

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARCELO RAMOS DOS SANTOS

**PLANO DE MANUTENÇÃO DE UMA EXTRUSORA NO PROCESSO
DE FABRICAÇÃO DE PERFIS DE ALUMÍNIO**

PROJETO DE TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

MEDIANEIRA – PR

2017

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARCELO RAMOS DOS SANTOS

**PLANO DE MANUTENÇÃO DE UMA EXTRUSORA NO PROCESSO
DE FABRICAÇÃO DE PERFIS DE ALUMÍNIO**

PROJETO DE TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Peterson Diego Kunh, Me.

MEDIANEIRA – PR

2017

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal Do Paraná
Diretoria de Graduação e Ensino Profissional
Coordenação de Engenharia de Produção

TERMO DE APROVAÇÃO

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UMA EMPRESA DE PERFIS DE ALUMÍNIO

por

Marcelo Ramos dos Santos

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 16:00 do dia 13/06/2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho.....

Medianeira, 13 de junho de 2017.

Prof. Peterson Kunh, Me.
(UTFPR)
Orientador

Prof. Cidmar Ortiz, Me.
(UTFPR)

Prof^a. Alencar Servat.
(UTFPR)

“Treine enquanto eles dormem,
estude enquanto eles se divertem,
persista enquanto eles descansam, e
então, viva o que eles sonham.”

Provérbio Chinês.

Agradecimentos

A Deus, por sempre me dar forças ao longo de minha trajetória.

A minha família, que sempre apoiou meus sonhos, me oferecendo todo suporte necessário para chegar até esse momento.

Ao meu professor, orientador e hoje amigo Peterson Diego Kunh, que com toda paciência e dedicação foi crucial no êxito de minha vida acadêmica.

A todos os professores que compartilharam o experiências e conhecimentos ao longo dessa trajetória.

Aos meus amigos que compartilharam alegrias e frustrações ao longo desse caminho, em especial ao Giovanni Orciuolo, Marcos Aurélio, Guilherme Souza e Gabriel Lima e Bruno Sotoski.

Aos meus companheiros de trabalho e hoje amigos Jacques Vigato e Flavio Nascimento pelo suporte e o compartilhamento dos conhecimentos.

E um agradecimento especial a minha mãe Cassia L. R. Santos e minha namorada Hellen Mayara Fonseca, que são pessoas sensacionais e acreditaram em mim mesmo quando eu não acreditava. Vocês têm uma grande parcela dessa conquista, foram minha principal base e me motivaram dia a dia.

RESUMO

SANTOS, Marcelo Ramos dos. **Plano de manutenção preventiva em uma empresa de perfis de alumínio**. 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O atual modelo de produção, em desenvolvimento desde a revolução industrial exige excelência e perfeições dos processos, diminuindo custos e aumentando a produtividade. Para alcançar esses feitos, é necessário aperfeiçoar detalhes cruciais, tais como utilizar todo o potencial dos ferramentais e fatores humanos disponíveis. Dentre os detalhes está o planejamento da manutenção, que se tornou fundamental para o desenvolvimento da organização, pois com a diminuição do maquinário parado, tem-se como consequência uma maior produtividade. A manutenção preventiva com o auxílio de um sistema informatizado começou a ser utilizado em empresas para controlar as trocas tornando-as eficientes, conhecendo o período de desgaste e de intervenção. O Excel possui uma extensão que executa tarefas predeterminadas de extrema complexidade, denominada *Visual Basic* (VBA). Com a associação da Manutenção preventiva e a ferramenta VBA é possível à utilização consciente das máquinas, fazendo um plano de manutenção otimizada, com a finalidade de evitar quebras inesperadas e realizar paradas pontuais, em momentos específicos diminuindo o período interrupção.

