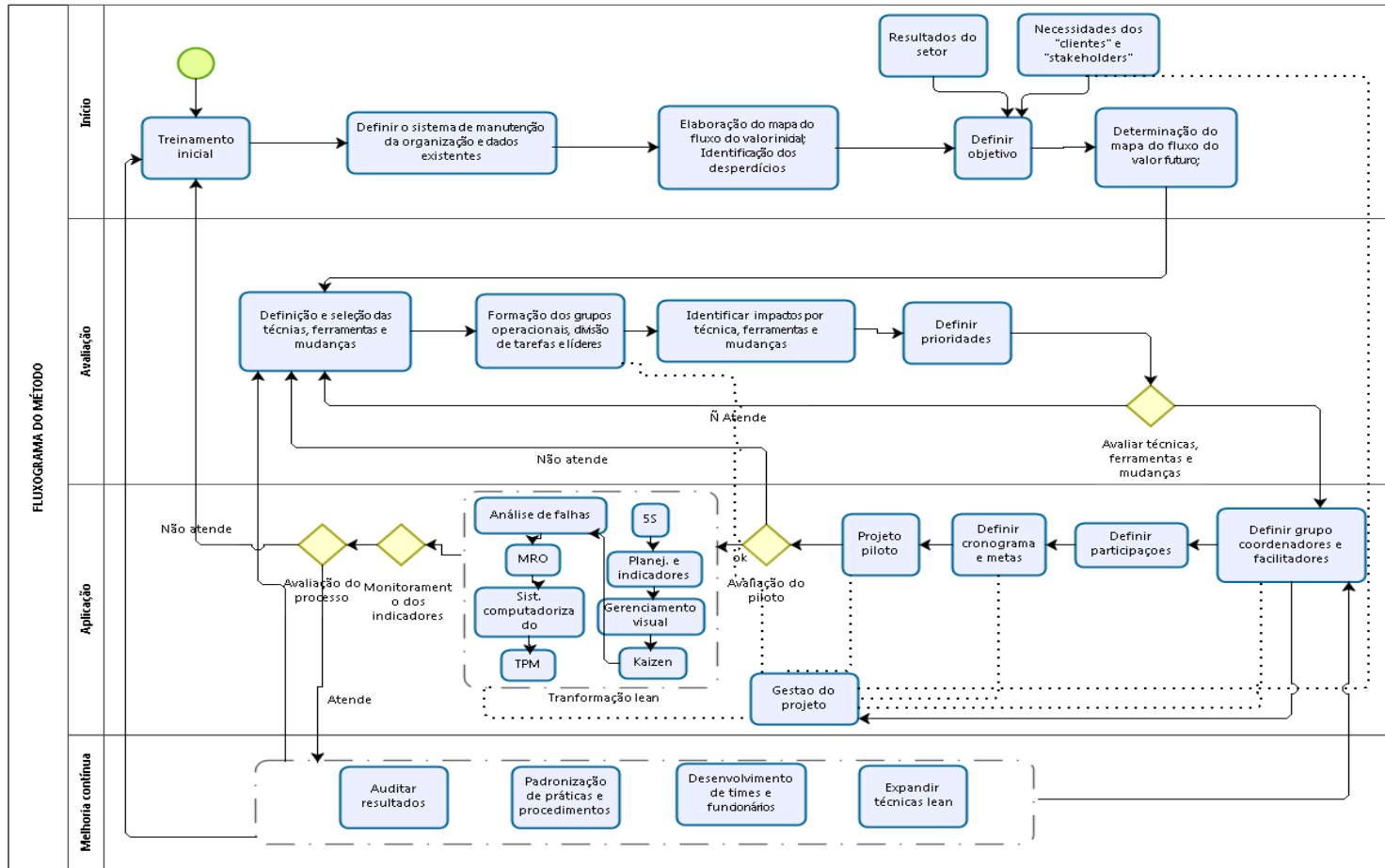


Figura 7 – Framework B (framework revisado)
Fonte: O autor.

A abordagem por processo descrita na metodologia prevê a elaboração de uma tabela com o objetivo de cada passo. A tabela é composta por uma coluna referente à fase do projeto (destacada no diagrama B e *framework* B), pelo número da fase (destacado no diagrama B), número do passo (destacado no diagrama B) e descrição do passo (destacado no diagrama B e *framework* B) com o seu respectivo seu objetivo. Os objetivos dos passos são mostrados no Quadro 6.

(continua)

Fase	Nº da fase	Nº Passo	Passo	Objetivo
Início	1	1.1	Treinamento inicial	Explicação sobre as etapas com o intuito de disseminar o conhecimento inicial necessário, obter comprometimento e definir claramente as expectativas
		1.2	Definir o sistema de manutenção da organização	Estabelecer a condição atual do departamento de manutenção para analisar oportunidades
		1.3	Identificar dados existentes	Verificar quais dados estão disponíveis para serem explorados
		1.4	Elaboração do mapa do fluxo do valor inicial	Identificação completa do estado inicial de como é dada a entrega do serviço do setor, além de facilitar objetivo do passo 1.5
		1.5	Identificação dos desperdícios	Observar possibilidades de melhoria e oportunidades de ganhos
		1.6	Verificar resultados do setor	Considerando os resultados dos passos anteriores, formar a conclusão final sobre o estado atual do setor
		1.7	Identificar necessidades dos clientes e "stakeholders"	Incorporar interesses da organização como os do gerente do setor, diretoria e clientes
		1.8	Definir objetivo	Determinar objetivo principal a ser alcançado com o programa
		1.9	Determinação do mapa do fluxo do valor futuro	Determinar todos os pontos a serem alcançados retirando aquilo que não adiciona conteúdo (desperdícios), observando visualmente a mudança
Avaliação	2	2.1	Definição e seleção das técnicas, ferramentas e mudanças	Detalhar tudo o que precisará ser aplicado e alterado conforme pontos a serem corrigidos na fase 1
		2.2	Formação do grupo operacional	Selecionar integrantes do grupo que será responsável pela transformação
		2.3	Divisão de tarefas	Determinar tarefas de cada integrante do grupo, responsabilizando-o pela execução
		2.4	Formação de lideranças	Seleção estratégica de líderes dos grupos a conduzir e motivar integrantes
		2.5	Identificar impactos por técnicas, ferramenta e mudanças	Analisar tudo o que precisará ser mudado e seu impacto, incluindo recursos necessários
		2.6	Definir prioridades	Verificar pontos críticos com maiores oportunidades a serem feitos prioritariamente, além de ordenar a transformação
		2.7	Avaliar técnicas, ferramentas e mudanças	Observar proposta juntamente com os interessados e analisar necessidades de mudanças necessárias

(conclusão)

Aplicação	3	3.1	Definir grupo de coordenação	Formação do grupo que gerenciará o projeto providenciando recursos necessários
		3.2	Definir facilitadores	Formação do grupo que buscará o conhecimento específico sobre das técnicas e ferramentas que serão aplicadas
		3.3	Definir participações	Definir participações de integrantes de outras áreas para melhor desempenho do projeto
		3.4	Definir cronograma	Analisar tempo necessário, marcos e fases do projeto
		3.5	Definir metas	Incentivar integrantes a buscar os objetivos além de proporcionar parâmetros de acompanhamento
		3.6	Projeto piloto	Implantação piloto de uma técnica ou ferramenta, através de um “evento <i>Kaizen</i> ” afim de analisar a eficácia do processo
		3.7	Avaliação do piloto	Através do projeto piloto, avaliar o processo e necessidade de reformulá-lo
		3.8	Executar transformação <i>lean</i>	Fazer a transformação conforme definições preliminares aplicando as principais técnicas no setor
		3.9	Gestão do projeto	Fazer o gerenciamento através do grupo de coordenação sem que faltem recursos, direcionando conforme interesses da organização e mantendo os stakeholders informados
		3.10	Monitorar indicadores	Aliada da gestão de projetos, a etapa observa se as metas foram alcançadas conforme definição preliminar
		3.11	Avaliação do processo	Avaliar, novamente, necessidade de reformular o processo conforme a gestão do projeto e indicadores
Melhoria contínua	4	4.1	Auditar resultados	Verificar se resultados foram contundentes ao exposto
		4.2	Padronização de práticas e procedimentos	Fazer com que o processo se concretize e seja aplicado por todos, incluindo novos integrantes do departamento ou caso haja troca de integrantes do projeto
		4.3	Desenvolvimento de times e funcionários	Preparar e capacitar integrantes para visualizarem mais oportunidades
		4.4	Expandir técnicas <i>lean</i>	Continuar a busca de melhorias na manutenção e em outros departamentos da empresa

Quadro 6 - Objetivos dos passos.

Fonte: O autor.

Essa tabela auxilia, entre outras facilidades, na verificação dos motivos pelos quais as etapas existem, permitindo que o usuário verifique a sua necessidade, inclua ou altere os passos existentes, guie a elaboração das fichas de tarefa, procedimentos, entre outros documentos que auxiliarão na implantação da proposta.

3.4.2. Caracterização das Empresas, Respondentes e Setores

As empresas foram escolhidas, além do porte, por exercer uma representatividade econômica e social nas regiões em que atuam, disponibilizando uma grande quantidade de postos de trabalho, o que será detalhado neste subitem. Seus ramos são diversificados, portanto, o trabalho abordou diferentes estruturas de manutenção pela grande variedade de equipamentos, sendo que a maioria trabalha através de linhas de produção. Algumas já possuem um departamento de manutenção estruturado e estão evoluindo muito com estratégias ligadas à de manufatura, outras observaram a necessidade de investimentos grandes no setor e estão se estruturando para manter a confiabilidade da fábrica, tendo em vista que as paradas de produção levam a perdas incalculáveis.

O Quadro 7 resume as características das empresas que participaram das avaliações finais, destacando a região onde estão instaladas, o número de funcionários e seu ramo. Observa-se que foram abordadas empresas de duas regiões do Paraná (Oeste e Sudoeste) e uma do Oeste de Santa Catarina. Os ramos foram variados, como componentes eletrônicos, alimentício, sistemas elétricos e linha branca (eletrodomésticos), com quadro variando de 250 a 3000 funcionários.

Empresa	Região	Número de funcionários	Ramo
"a"	Sudoeste do Paraná	600	Fabricação e montagem de placas eletrônicas
"b"	Oeste de Santa Catarina	600	Alimentício
"c"	Sudoeste do Paraná	250	Geradores e sistemas elétricos
"d"	Oeste do Paraná	3000	Alimentício
"e"	Sudoeste do Paraná	1800	Linha branca (eletrodomésticos)
"f"	Sudoeste do Paraná	1250	Alimentício

Quadro 7 – Características das empresas.

Fonte: O autor.

O Quadro 8 resume as características dos respondentes das empresas estudadas, identificando seu cargo, tempo de empresa, no departamento e no cargo na data da entrevista. Entre os responsáveis pela entrevista, observaram-se tecnólogos a gerentes com seis meses a nove anos de empresa. Todos iniciaram no departamento de manutenção, sendo observado alguns que cresceram hierarquicamente e outros que já foram contratados para a função.

Empresa	Cargo do respondente	Tempo de empresa	Tempo no departamento	Tempo no cargo
"a"	Supervisor de Manutenção	7 anos	7 anos	6 anos
"b"	Gerente de projetos e manutenção	3 anos	3 anos	3 anos
"c"	Gerente de Projetos	5 anos	5 anos	1,5 anos
"d"	Supervisor de Manutenção	6 meses	6 meses	6 meses
"e"	Tecnólogo em Manutenção	6 anos	6 anos	6 anos
"f"	Supervisor de Manutenção	9 anos	9 anos	3 anos

Quadro 8 – Características dos respondentes

Fonte: O autor.

O Quadro 9 resume as características do setor de manutenção de cada empresa, detalhando como é a estrutura do departamento nas empresas abordadas.

Empre sa	Manutenção	Funcionários administrativo	Técni cos	Gestão
"a"	Essencialmente interna por departamento específico	1 Planejador de manutenção 1 Auxiliar de Planejador de Manutenção	10	Toda feita pelo supervisor
"b"	Essencialmente interna por departamento específico	2 Planejadores de Manutenção	30	4 supervisores
"c"	Essencialmente interna pelos operadores de máquina	1 Planejador de Produção e Manutenção	0	0
"d"	Essencialmente interna por departamento específico	2 Auxiliares Administrativos	65	1 supervisor 1 encarregado 3 líderes
"e"	Essencialmente interna por departamento específico	1 Tecnólogo em Manutenção Industrial 3 Analistas de Manutenção Industrial	51	2 supervisores 1 gerente
"f"	Essencialmente interna por departamento específico com especialidades terceirizadas e contratos para preventiva	4 Assistentes Administrativos 2 Analistas de Manutenção Industrial	20	3 líderes 1 supervisor

Quadro 9– Características dos setores

Fonte: O autor.

O quadro mostra que todas as empresas têm atividades internas, com a gestão, em grande parte, feita pelo supervisor. Por convenção, o termo “planejadores” foi considerado como pessoal administrativo e gestores. Observou-se um a dez pessoas no planejamento e zero a 65 técnicos nas empresas participantes. As entrevistas mostraram que o gestor da empresa “d”, pela observação diária das atividades, verificou uma necessidade maior de atividades de planejamento, por isso está estruturando seu quadro. A empresa “f”, por um aumento de produção, exigência dos equipamentos e das demandas, também terá aumento no número de técnicos (incluindo mecânicos, eletricitas e especialistas em automação e grupos de máquinas específicos) e de funcionários no planejamento, propondo com isso uma maior confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. Trata-se de um aspecto interessante, pois é um fator positivo para possíveis aplicações práticas da proposta. Observou-se também que algumas empresas incluem setores de ferramentaria e serralheria no departamento de manutenção. O Quadro 10 mostra o total de técnicos, planejadores e a relação de técnicos/planejador. Observa-se uma média de 4,28 técnicos/planejador (variando de 0 a 9,28).

Empresa	Técnicos	Planejadores	Técnicos/Planejador
“a”	10	3	3,33
“b”	30	8	3,75
“c”	0	1	0
“d”	65	7	9,28
“e”	51	7	7,28
“f”	20	10	2
Média			4,28

Quadro 10 – Resumo de planejadores e técnicos
Fonte: O autor.

Para uma análise mais profunda das estratégias que estão sendo utilizadas, a entrevista abordou técnicas de engenharia de manutenção aplicadas no departamento de cada empresa, sendo resumidas no Quadro 11.

Técnica/Empresa	“a”	“b”	“c”	“d”	“e”	“f”
Almoxarifado de componentes de manutenção					X	X
Análise de criticidade de equipamentos					X	X
Análise de histórico de equipamentos	X					
Aplicação de ferramentas de análise (PDCA, Ishikawa)		X				X
Atividades de lubrificação		X		X		
Indicadores e gestão visual	X			X	X	X
Inspeções		X			X	
Manutenção preditiva		X		X	X	X
Manutenção Preventiva	X	X	X	X	X	X
Planejamento de atividades	X					
Recomendações de compra em equipamentos novos	X					X
Sistema de gestão computadorizado		X		X	X	X
Posto avançado (MRO)					X	

Quadro 11 – Técnicas de engenharia da manutenção em uso
Fonte: O autor.

Os pontos onde houve convergência (acima de quatro empresas usando a técnica), foram: Indicadores e gestão visual; manutenção preditiva e preventiva e sistema de gestão computadorizado. Todos estão se estruturando para aumentar a quantidade de técnicas empregadas e extrair mais das que já existem. Observa-se a ausência de atividades simples, o que foi pontuado pelos próprios respondentes como o “*tageamento*” (identificação dos equipamentos), nível de criticidade de equipamentos e programa de peças de reposição. Além disso, todos têm manutenção preventiva, mas foi identificada a necessidade de melhor executá-la, especialmente através da elaboração de instruções de serviço simples, com imagens e parâmetros. Outro exemplo de técnica utilizada e que pode ser otimizada (mas que nesse caso é pouco empregada, mesmo tendo sido observada na literatura) foi o posto avançado de manutenção (local que conta com ferramentas, peças de reposição, equipamentos, entre outros materiais de utilização frequente, cuja finalidade é agilizar o serviço) onde observa-se a necessidade de atenção para que o técnico do posto não fique ocioso, sendo necessários treinamentos, recursos e as atividades bem delegadas.