Palavras-chave: Manutenção preventiva; Planejamento; *Visual Basic*;

ABSTRACT

SANTOS, Marcelo Ramos dos. **Preventive maintenance plan in a company of aluminum profiles**. 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

The current production model, which has been under development since the industrial revolution, requires excellence and perfection in processes, reducing costs and increasing productivity. To achieve these achievements, it is necessary to refine crucial details, such as utilizing the full potential of the available human factors and tools. Among the details is the maintenance planning, which has become fundamental for the development of the organization, because with the reduction of stationary machinery, consequently it has a higher productivity. Preventive maintenance with the aid of a computerized system, began to be used in companies to control the exchanges, making them efficient, knowing the period of wear and intervention. The Microsoft Excel has an extension that performs default tasks extremely complex, called Visual Basic (VBA). With the combination of Preventive Maintenance and the VBA tool it is possible to consciously use the machines, making an optimized maintenance plan, with the purpose of avoiding unexpected breaks and punctual stops at specific times reducing the interruption period.

Keywords: Preventive maintenance; Planning; Visual Basic;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Manutenção Corretiva	9
Figura 2: Manutenção Preventiva	11
Figura 3: Manutenção Preditiva	13
Figura 4: Extrusão de perfis vazados e sólidos	16
Figura 5: Formulários VBA no Excel	19
Figura 6: Curva vida útil	20
Figura 7: Vida útil equipamentos mecânicos	21
Figura 8: Análise de vida útil por tempo	22
Figura 9: Etapas do Processo	25
Figura 10: Fluxograma do processo	27
Figura 11: Login inicial	29
Figura 12: Login assertivo e errado	30
Figura 13: Menu inicial	30
Figura 14: Cadastro de Equipamentos	31
Figura 15: Equipamento cadastrado	32
Figura 16: Relatório de Manutenção	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da manutenção	7
Quadro 2 - Variáveis do processo de extrusão	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO DO TRABALHO	4
2.1	Objetivo Geral.....	4
2.2	Objetivos Específicos.....	4
3	REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1	HISTORIA DA MANUTENÇÃO.....	5
3.2	Característica da Manutenção.....	7
3.2.1	Manutenção Corretiva.....	7
3.2.2	Manutenção Preventiva.....	9
3.2.3	Manutenção Preditiva.....	11
3.3	Sistema INFORMATIZADO para manutenção.....	14
3.4	Sistema de planejamento e controle da manutenção.....	15
3.5	processo de Extrusão.....	15
3.6	visual-basic Excel.....	18
3.7	Confiabilidade.....	20
4	METODOLOGIA PROPOSTA	24
4.1	descrição da Área de estudo.....	24
4.2	Características da pesquisa.....	24
4.3	Etapas da pesquisa.....	25
5	Resultados e discussões	27
5.1	Processo produtivo.....	27
5.2	problemas encontrados.....	30
5.3	Ferramenta de controle e planejamento da manutenção.....	30
6	Conclusão	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A manutenção passou por várias mudanças ao longo da sua existência, as quais podem ser classificadas em primeira, segunda e terceira geração.

Em todas fases o objetivo principal é o mesmo, o desenvolvimento eficiente da manutenção englobando avanços relacionados às experiências, científicos, culturais e até sustentáveis. Com o progresso e principalmente o desenvolvimento tecnológico, se tornou inevitável a utilização da tecnologia embarcada no decorrer dessa trajetória.

Uma das principais finalidades de implementação de um programa de manutenção está relacionado à evitar o desgaste das instalações e equipamentos, seja pelo uso excessivo ou natural, com o incremento de programas computacionais.

Segundo autores como Pinto e Xavier (2001), Xenos (1998), Moro (2007), a manutenção pode ser dividida em basicamente três categorias, a corretiva, preventiva e preditiva. E com o mesmo pensamento, os autores visualizam o desenvolvimento relacionado com custo global, diretamente ligado ao desenvolvimento da empresa, afetado através do tempo de produção, custo de troca de equipamento e segurança dos seus colaboradores.

Nesse estudo, a empresa analisada utiliza somente a categoria de manutenção corretiva, sendo de desejo e necessidade a implementação de um planejamento de manutenção preventiva com o auxílio de *software*, sendo que o programa utilizado nessa pesquisa foi o Excel, através das ferramentas de programação *Visual Basic*.

No atual cenário político e econômico do país, as empresas buscam constantemente a redução de seus custos operacionais, verifica-se que uma das alternativas para alcançar este objetivo pode ser através da utilização da manutenção preventiva.

A paralisação da produção para a troca ou manutenção de um equipamento que quebrou, se traduz em custos, colocando em risco o sucesso e expansão da empresa e com a utilização eficiente da manutenção preventiva, é possível otimizar o tempo de produção e evitar quebras inesperadas.