3.4.3. Avaliação da Proposta

Em relação a etapa de avaliação da proposta, o roteiro previu que o entrevistado falasse sobre a complexidade, pontos fracos, dificuldades e possibilidade de implantação, isso porque o roteiro poderia estar muito distante da realidade ou ainda prever boa parte do que é proposto. O Quadro 12 resume aspectos levantados, mostrando que os avaliadores observaram muitos pontos fortes, destacando-se a existência de poucos trabalhos na área, uso do mapa do fluxo do valor, ordenamento dos passos e existência de diversas ferramentas úteis. Com relação à possibilidade de implantação, duas empresas já empregam uma parte do que é proposto, outras acreditam que a implantação é possível comentando sobre a necessidade de ajustes. Observa-se que, apesar do direcionamento do roteiro para que fosse feita uma avaliação crítica, nessa etapa foram destacados os benefícios da proposta.

Empresa	Pontos fortes	Possibilidade de implantação
“a”	Pertinência do tema; Poucos trabalhos na área; Focado e original; A proposta irá ajudar aqueles que irão se dedicar a aplicar, respeitando as particularidades, ramos, portes e nível de cada empresa.	50% do proposto já é feito pela empresa; Vê possibilidade no restante, principalmente com a interligação dos processos.
“b”	Mapa do fluxo do valor; A proposta permitirá uma visão sistêmica, principalmente se incorporar aspectos de outras áreas.	Implantação possível.
“c”	Ordenamento dos passos.	Algumas ferramentas já são aplicadas sem uma sistemática o que precisaria ser ordenado.
“d”	Traz muitas ferramentas, cabe ao usuário escolher as adequadas e utilizá-las; Possibilidade do uso do tempo ocioso para realização das atividades.	Sim, está em um momento onde os recursos estão disponíveis.
“e”	Roteiro que direciona (de onde inicia e onde quer chegar) Ferramenta boa para auxiliar o controle de custos e mão de obra Ganhos para os técnicos	Sim, desde que feitos ajustes.
“f”	Existem muitas oportunidades de ganhos	Sim, desde que vencidas questões culturais

Quadro 12 – Avaliação da proposta

Fonte: O autor.

3.4.4. Avaliação de Recursos

Na etapa de avaliação de recursos, o objetivo era observar se existem ou poderiam ser previstos recursos financeiros e de mão de obra e qual a tratativa para serem disponibilizados. Esperava-se uma dificuldade na disponibilização de recursos, o que foi observado explicitamente somente em uma empresa. A grande maioria possui recursos para um piloto e consegue disponibilizar para o futuro, desde que feita a previsão de orçamento e justificados os investimentos. O Quadro 13 resume as particularidades de cada uma das empresas em relação a esse aspecto.

Empresa	Situação atual	Possibilidade para o futuro
“a”	Possui pessoas capacitadas e recursos financeiros, só há necessidade de fazer um direcionamento.	Em relação a custos, eles são planejados para o ano seguinte e há possibilidade, desde que bem justificado.
“b”	Haveriam para um piloto.	Se tomar grandes proporções precisará ser justificado.
“c”	No momento atual o planejamento é exercido por pessoa com diversas funções.	Justificaria se mostrado um retorno rápido dos recursos.
“d”	Atualmente não existem recursos pessoais e recursos financeiros estão sendo disponibilizados se justificados	Há possibilidade de aumento do pessoal de planejamento, o que é necessário.
“e”	Haveriam para um piloto.	Sim, com a necessidade de mostrar quanto custaria e o retorno do investimento.
“f”	Possui recursos pessoais e consegue absorver boa parte do valor; tem autonomia em relação a custos seguindo a diretriz de equipamentos chave.	Consegue encaixar todos os custos necessários e tem autonomia nesse sentido.

Quadro 13 – Recursos disponíveis e para o futuro

Fonte: O autor.

Os dados extraídos nessa etapa permitem concluir que as barreiras existentes para as melhorias do departamento não são essencialmente financeiras como era esperado, mostrando que as empresas estão em uma condição favorável e/ou entendendo a importância do departamento.

3.4.5. Avaliação de Interesse

Na etapa que avalia o interesse dos especialistas na proposta, foi observada a existência de técnicas da produção enxuta aplicadas na manutenção ou outro departamento da empresa e o que o especialista vê como necessário e que poderia ser resolvido com a aplicação da proposta. As informações são resumidas no Quadro 14.

Empresa	Técnicas <i>lean</i> já utilizadas	Prioridade
“a”	Empresa tem o sistema implantado.	Treinamento operacional; Indicadores (visuais principalmente).
“b”	Há um piloto na manutenção e na operação.	Melhoria de setups de máquinas transferindo a responsabilidade para a operação.
“c”	Não	Resolver problema de equipamentos de maior criticidade; Estabelecer indicadores; Manter a confiabilidade dos equipamentos de setores gargalo.
“d”	Não	Ociosidade da manutenção; melhoria de indicadores.
“e”	Há algumas atividades	Aumento da disponibilidade dos equipamentos.
“f”	Não	Melhorar o planejamento; Redução do retrabalho; Agir mais na causa do problema.

Quadro 14 – Avaliação de interesse

Fonte: O autor.

Apesar do quadro 11 mostrar o emprego de técnicas da manutenção enxuta (o que será discutido na análise dos resultados), os resultados da etapa mostraram que duas empresas possuem um piloto e algumas atividades do *lean*, outra possui o sistema implantado e três não têm atividades relacionadas. Aparentemente o conceito “produção enxuta” e suas técnicas pareciam ser bem difundidos o que não se confirmou na prática. Em relação a prioridades de pontos a serem observados, destaca-se a ociosidade da manutenção, redução do retrabalho, agir na causa do problema, treinamento, estabelecimento de indicadores e aumento da confiabilidade e disponibilidade.

3.4.6. Mudanças, Sugestões e Pontos de Observação

O roteiro previa o apontamento de pontos fracos na avaliação da proposta, contudo, eles foram surgindo com os comentários. As informações foram transcritas no Quadro 15 que resume as respostas em relação às mudanças e pontos a serem observados e sugeridos por cada empresa na aplicação da proposta.

Em pre sa	Mudanças e pontos a serem observados na proposta
"a"	Convencionar com o ciclo PDCA; Detalhar mais como seria feito o treinamento; Melhorar e detalhar como seria feita a interligação dos processos, bem como aqueles que existem (indicadores fornecidos pelo software com os visuais); Treinamento para que operador entenda qual a finalidade dele naquele processo e a intenção das ferramentas; Para técnicas como a <i>TPM</i> , é importante que o operador deve ser exposto gradativamente aos problemas, o que melhorará o resultado; Uma boa forma de justificar a necessidade de recursos são os ganhos relacionados à eficiência e qualidade do produto.
"b"	Simplificar a apresentação inicial; Convencionar com o ciclo PDCA; Fazer detalhamento das técnicas; Abordar curva ABC (criticidade); Necessário o envolvimento de outras áreas para propiciar uma visão sistêmica; Especificar estimativas de custos de manutenção sugeridos por ramos das empresas;
"c"	Pela finalidade "acadêmica" do trabalho, pode não parecer atrativo às empresas, mesmo tendo uma etapa que contempla essa apresentação. Para se tornar atrativo, as empresas precisam ter os ganhos mensurados; O piloto precisa ser muito bem pensado para não ter problemas e criar preconceito com a operação; Atenção deve ser dada para que pessoas chave como o coordenador, líderes e facilitadores, para que não sejam vistos como um auditor, criando receio nas pessoas; Necessidade de formar uma base boa para receber o treinamento de forma muito didática, incluindo exercícios.
"d"	Prematuro para falar.
"e"	Mostrar dados quantitativos (custos) para justificar a proposta à direção atualmente os ganhos são conhecidos empiricamente Acredita que o início deva ser " <i>Top Down</i> ", para isso estruturar apresentação simples para direção; Necessário plano para focar nas preventivas; Focar em manutenção autônoma (parte da <i>TPM</i> – transferência de responsabilidade para operação); Dificuldade em mapear o fluxo do valor; Explorar mais o histórico que foi abordado.
"f"	Convencionar com o ciclo PDCA;

Quadro 15 – Mudanças e sugestões

Fonte: O autor.

Observa-se uma grande quantidade de apontamentos que foram dispersos durante a apresentação e precisaram ser extraídos, especialmente pelos especialistas estarem ligados a prática e terem problemas que podem estar associados à região. Uma técnica sugerida na apresentação a três empresas foi o ciclo PDCA (*“Plan Do Check Act”*), amplamente utilizado pelos especialistas. Nesse caso, há possibilidade de pequenas alterações para que fique convencionado, facilite o entendimento e uso pelas empresas em questão. Outro ponto de preocupação é relacionado aos treinamentos, tópico abordado somente no item do passo 1.1 e que deve ter ênfase na adaptação a realidade das empresas para a aplicação. Outro ponto observado é em relação a ganhos quantitativos difíceis de serem mensurados, mas que servem para aceitação, disponibilização de recursos e adesão ao projeto. Uma preocupação é a de quais equipamentos terão seus indicadores monitorados, nesse caso, foi sugerido o uso da curva ABC de criticidade, não abordada no trabalho. A necessidade de observar como outras áreas serão envolvidas no desenvolvimento também é vista como fundamental e precisa ser prevista.

3.4.7. Particularidades de Cada Empresa

O Quadro 16 mostra a listagem de todos os tópicos abordados pelos especialistas e quais empresas observaram a respectiva particularidade em seu cotidiano. Esses pontos servem para o usuário observar se a empresa em que visa a aplicação da proposta possui características associadas, precisando prevê-las.

Item	Tópico	Empresa					
		“a”	“b”	“c”	“d”	“e”	“f”
1	Dificuldade na parada de equipamento			X			
2	Envolver o departamento em decisões estratégicas						X
3	Estruturar planejamento				X		
4	Excesso de setup		X				
5	Máquinas complexas	X	X				
6	Máquinas com sistema supervisor			X			
7	Máquinas executando serviços para terceiros			X			
8	Mudança na metodologia de treinamento	X	X			X	
9	Necessária ferramenta de gestão da qualidade						X
10	Necessária mudança cultural	X	X		X		X
11	Necessidade de fortalecer feedback	X					
12	Operação 24h		X			X	
13	Preconceito com serviços da manutenção				X		
14	Produção customizada			X			
15	Recrutamento interno	X					
16	Recursos escassos		X	X			
17	Sem histórico de equipamentos			X	X		
18	Sem necessidade de setor estruturado			X			
19	Simplificação de equipamentos em novos projetos		X				
20	Supervisor subutilizado				X		
21	Técnicos receptivos a mudança				X		
22	Termos <i>lean</i> desconhecidos			X			
23	Variação na utilização do equipamento	X		X			
24	Melhorar meios comunicação formal					X	
25	Impossibilidade de fazer horas extras					X	
26	Não se analisa a causa raiz do equipamento					X	X
27	Falta de documentação					X	
28	Operadores despreparados e despreocupados					X	
29	Baixa proatividade dos técnicos					X	
30	Monitorar gastos por equipamento					X	

Quadro 16 – Particularidades das empresas

Fonte: O autor.

Utilizando o parâmetro de duas respostas para um mesmo tópico, observa-se convergência de opiniões nos tópicos 5; 8; 10; 16; 17; 23; 26, que tratam de máquinas complexas; mudança na metodologia de treinamento; necessidade de mudança cultural; reforma de máquinas antigas; ausência do histórico de equipamentos; variação na utilização dos equipamentos e falta de análise da causa raiz, respectivamente.

O tópico 5, relacionado à (máquinas complexas), está associado principalmente ao treinamento. Os respondentes informaram que há necessidade de treinamento específico e avançado frente a fatores como a automação. Atualmente, em determinados casos, novos operadores são contratados e repentinamente assumem funções de operação de equipamentos complexos. Em outro caso há um *setup*, teoricamente sob responsabilidade da produção, mas dada a complexidade, acaba sendo executado pela manutenção. Como sugerido por um dos especialistas, algumas ações de simplificação das operações de manutenção nesses equipamentos podem ser tomadas.

No tópico 8, relacionado à necessidade de mudança na metodologia de treinamento, observa-se uma dificuldade na transferência dos conhecimentos da manutenção à operação. Esse seria um ponto facilitado pela *TPM*, trabalhando a didática dos técnicos de manutenção e desmistificando seu receio em transferir conhecimentos aos operadores (outro ponto que também foi levantado). Além disso, foi identificada muita dificuldade na disponibilização do pessoal para treinamento. Para a amenização do problema, sugere-se o trabalho com colaboradores multifuncionais para substituir colaboradores específicos quando esses precisem ser treinados, recorrendo a treinamentos externos e trabalhando fornecedores para este fim. Também se sugere treinamentos rápidos, diários e em horários alternativos. Atenta-se para a questão que é dificultada em empresas com uma grande quantidade de colaboradores e especialmente rotatividades altas, onde a metodologia e controle de treinamentos precisa ser muito bem definida e estruturada.

Já no tópico 10, relacionado à mudança de aspectos culturais, são observados pontos relacionados a resistência dos técnicos de manutenção. Muitos tendem a se dizer sobrecarregados e têm receio em disseminar os conhecimentos, como já apontado. A dificuldade também envolve outros setores onde se observa resistência a mudanças, como, por exemplo, no preenchimento de ordens de serviço.

Ainda há a rotatividade entre postos de trabalho e questionamento sobre os serviços executados pela manutenção. Outros que entendem que as mudanças são temporárias e desacreditam no projeto. Nesse sentido, há necessidade do envolvimento de pessoas ligadas ao departamento de Recursos Humanos para trabalhar a mudança do entendimento das pessoas, certificando-se da continuidade dos colaboradores no projeto para fins de engajamento.

No tópico 16, associado à falta de recursos e reforma de equipamentos antigos, observa-se, entre outros fatores, a necessidade financeira associada ou mesmo a adaptação de máquinas para mudança em produtos, sem a possibilidade de aguardar o desenvolvimento ou mesmo de limitação de fornecedores em propor equipamentos específicos, o que faz com que os responsáveis da reforma estejam envolvidos na operação dos equipamentos. Em relação ao tópico 17, associado à ausência de histórico dos equipamentos, observa-se que não existem dados iniciais para mensuração de ganhos e o histórico precisa ser criado. Ainda com relação a indicadores, foi comentado sobre a necessidade de criação do parâmetro relacionado a horas trabalhadas.

No tópico 23, associado à variação na utilização dos equipamentos, observa-se a dificuldade na implantação do indicador de disponibilidade, amplamente usado, difundido e necessário por tratar-se de um bom parâmetro para monitoramento da eficácia das técnicas utilizadas pelo setor. Deve-se observar equipamentos com alta disponibilidade e que na prática são pouco utilizados, sem refletir a realidade. Há ainda casos de equipamentos que em função das flutuações na produção sejam críticos em determinados períodos e em outros não, havendo necessidade de metodologia variável de técnica de manutenção para esses casos.

No tópico 26, que trata da ausência de análise da causa raiz, observa-se a predominância das manutenções corretivas. A falta de análise de causa, muitas vezes pela pressa em retomar a operação de equipamentos estragados, ou mesmo a sobrecarga diária e a falta de uma política de estudo posterior à ocorrência, faz com que os problemas voltem a acontecer e continuem demandando de recursos de manutenção. Nesse caso, deve-se estruturar o setor seja internamente ou terceirizando, para que haja possibilidade de analisar os problemas utilizando ferramentas conhecidas para constatar as causas raiz do problema, como “5 por quês”, “Ishikawa” e “FMEA”. Nesse caso, tais ferramentas são utilizadas na aplicação

da técnica de “análise de falhas”, observada na etapa de “transformação *lean*”.