Ainda Viana (2002), esclarece que a tecnologia está em constante desenvolvimento com o propósito de produzir com qualidade, exigindo o maior aproveitamento do maquinário. Diante disso, a utilização da manutenção se torna indispensável, controlando os recursos e aprimorando o processo.

Os responsáveis pelo gerenciamento do sistema de processos negligenciavam a importância da manutenção e seu impacto nos produtos, considerado como um mal necessário, porém com o estudo aprofundado, foi possível ver a relação direta entre a manutenção e o lucro básico (MORO, 2007).

Ter um sistema de manutenção confiável é essencial para auxiliar na tomada de decisão, desta forma esta pesquisa tem como objetivo, propor uma ferramenta que permita melhorias e acompanhamento contínuo da vida útil do equipamento.

O presente trabalho dividiu-se em três partes. A primeira compreendeu a apresentação do problema, justificativa e origem do mesmo bem como os objetivos almejados. O segundo contemplou o levantamento bibliográfico relacionado a história da manutenção, tipos de manutenção, sistema semi-informatizado, utilização da ferramenta Excel através do *Visual Basic* e o processo de extrusão. A terceira parte compreende a execução da ferramenta proposta.

A metodologia empregada da pesquisa e a maneira que os dados serão coletados.

O alinhamento com a empresa teve papel fundamental para execução do estudo, pois através desse foi possível o entendimento da necessidade da empresa, executar uma ferramenta personalizada com foco na carência da empresa e proporcionar planejamento, controle e projeção financeira a médio e longo prazo.

Com o entendimento da necessidade da empresa, foi possível a elaboração da ferramenta de maneira personalizada, com foco na carência da manutenção corretiva da empresa. A ferramenta foi elaborada com a linguagem do *Visual Basic* no Microsoft Excel e a execução pela Macro. Com todas as variáveis levantadas, foi necessário a lógica de abordagem e de execução, com o objetivo de atender a necessidade da melhor maneira e proporcionar a otimização do planejamento.

A ferramenta tem as opções de controle de utilização, verificação de vida útil, planejamento financeiro de custo em 6, 12 e 15 meses, customização e filtros

por categorias. Com a utilização da ferramenta, foi possível utilizar a manutenção preventiva e proporcionar maior controle do processo produtivo.

2 OBJETIVO DO TRABALHO

Os objetivos previstos neste trabalho foram alcançados mediante coleta de informações junto à empresa, para que fosse possível formular o problema e diagnosticar as soluções, bem como a exposição das principais abordagens literárias sobre a utilização de um plano de manutenção preventiva.

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um plano de manutenção de uma extrusora no processo de fabricação de perfis de alumínio, utilizando uma ferramenta Macro do Excel (*Visual Basic*).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar e descrever o processo.
- b) Realizar um diagnóstico do processo com foco na manutenção.
- c) Elaborar uma ferramenta personalizada para auxiliar na gestão do sistema de manutenção, através do *Visual Basic* e Macro no programa Excel.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTORIA DA MANUTENÇÃO

A manutenção tem a finalidade de evitar o desgaste em instalações e equipamentos, seja pelo uso excessivo ou uso natural. Pode-se caracterizar a deterioração através de aparência externa, ruídos, perdas de desempenho e paralisação do processo produtivo (XENOS, 1998).

Para Pinto e Xavier (2001), das atividades realizadas nas indústrias, a manutenção se tornou a prática que mais está em mudanças frequentes. Empresas renomadas sabem a importância da manutenção no seu processo produtivo e ao meio ambiente, incluindo a redução de custo e aumento da qualidade do produto. A continuidade na manutenção se evidenciou pelas principais consequências:

- a) Acréscimo e diversidade de itens com necessidade de preservação.
- b) Complexidade nos projetos.
- c) Inovações na manutenção.
- d) Novas perspectivas do sistema de manutenção.

Ao se referir sobre a história da manutenção, Branco Filho (2008), a divide entre pré-revolução e pós-revolução industrial. Em tempos anteriores a Revolução Industrial, a produção era geralmente de forma artesanal, com exceção da produção de tecido. As principais fontes de energias para a realização das tarefas eram originárias de rodas d'água e ventos, e toda a transmissão de energia era proporcionada através de eixos e polias.