3.4.8. Análise dos Resultados

A análise da literatura e construção de um *framework* (*framework B*) apresentado em um piloto a especialistas permitiram observar a possibilidade de aplicações práticas e a construção de uma proposta ajustada a realidade das empresas. A nova apresentação da proposta e entrevista semi-estruturada com especialistas em um número maior de empresas permitiu a caracterização das empresas e especialistas. Foram observadas empresas com 250 a 3000 funcionários que foram escolhidas de modo a diversificar seu ramo e região. Coincidentemente o cargo e tempo de empresas dos especialistas também foi variado, observando a função variando de tecnólogo a gerente com seis meses a nove anos de empresa, com a predominância de supervisores de manutenção com vasto conhecimento na gestão dos departamentos.

O mapeamento dos departamentos observou que empresas pequenas geralmente não tem um setor de manutenção estruturado, em um caso feito apenas por uma pessoa e sem técnicos dedicados, mas que pode melhorar os seus resultados ou levar a metodologia para seus clientes, uma vez que presta serviços de manutenção. Também foram observados casos de empresas maiores e com uma estrutura de manutenção considerável com necessidades que podem ser resolvidas de forma simples, como “tagamento” (identificação por código) e a falta de histórico do equipamento. Para esse último, há necessidade de identificar o que será monitorado e a partir de quanto tempo esses dados precisam estar disponíveis para gerar a confiabilidade necessária. A partir daí a matriz de criticidade passa a ser base do trabalho. Outra dificuldade é a de realização de manutenção preventiva. Uma boa oportunidade para a sua execução é o terceiro turno, contudo, a alternativa é limitada em tempo. Apesar disso, há possibilidade de melhoria dos resultados com a qualificação dos técnicos.

Em função da baixa adesão ao conceito “lean” na manutenção, o termo “engenharia de manutenção” foi empregado para analisar as técnicas aplicadas. A partir disso, o Quadro 17 mostra o número de empresas que utiliza as ferramentas encontradas na revisão de literatura. Observa-se que, apesar de apenas três empresas considerarem atividades de aplicação da “produção enxuta” (sendo duas delas de forma modesta), ferramentas como indicadores, gerenciamento visual, análise de falhas, MRO (Posto Avançado de Manutenção, Reparo e Operações) e sistema computadorizado, foram observadas. Já o 5S, eventos Kaizen e TPM não foram observados em nenhum caso.

Técnica	Número de adeptos
5s	0
Indicadores	4
Gerenciamento visual	4
Eventos <i>Kaizen</i>	0
Análise de falhas	2
<i>MRO</i>	1
Sistema Computadorizado	4
<i>TPM</i>	0

Quadro 17 – Passos para abordar as particularidades das empresas

Fonte: O autor.

Em relação a avaliação da proposta, foram destacados os seus pontos fortes e questões como a aplicação do MFV (Mapeamento do Fluxo de Valor), amplamente abordada e discutida nos trabalhos encontrados, foi criticada por um especialista por ser uma ferramenta da produção. Em nenhuma das empresas onde a apresentação foi feita, a aplicação do MFV (Mapeamento do Fluxo do Valor) foi observada. No entanto, a técnica é conhecida de outros especialistas e foi destacada como ponto forte em alguns casos, sabendo-se que para o roteiro em questão, não se trata de uma técnica e sim de uma ferramenta premissa para aplicação do *lean* na manutenção. Essa questão foi observada nos roteiros da literatura, onde a aplicação do *lean* em diversos processos administrativos prevê a elaboração do MFV atual e futuro. Para esse ponto em específico, destaca-se os autores Mostafa *et al.*, (2015) que abordaram o tema dando exemplo do uso da ferramenta adaptada à manutenção.

Um ponto esperado era a falta de recursos que foi observada somente em um caso. A grande maioria apresenta recursos para o futuro se feita a previsão e justificativa. Todos especialistas acreditam a possibilidade de implantação da

proposta, mostrando interesse em estudos de caso no futuro com prioridade na redução de determinados problemas como treinamento. Também foram apontadas necessidades de mudanças em função das realidades e necessidades de cada empresa. A boa aplicação da proposta será feita com o ajuste dos passos para convencionar com o *PDCA* e particularidades da empresa. A Figura 8 mostra a condição ideal de aplicação.

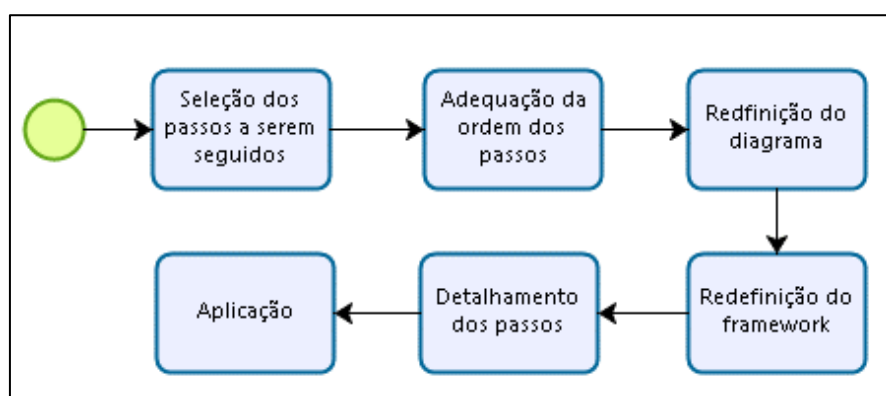


Figura 8 – Ajustes para a aplicação da proposta
Fonte: O autor

Finalmente, foram discutidas particularidades que os especialistas consideraram como importantes nas empresas e merecem atenção na condução do projeto. Um exemplo são aspectos culturais que se mostraram mais relevantes do que a limitação de recursos. Entre outros fatores, observa-se que operadores sem qualificação operam equipamentos de alto valor e não há uma política de desenvolvimento e treinamento, faltando, em grande parte das empresas, um planejamento de longo prazo que esteja documentado e divulgado. Outros operadores mostram-se despreocupados em relação aos cuidados com os equipamentos. Para isso, destaca-se a técnica *TPM* para o desenvolvimento da manutenção autônoma e o despertar do sentimento de posse dos operadores sobre os equipamentos.

Finalmente, destaca-se a grande adesão e proatividade de participantes na apresentação da proposta. Inicialmente tratava-se de uma entrevista individual semi-estruturada, mas os gestores mostraram grande interesse e, com exceção de uma das empresas onde houve somente um participante, as demais tiveram adesão de 3 ou mais especialistas. Observa-se também que alguns pontos de dificuldade

observados na prática pelos gestores de manutenção das empresas estudadas não foram abordados em trabalhos científicos na base de dados avaliada.

3.5. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Entre os aspectos previstos no objetivo do estudo estava a apresentação da proposta de aplicação de programa de implantação da manutenção enxuta, para isso foi formulado roteiro para implantação com o desenvolvimento de *framework* (*framework A*) considerando a revisão de literatura e direcionamentos de especialistas de uma empresa em uma avaliação piloto. A proposta foi apresentada novamente na empresa onde o *framework* revisado (*framework B*) foi exposto na empresa onde o piloto foi avaliado e em outras cinco empresas. O objetivo também previa avaliar a proposta, para isso foram coletadas informações através de entrevista semi-estruturada nas 6 empresas com diversos especialistas. O perfil do respondente se refere àqueles que tiveram um crescimento dentro da empresa, sendo tecnólogos em manutenção industrial e de engenharias, alguns com maior tempo de empresa e outros contratados recentemente e que, sem exceção, mostraram um vasto conhecimento sobre o assunto.

Ainda em relação ao objetivo que previa trazer resultados sobre as realidades das empresas, os comentários foram de especialistas de empresas de diferentes ramos e portes, com perfil diversificado. As observações e opiniões foram pertinentes, relacionadas com questões reais de implantação, pontos culturais, entre outros tópicos. O trabalho científico teve seus resultados considerando a prática dos especialistas, permitindo observar aspectos da literatura que estão ou não sendo aplicados e ainda dificuldades reais das empresas participantes, não abordadas em trabalhos científicos na base de dados estudada. Com isso, observa-se o atendimento a todos os aspectos previstos no objetivo, de apresentar e avaliar a proposta, além de trazer resultados sobre a realidade. Para as muitas expectativas dos especialistas, espera-se que o interessado detalhe os passos indicados na forma de procedimento e folhas de tarefa, de acordo com a realidade de cada empresa, já que esse detalhamento extrapolava a delimitação do trabalho.

Em relação às sugestões de trabalhos futuros, muitos foram os relatos de quebra de máquina que comprometem a produção e foi unânime a observação sobre

a necessidade de mostrar ganhos quantitativos associados para disponibilização de recursos. Nesse caso, deve-se estudar com maior profundidade as paradas de equipamento, seus impactos e custos, o que também vale para as demais dificuldades enfrentadas. Pela grande adesão de especialistas e apresentação que acabou sendo feita para grupos, sugere-se uma metodologia de grupos focais que pode ser utilizada para discussão e resolução das dificuldades enfrentadas. Ainda pode ser feita a aplicação da proposta ajustada para estudos de caso nas interessadas. Também pode ser desenvolvida ferramenta e detalhamento específico para as particularidades que convergiram (máquinas complexas, mudança na metodologia de treinamento; necessidade de mudança cultural, reforma de máquinas antigas, ausência do histórico de equipamentos, variação na utilização dos equipamentos e falta de análise da causa raiz).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA DISSERTAÇÃO

O trabalho 1 selecionou técnicas mais relatadas das quais se destacam: 5S, análise de falhas, gerenciamento visual, Kaizen, MFV, planejamento e indicadores, TPM, gerenciamento dos locais de manutenção reparo e revisão e sistema computadorizado de manutenção, como sendo as principais para o *lean* na manutenção. Utilizando a abordagem por processo, roteiros e *frameworks* já propostos por outros autores, foi criado diagrama com as fases e etapas que foram interligados para construção do “*framework*” (*framework A*) para roteiro de implantação do *lean* na manutenção. Também foi desenvolvida tabela com as fases, passos e respectivos objetivos que servem de guia para o usuário saber o porquê da sua aplicação, o que, associado à avaliação dos especialistas, foi visto como possível desde que feitos ajuste às realidades da empresa, sabendo-se da dificuldade de operacionalização.

O trabalho 2 trouxe a proposta com ajustes conforme as sugestões indicadas pelos especialistas, definindo novo diagrama (diagrama B), “*framework revisado*” (*framework B*) e tabela de objetivos. O grande interesse desse trabalho, foi de fazer nova avaliação através de entrevistas semi-estruturadas em empresas de diferentes ramos, portes, regiões, especialmente para a verificação de fatores específicos na observação de problemas práticos que pudessem auxiliar os usuários no detalhamento dos passos e aplicação. A diversidade de portes, ramos e regiões das empresas foi um fator importante, possibilitando uma percepção não tendenciosa e adequada a uma generalidade de empresas. O perfil dos entrevistados, apesar de terem sido agregadas várias pessoas interessadas, foi de supervisores de manutenção com contratação recente e outros com grande trajetória nas empresas, que se mostraram extremamente preparados.

As empresas participantes possuem, na grande maioria, um setor de manutenção estruturado e estão preocupadas com o planejamento, onde evidencia-se claramente que os problemas de manutenção são uma preocupação atual, pois a alta gestão das empresas entendeu que o desempenho do setor impacta diretamente nas finanças, o que foi confirmado na revisão bibliográfica. Essa questão, evidentemente foi influenciada por terem sido abordadas empresas de maior porte onde problemas de manutenção podem levar a prejuízos incalculáveis. Os

departamentos apresentaram técnicas relacionadas ao monitoramento de indicadores, manutenção preditiva e preventiva e sistema de gestão computadorizado.

Entre as particularidades observadas e que convergiram, a grande maioria trata de pontos de dificuldade como máquinas complexas, problema com metodologia de treinamento, de ausência de histórico, falta de análise da causa raiz e aspectos culturais. Esse último mais preocupante do que a própria questão de recursos relacionados aos técnicos e a organização. A literatura abordou esse ponto mostrando a necessidade de “aceitação dos empregados, com comunicação adequada” e a “condução do trabalho para que fique orientado industrialmente, fornecendo aos gestores formas de pensar”, além de técnicas da manutenção enxuta como a *TPM*, entre outras que podem auxiliar em todas as particularidades observadas.

Acredita-se que uma parte das dificuldades das empresas podem ser resolvidas sem recursos. Para as demais, observa-se uma necessidade de maior planejamento a médio e longo prazo. Essa é uma questão de maior complexidade e que demanda de uma análise profunda de cada caso. A dificuldade é generalizada dada a grande oscilação e instabilidade política que afeta a economia brasileira (Época, 2017). O trabalho destacou os “procedimentos antiquados, excesso de estoque de materiais e peças, desperdício de tempo e transporte”, como os desperdícios que a manutenção enxuta combate. Contudo, nenhum desses aspectos foi abordado pelos especialistas.

Com relação à proposta, foram indicados pontos fortes como a pertinência do tema, escassez de trabalhos relacionados, ajuda ao interessado, uso do mapa do fluxo do valor, possibilitar visão sistêmica, ordenamento dos passos, gama de ferramentas, uso do tempo ocioso dos envolvidos, roteiro de direcionamento, possibilidade de auxiliar o controle, ganhos para os técnicos e oportunidades de melhoria. Foi identificada a possibilidade de implantação pela maioria dos especialistas que observaram que haveriam recursos se bem justificados e teriam contribuições para a gestão, apesar de metade das empresas não terem a difusão dos conceitos do *lean* e as outras terem de forma modesta. Nesse ponto entra a grande preocupação de quantificar os ganhos, não sendo observados trabalhos relacionados nas bases de dados pesquisadas. As empresas sugeriram mudanças

como a inclusão do ciclo *PDCA* e outros aspectos muito úteis para os usuários, podendo ser considerados para ajuste da proposta na sua realidade. Mesmo após as mudanças feitas depois da apresentação piloto, houve uma preocupação com a complexidade da operacionalização, apesar de ter havido um cuidado na elaboração da proposta, previsto na abordagem por processos.

Mesmo com as mudanças sugeridas, considera-se que a proposta teve boa aceitação nas seis empresas, sendo que cinco delas manifestaram interesse em trabalhos futuros, sugerindo estudos de caso relacionados. Destaca-se a grande adesão dos participantes nas apresentações, sua proatividade, vasto conhecimento e grande interesse em maior detalhamento o que não pode ser coberto em uma única apresentação e pode ser explorado para obtenção de ótimos resultados.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Em relação ao trabalho 1, o objetivo geral era de “propor um roteiro para aplicação da manutenção enxuta”. Para isso foi feita a análise da literatura, construindo-se a proposta em questão através de três ferramentas (diagrama A, *framework* A e tabela com objetivos dos passos). Em relação aos objetivos específicos o trabalho, previa “desenvolver um *framework* (*framework* A), construindo o roteiro a ser seguido para implantação da manutenção enxuta”, o que foi feito através da interligação dos passos definidos nos diagrama, através de representação gráfica originando o *framework* de acordo com a respectiva definição para essa ferramenta. Além disso, o segundo objetivo específico era o de “submeter roteiro à avaliação de especialistas, elencando os pontos a serem ajustados”. A avaliação piloto foi feita com a apresentação da proposta para especialistas de uma indústria de linha branca da região Sudoeste do Paraná, após isso foi feita abertura para comentários de especialistas e questionário objetivo. Isso permitiu a obtenção de uma percepção geral, onde os comentários são vistos como extremamente pertinentes e foram observados no trabalho, mostrando quais passos merecem atenção e poderão alertar e guiar o usuário na aplicação. Apesar dos comentários mostrarem uma operacionalização difícil, a proposta teve aceitação dos possíveis usuários.