A manutenção nessa época era considerada inexistente, a prática mais comum era a substituição de peça gasta e a utilização de gordura animal nas exigências de movimento e cargas, o conhecimento era transitado de geração em geração.

Com a Revolução Industrial, a lubrificação e a troca de peças de tornou de suma importância, e para determinados fins, surgiu-se os grupos de manutenção. No começo das atividades, os operadores eram responsáveis pela lubrificação e a troca de peças que julgarem necessário, porém, com os avanços, determinou-se um grupo específico para a manutenção desses equipamentos.

Com a inovação da eletricidade e as novas tecnologias, a manutenção sofreu mudanças, diminuindo o número de eixos e polias e exigindo maiores conhecimentos específicos.

A história da manutenção pode ser fracionado em três gerações:

a) Primeira Geração.

Segundo Gurski (2002), a Primeira Geração tem o alcance anterior a Segunda Guerra Mundial, por volta do século XVI na Europa central, quando os equipamentos sofriam com o dimensionamento incorreto, a simplicidade dos equipamentos e a falta de mecanismo.

Com o incremento da dificuldade econômica da época, a produtividade não era considerada o objetivo principal, como resultado o sistema de manutenção não era necessário, apenas serviços relacionados à lubrificação, limpeza ou reparo após a quebra, gerando a manutenção corretiva.

b) Segunda Geração.

Para Pinto e Xavier (2008), a Segunda Geração está datada entre a Segunda Guerra mundial e o ano de 1960. O período pós-guerra exigiu uma grande demanda por todo tipo de produto, e simultaneamente o contingente de mão de obra industrial sofreu uma redução considerável, o que resultou em um forte aumento da mecanização e na complexidade.

A produção estava sujeito ao bom funcionamento das máquinas, o que acarretou a ideia de que os equipamentos não poderiam sofrer paradas, evitando as quebras e manutenções corretivas, resultando na filosofia de manutenção preventiva.

O custo da manutenção se tornou elevado em comparação aos custos operacionais, e para a diminuição dessa despesa, criaram-se os sistemas de planejamento e controle de manutenção, que tinha a abrangência desde a substituição do equipamento até o estudo de aumento a vida útil.

c) Terceira Geração.

Segundo Moro (2007), a Terceira Geração se iniciou após a década de 1970, caracterizado pelo aumento de mudança nas indústrias. A interrupção da produção gerava um aumento de custo, queda na qualidade do produto e se tornou uma apreensão generalizada, pois a principal motivação foi a utilização da manutenção para atender as exigências de qualidade, sendo que a paralisação da produção tinha um impacto significativo no faturamento da organização. Com base

nisso, a Terceira Geração reforçou-se o conceito de uma manutenção preditiva. O Quadro 1 exemplifica a evolução da manutenção.

Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
Até 1940	De 1940 a 1970	Após 1970
Crescente expectativa em relação a manutenção		
Conserto após a falha (Manutenção corretiva)	Disponibilidade crescente	Maior disponibilidade e confiabilidade
	Maior vida útil do equipamento	Melhor custo-benefício
		Melhor qualidade dos produtos
		Preservação do meio ambiente
Mudanças nas técnicas de manutenção		
Manutenção corretiva	Computadores lentos	Monitoramento de condições
	Planejamento e controle do trabalho de forma manual	Projetos voltados a confiabilidade e manutenibilidade
	Monitoração por tempo	Análise de risco
		Computadores pequenos e rápidos
		Software potente
		FMEA
		Grupo de trabalho multidisciplinar
Até 1940	De 1940 a 1970	Após 1970
Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração

Quadro 1 - Evolução da manutenção
Fonte: Adaptado de Pinto e Xavier (2008).

3.2 CARACTERÍSTICA DA MANUTENÇÃO

As características da manutenção sofreram alterações e desenvolvimento ao longo da trajetória, basicamente dividindo-se em corretiva, preventiva e preditiva (VIANA, 2002).