Em relação ao trabalho 2 que teve como objetivo geral “propor roteiro para a implantação da manutenção enxuta, obtendo informações sobre as realidades e

dificuldades operacionais do departamento de manutenção das empresas”, o que foi feito através dos objetivos específicos de “ajustar roteiro conforme opiniões dos especialistas;”, considerando os direcionamentos de especialistas da avaliação piloto e originando o diagrama B e *framework* B como proposta para implantação da manutenção enxuta sugerindo quatro etapas, são elas: etapa inicial (com as fases: treinamento inicial, definição do sistema de manutenção da organização, identificação de dados existentes, elaboração dos mapas do fluxo do valor inicial, identificação dos desperdícios, verificar resultados do setor, identificar necessidades dos clientes e “stakeholders”, definir objetivo, determinação do mapa do fluxo do valor futuro); de avaliação (com as fases de definição e seleção das técnicas, ferramentas e mudanças, formação do grupo operacional, divisão de tarefas, formação de lideranças, identificar impactos por técnicas, ferramenta e mudanças, definir prioridades, avaliar técnicas, ferramentas e mudanças); de aplicação (com as fases de definir grupo de coordenação, definir facilitadores, definir participações, definir cronograma, definir metas, projeto piloto, avaliação do piloto, executar transformação *lean*, gestão do projeto, monitorar indicadores e avaliação do processo) e de melhoria contínua (com as fases de auditar resultados, padronização de práticas e procedimentos, desenvolvimento de times e funcionários e expandir técnicas *lean*).

Através da abordagem por processos que prevê a elaboração de tabela com o objetivo de cada um dos passos citados, o que foi feito através do quadro 6. Na figura 6 e 7, o diagrama e *framework* preveem, respectivamente, como exemplo, na etapa “inicial”, a fase de “determinação do mapa do fluxo do valor futuro”. Essa fase tem seu objetivo mostrado no quadro 6, nesse caso, é “Determinar todos os pontos a serem alcançados retirando aquilo que não adiciona conteúdo (desperdícios), observando visualmente a mudança”. O diagrama tem a intenção de mostrar, de forma enxuta, todas as fases e etapas do trabalho e ele foi construído mediante ao que se viu como importante na revisão de literatura. Todos os passos do programa interagem e uma forma gráfica de mostrar essa interação se dá através do *framework*. Como a proposta é flexível, o quadro de objetivos tem a finalidade de mostrar ao usuário o motivo de cada passo para que ele ajuste toda a proposta a sua necessidade e use esse objetivo para desencadear metodologias específicas de cada passo. O segundo objetivo específico previa “avaliar a proposta em um número maior de empresas”, para isso, a proposta foi apresentada novamente na empresa piloto e

em outras cinco empresas, o que foi feito através da coleta de informações com entrevista semi-estruturada com diversos especialistas.

Sobre o objetivo geral e específico de “observar o cenário atual dos departamentos de manutenção das empresas, relacionando-o com a proposta” que previam trazer resultados sobre as realidades, identificação da possibilidade de aplicação da proposta e a observação do cenário dos departamentos relacionando-os com o trabalho, observou-se informações relacionadas com questões reais. Destaca-se a aplicação de ferramentas da manutenção enxuta em algumas das empresas, e que as dificuldades apresentadas pelos especialistas das empresas não estavam entre os desperdícios que a manutenção enxuta visa combater, sendo muito pouco discutidos nas entrevistas. Entretanto, a observação dos aspectos em geral mostra que, apesar da complexidade de operacionalização destacada, efetivamente o desenvolvimento do projeto pode auxiliar nos aspectos destacados, com a necessidade de ajustes da proposta conforme as realidades e necessidades de cada empresa.

Para trabalhos futuros, pode ser explorado o detalhamento das técnicas para aplicação em uma empresa específica através de estudo de caso, bem como formas de mostrar quantitativamente os ganhos que o projeto pode trazer para justificar investimentos. Também podem ser exploradas ainda mais as apresentações e visitas às empresas através da metodologia de grupos focais, propondo uma solução para as particularidades das empresas onde foi observada convergência. Como os desperdícios combatidos pela manutenção enxuta não foram observados pelos especialistas, há uma oportunidade de amadurecer o conceito nas empresas. Pode ser observado se tais desperdícios realmente não existem ou se não estão sendo observados, o que é favorecido pela aplicação do mapa do fluxo de valor, não observado em nenhuma das empresas, mesmo tendo sido destacado por autores como Mostafa *et al.*, (2015), podendo representar grandes oportunidades, inclusive com possibilidade de quantificação de ganhos para justificar mudanças.

5.1. CONTRIBUIÇÕES

Considera-se a elaboração de *framework*, diagrama e tabela com objetivos, com a participação de especialistas de empresas, que construiu uma forma simples de visualizar as etapas necessárias, onde as três ferramentas juntas orientam a aplicação pelo usuário, com a possibilidade de ganhos associados. Observou-se, além de todas as particularidades elencadas, uma cultura de identificação de desperdícios muito pouco abordada e que pode representar muitas oportunidades com a aplicação da proposta. Em relação às contribuições científicas, observa-se que as entrevistas permitiram o levantamento de dados de empresas com representatividade econômica de diferentes regiões, portes e segmentos, identificando o perfil dos especialistas de manutenção, estrutura do departamento, técnicas utilizadas, problemas reais e particularidades que podem alimentar trabalhos científicos especialmente em relação a organização dos departamentos.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-MAKSOU, Ahmed; DUGDAL, David; LUTHER, Robert. Non-Financial Performance Measurement in Manufacturing Companies. **British Accounting Review** 37(3):261–97., 2005
- ABREU, João; MARTINS, Paula Ventura; FERNANDES, Silvia; ZACARIAS, Marielba. Business Processes Improvement on Maintenance Management: A Case Study. **Procedia Technology**. 9:320–30. 2013.
- ALSYOUF, Imad. The Role of Maintenance in Improving Companies Productivity and Profitability. **International Journal of Production Economics**. 105(1):70–78. 2007.
- ARSLANKAYA, Seher; ATAY, Hatice. Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 207:214–24. 2015.
- BAKRJI, Adnan; RAHMAN, Abdul; YUSOF, Noordin; AHMAD, Ramli. Boosting *Lean* Production via TPM. **Procedia - Social and Behavioral Sciences** 65(65):485–91.
- CABLE, Josh. 2010. *Lean* for Machines. **Industry Week**, jun. 2010. Disponível em: <<http://www.industryweek.com/companies-amp-executives/lean-machines>>. Acesso em: 10 ago. 2018
- CHLEBUS, E., J; OLEJARCZYK, Helman, M.; ROSIENKIEWICZ, M. A New Approach on Implementing TPM in a Mine – A Case Study. **Archives of Civil and Mechanical Engineering** 15(4):873–84. 2015.
- DONOGHUE, C. D. O; PRENDERGAST, J. G. Implementation and Benefits of Introducing a Computerised Maintenance Management System into a Textile Manufacturing Company. **Journal of Materials Processing Technology**. 154:226–32. 2004.
- EPOCA. Como a Crise Política Afeta os Negócios das Maiores Empresas do País. **Época Negócios**. Disponível em <<https://epocanegocios.globo.com/360/noticia/2017/08/como-cri-se-politica-afeta-os-negocios-das-maiores-empresas-do-pais.html>> Acesso em: 07 fev. 2018.
- FACCIO, M.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F.; ZANIN, G. Industrial Maintenance Policy Development: A Quantitative Framework. **International Journal of Production Economics**.147(PART A):85–93. 2014.
- FLICK, Uwe. **Desenho da Pesquisa Qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GOPALAKRISHNAN, Maheshwaran; BOKRANTZ, Jon; YLIPAA, Torbjörn; SKOOGH, Anders. “Planning of Maintenance Activities – A Current State Mapping in Industry.” **Procedia CIRP** 30:480–85. 2015.
- JASIULEWICZ-KACMAREK, M. Integrating *Lean* and Green Paradigms in Maintenance Management. **IFAC**. 2014.
- JIMÉNEZ, Mariano; ROMERO, Luis, DOMÍNGUEZ, Manuel; ESPINOSA, María del Mar. “5S Methodology Implementation in the Laboratories of an Industrial Engineering University School. **Safety Science**.78:163–72.2015.
- KAMSU-FOGUEM, Bernard; RIGAL, Fabien; MAUGET, Félix. “Mining Association Rules for the Quality Improvement of the Production Process.” **Expert Systems with Applications** 40(4):1034–45. 2013.
- Kennedy, W. J., J. Wayne Patterson, and Lawrence D. Fredendall. An Overview of Recent Literature on Spare Parts Inventories. **International Journal of Production Economics**. 76:201–15. 2002.
- KNECHTGES, Paul; DECKER, Michael Christopher. “Application of Kaizen Methodology to Foster Departmental Engagement in Quality Improvement.” **Journal of the American College of Radiology**. 11(12):1126–30.2014.

KONECNY, Philipp A.; THUN, Jörn Henrik. Do It Separately or Simultaneously - An Empirical Analysis of a Conjoint Implementation of TQM and TPM on Plant Performance. **International Journal of Production Economics**.133(2):496–507. 2011.

LINDBERG, Carl Fredrik; TAN, Sieting, YAN, Jinyue; STARFEL, Fredrik. Key Performance Indicators Improve Industrial Performance. **Energy Procedia**. 75:1785–90. 2015.

MARAFON, A. D.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. T.; ENSSLIN, S. R. Avaliação de Desempenho Na Gestão de P & D – Revisão Sistêmica Literária. **P&D Em Engenharia de Produção**. 171–94. 2012.

MARCORIN, W. R.; LIMA, C. R. C. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. **Revista De Ciência & Tecnologia**. São Paulo. v. 11, n 22, p. 35-42, 2003.

MANZINI, E.J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2, 2004, Bauru. A pesquisa qualitativa em debate. **Anais...** Bauru: USC, 2004. 10p.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; FLEURY, Afonso; MELLO, Carlos Henrique Pereira; NAKANO, Davi Noboru; LIMA, Edson Pinheiro; TURRIONI, João Batista; HO, Linda Lee; MORABITO, Reinaldo; MARTINS, Roberto Antonio; SOUSA, Rui; COSTA, Sérgio E. Gouvêa; PUREZA, Vitória. 2012. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Eslevier Editora. 2012.

MÍKVA, Miroslava; PRAJOVÁ, Vanessa; YAKIMOVICH, Boris; KORSHUNOV, Alexander; TYURIN, Ivan. Standardization-One of the Tools of Continuous Improvement. **Procedia Engineering**. 149(June):329–32. 2016.

MOSTAFA, Sherif; DUMRAK, Jantanee; SOLTAN, Hassan. “Lean Maintenance Roadmap.” **Procedia Manufacturing**.434–44. 2015.

ELFEZAZI, My Abdelbar. Improvement Maintenance Implementation Based on Downtime Analysis Approach. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. 2016.

PINJALA, Srinivas Kumar; PINTELON, Liliane; VEREECKE, Ann. An Empirical Investigation on the Relationship between Business and Maintenance Strategies. **International Journal of Production Economics**. 104(1):214–29. 2006.

PLATTS, K. W.; BOURNE, M. C.; NEELY, A. D.; RICHARDS, A. H.; GREGORY, M. J. Testing Manufacturing Strategy Formulation Processes. **International Journal of Production Economics**. 1998.

PLATTS, K. W.; MILLS, J. F.; NEELY, A. D.; GREGORY, M. J.; RICHARDS, A. H. Evaluating Manufacturing Strategy Formulation Processes. **International Journal of Production Economics**.47:233–40.1996.

RIBEIRO, José Luis Duarte; MILAN, Gabriel Sperandio. **Entrevistas individuais: Teoria e aplicações**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2007.

RIBEIRO, José Luis Duarte; NODARI, Cristiane Tessele. **Tratamento de Dados Qualitativos: Técnicas e Aplicações**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2001.

PICANÇO, João Roberto Silva. **Análise Da Produtividade Na Manutenção Industrial: Um Estudo de Caso no Núcleo de Manutenção da Deten Química S.A.** 2003. 95 f. Tese (Mestrado em Administração) - Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2003.

RODRIGUES, Marcelo. **Manutenção Industrial em Curitiba e Cidades Circunvizinhas: Um Diagnóstico Atual**. 2003. 151 f. Tese (Mestrado em Tecnologia). – Centro Federal de Educação. 2003.

ROSNIZA, Anis; AKBAR, Nizam; FADHIL, Mohamad; AHMAD, Norizan. Adopting Standardization in Construction Environment: Standard Method of Measurement. **Procedia – Social and Behavioral Sciences** 170:37–48. 2015.

RUIZ, Paula Potes; FOGUEM, Bernard Kamsu; GRABOT, Bernard. Generating Knowledge in Maintenance from Experience Feedback. **Knowledge-Based Systems** 68:4–20.2014.

SARI, Emelia; SHAHAROUN, Awaluddin Mohamed; MA'ARAM, Azanizawati; YAZID, Mohd. Sustainable Maintenance Performance Measures: A Pilot Survey in Malaysian Automotive Companies. **Procedia CIRP** 26:443–48. 2015.

SEBRAE. Critérios de Classificação de Empresas: MEI – ME – EPP. **Sebrae – SC**. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

SOLTAN, Hassan; MOSTAFA, Sherif. *Leanness and Agility within Maintenance Process*. **International Journal of Engineering Research and Technology**. 553–55. 2016.

THANKI, Shashank; GOVINDAN, Kannan; THAKKAR, Jitesh. An Investigation on *Lean-Green* Implementation Practices in Indian SMEs Using Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach. **Journal of Cleaner Production** 135:284–98. 2016.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia de pesquisa-ação**. 18. Ed. – São Paulo: Cortez, 2011.

VERMA, Neha; SHARMA, Vinay. “Energy Value Stream Mapping a Tool to Develop Green Manufacturing.” **Procedia Engineering** 149(June):526–34. 2016.

VERRIER, Brunilde; ROSE, Bertrand; CAILLAUD, Emmanuel. *Lean and Green Strategy: The Lean and Green House and Maturity Deployment Model*. **Journal of Cleaner Production** 116:150–56. 2015.

VERRIER, Brunilde; ROSE, Bertrand; CAILLAUD, Emmanuel; REMITA, Hakim. Combining Organizational Performance with Sustainable Development Issues: The *Lean* and Green Project Benchmarking Repository. **Journal of Cleaner Production** 85:83–93. 2014.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus Ltda. 2004.

YILE, Liu; HANG, Xu Xue; LEI, Zou. Lean Maintenance Framework and Its Application in Clutch Maintenance. **Proceedings of the International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering**, ICIII 2008 3:230–32. 2008.

ZHANG, Lianying; CHEN, Xi. Role of *Lean* Tools in Supporting Knowledge Creation and Performance in *Lean* Construction. **Procedia Engineering**. 145:1267–74. 2016.

APENDICE A – QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE PROPOSTA DE PROGRAMA DE MANUTENÇÃO ENXUTA

1. **GERAL: Como você classifica a proposta (diagrama, *framework* e tabela)?**
 - a. Ruim;
 - b. Regular;
 - c. Bom;
 - d. Excelente.

2. **PERTINÊNCIA: Acha que poderia aplicar na empresa onde trabalha?**
 - a. Não aplicaria nada;
 - b. Aplicaria parcialmente;
 - c. Aplicaria a maioria;
 - d. Aplicaria tudo.

3. **NECESSIDADE DE MUDANÇA: Qual o nível de alteração para aplicar na empresa onde trabalha?**
 - a. Tudo;
 - b. 50%;
 - c. 25%;
 - d. Nada;

4. **OPERACIONALIZAÇÃO: Com relação a operacionalização da proposta, você acredita que seja:**
 - a. Extremamente difícil;
 - b. Difícil;
 - c. Fácil;
 - d. Extremamente fácil.

5. **GANHOS POSSÍVEIS: Com a técnica, você acredita que a empresa poderia ter:**
 - a. Nenhum ganho;
 - b. Poucos ganhos;
 - c. Muitos ganhos;
 - d. Ganhos extraordinários;

6. **INTERESSE: Teria interesse em aplicar o sistema?**
 - a. Não;
 - b. Desde que fosse alterada em grande parte;
 - c. Desde que alguns itens fossem alterados;
 - d. Teria interesse em aplicar dessa forma.

Nome	Função

ANDRÉ FELIPE MUNARO
MESTRANDO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PPGEPS – PROGRAMA DE POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
UTFPR – UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
ABRIL/2017