3.2.1 Manutenção Corretiva.

Xenos (1998), define que a manutenção corretiva é realizada

posteriormente a quebra do equipamento, e para a escolha desse mecanismo, deve-se levar em conta fatores econômicos, como por exemplos a acessibilidade à falha e a parada para a troca do equipamento, caso as ações sejam necessárias, a manutenção corretiva será a correta. Outros fatores devem ter relevância antes da escolha do método corretivo, tais como:

a) Existência de ações preventivas que podem ser realizadas para evitar a interrupção do equipamento.

b) O custo de longas interrupções da produção poderá representar prejuízos significativos.

c) A reposição da peça danificada deverá ser em um curto período, diminuindo a paralisação dos equipamentos.

Para Pinto e Xavier (2006), a manutenção corretiva é a correção da diminuição do desempenho ou da falha, pode-se dividir em manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não planejada. Caracteriza-se a manutenção não planejada o alto custo, uma vez que o equipamento já sofreu a quebra, acarretando na paralisação da produção, perda da qualidade e elevados custos indiretos de manutenção. Entretanto, a manutenção corretiva planejada se evidencia pela correção através da diminuição do desempenho esperado ou de falhas, atuando com o auxílio do acompanhamento preditivo.

A manutenção corretiva simboliza o início em que os responsáveis pela manutenção reparam o equipamento sem a devida precaução com a causa, exemplificada através da simples substituição de um parafuso, não se sabe a motivo do desgaste e os recursos são voltados para a troca do item, sem consideração da quantidade diária necessária (SANTOS,2013).

Segundo Branco filho (2008), a manutenção corretiva evoluiu com a indústria, no período pós-guerra, sendo implementada em praticamente todas as organizações e desenvolvendo a substituição do equipamento prejudicado pelo desgaste. A manutenção corretiva se estendeu até o fim da década de 30.

A Figura 1 representa a manutenção corretiva em relação ao desempenho e tempo.

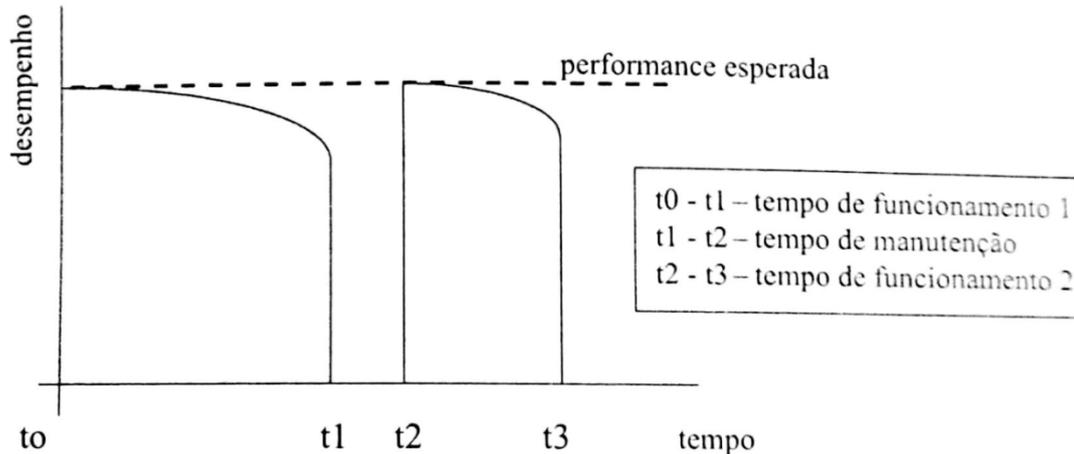


Figura 1: Manutenção Corretiva
Fonte: Pinto e Xavier (2008).

Ao analisar os dados da Figura 1, pode-se concluir que com a manutenção corretiva o equipamento demonstra diferentes desempenhos até a avaria Pinto e Xavier (2008).

3.2.2 Manutenção Preventiva.

Para Santos (2013), o mecânico realiza um papel fundamental na manutenção preventiva, pois concilia intuição e um vasto conhecimento técnico, exercendo funções que excedem a simples troca de peças ou equipamentos, qualificando-o como profissional. O êxito na manutenção está interligado os seguintes fatores:

- a) O processo de fabricação.
- b) Componentes internos da máquina.
- c) Materiais dos componentes.

A manutenção preventiva pode ser caracterizada pelo plano previamente realizado com base em intervalos estabelecidos de períodos, com o objetivo de evitar ou restringir as falhas ou diminuição do desempenho (PINTO; XAVIER, 2008).

Ainda com relação às definições sobre manutenção preventiva Xenos (1998), esclarece que o estilo preventivo no primeiro instante se torna uma manutenção de custo mais elevado, levando em comparação com a manutenção

corretiva, pois as peças necessitam ser trocadas sem atingir o limite de vida útil. Em contrapartida, a frequência de falhas e interrupções sofre uma grande queda, refletindo na ociosidade, disponibilidade da máquina e no tempo de produção. Portanto, ao avaliar o custo total, comumente a manutenção preventiva terá um custo menos elevado em comparação com a corretiva, em consequência da diminuição de parada de produção.

Segundo Moro (2007), se as interrupções para a manutenção não forem previstas, acarretará em problemas como o atraso no cronograma, bloqueio da máquina para produção e aumento de custo. Para conter esses problemas, as organizações incorporaram o programa de manutenção, com a finalidade de indicar paradas e reparos programados, levando em consideração os conceitos de planejamento da manutenção, programação da manutenção, controle da manutenção, organização da manutenção e administração da manutenção.

Com base nos conceitos e na base de manutenção preventiva, pode-se concluir que os objetivos da manutenção preventiva são:

- a) Redução dos custos – Através da redução das paradas e da otimização da vida útil.
- b) Qualidade do produto – Com o planejamento correto, os equipamentos não irão produzir peças defeituosas, afetando diretamente a qualidade do produto.
- c) Aumento da produção – Com a diminuição das interrupções inesperadas e utilizando o planejamento, a produção pode ser otimizada.
- d) Efeitos no meio ambiente – Alguns equipamentos podem afetar diretamente e indiretamente o meio ambiente com a quebra inesperada, exemplificado através de um vazamento de óleo pela ruptura de uma bucha de vedação.
- e) Aumento da vida útil dos equipamentos – Com o incremento dos itens anteriores, o aumento da vida útil se torna consequência dos atos predecessores.
- f) Redução de acidentes no trabalho – Com as quebras inesperadas sendo neutralizado, o risco de acidente conseqüentemente sofrerá diminuição.

Ao relacionar a manutenção preventiva e o Planejamento e Controle da Produção (PCP) Viana (2002), classifica como imprescindível a unificação de informações desses dois setores, pois o PCP é responsável pela logística do processo, quando fabricar e o que fabricar, e para direcionar os recursos da melhor forma possível, é necessário levar em consideração algumas variáveis, entre elas o estado operacional e o planejamento de interrupções para manutenção, portanto, com a ausência da manutenção preventiva, as datas e o planejamento seriam indeterminados.

Pode-se observar através da Figura 2 a comparação entre a manutenção corretiva e a manutenção preventiva.

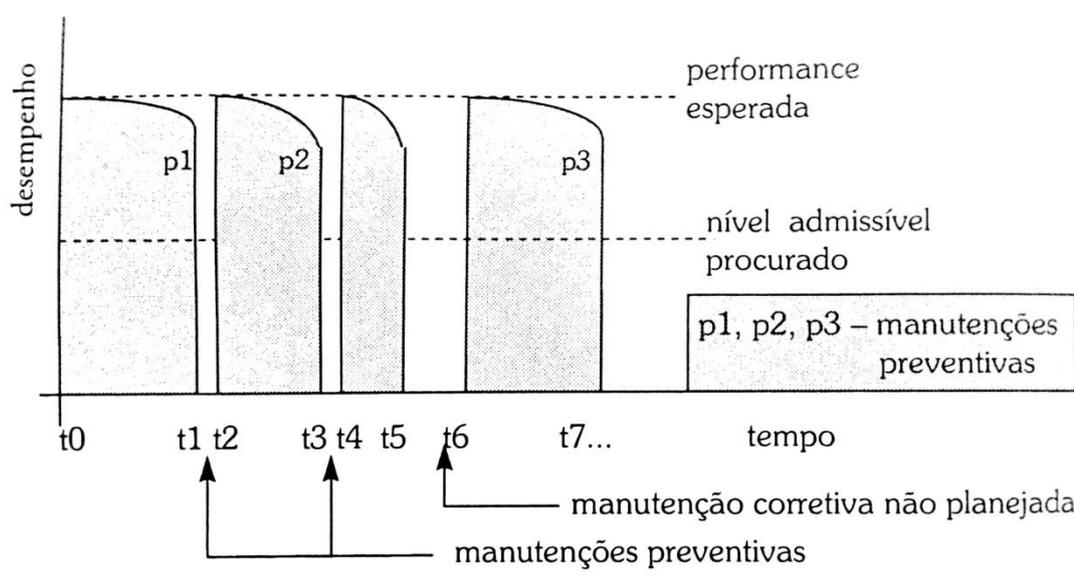


Figura 2: Manutenção Preventiva
Fonte: Pinto e Xavier (2008)

Ao analisar a Figura 2, pode-se concluir que os intervalos de tempo entre t_1 e t_2 e entre t_3 e t_4 correspondem à manutenção preventiva, ocasionando um curto período de tempo de paralisação de produção, em contra partida, o intervalo entre t_5 e t_6 correspondem a uma manutenção corretiva, originando um tempo de interrupção superior ao intervalo de manutenção preventiva.

3.2.3 Manutenção Preditiva.

Segundo Branco Filho (2008), a manutenção preditiva pode ser considerada como a atividade de monitoramento e auditoria da situação de operação da máquina produtiva, considerando os desgastes do equipamento e seus métodos operacionais.

Para Pinto e Xavier (2002), a Manutenção Preditiva, conhecida similarmente por Manutenção com base no estado do equipamento, causou uma revolução no sistema de manutenção e aumenta sua representatividade com as evoluções tecnológicas nos equipamentos, fornecendo uma confiabilidade elevada as condições de funcionamento. O principal objetivo da categoria preditiva é a prevenção de defeitos ao longo do processo produtivo através da verificação de padrões variados, ocasionando o aumento de produção pelo tempo máximo permitido antecedendo a manutenção. As condições indicadas para implementá-las são:

- a) O maquinário deverá oferecer um sistema de medição para controle constante e ser viável financeiramente.
- b) Estabelecer um programa de acompanhamento, de tal maneira que as origens das falhas necessitam ter acesso ao monitoramento, verificando o progresso.

Através dessas condições, gerou-se fatores indicados para a análise do método preditivo, exemplificado através da redução de custo pela não necessidade de interrupções dispensáveis, segurança dos operadores e da continuidade da operação de forma segura.

Ao simplificar através da vivência da manutenção preditiva nas empresas, Viana (2002), esclarece que há quatro técnicas preditivas que são usualmente utilizadas, são elas: Ensaio por Ultra-som, Análise por vibrações mecânicas, Análise de óleos lubrificantes e Termografia.

O Ensaio por Ultra-som tem a funcionalidade de identificação de falhas em materiais ferrosos ou não ferrosos, exemplificado através da microtrincas em forjados.

As vibrações mecânicas são basicamente ensaios realizados através de simulação de fadigas, e com base nos resultados, determinar os procedimentos a ser planejados.

A termografia é caracterizada pelo sensoriamento sem a necessidade de destruição, realizado através de o monitoramento por infravermelho, na qual possibilita ter o conhecimento de superfícies aquecidas, as principais utilizações de termografia estão concentradas no setor elétrico.

Por fim, mas não menos importante, a análise do óleo lubrificante, que tem como objetivos a análise do desgaste do componente através da quantidade de partículas sólidas e o momento preciso de troca do lubrificante.

Ainda Santos (2013), complementa que a manutenção preditiva só é possível após obter êxito na manutenção preventiva, tonando-se a manutenção mais correta e completa, pois com períodos pré-determinados através de estudos, é possível fazer o planejamento correto para examinar ou realizar a troca do equipamento. Para a análise posterior e para efeito de controle, são criados históricos com informações detalhadas do equipamento, informações essas que são utilizadas na previsão de troca, e como dados estatísticos.

Com base nessas informações, Moro (2007), esclarece que o estudo de prevenção de quebra ou falha, com a utilização de ferramentas com monitoramento constante pode ser interpretado através da realização de gráficos e observar a próxima atividade a ser realizada, exemplificada na Figura 3 abaixo:

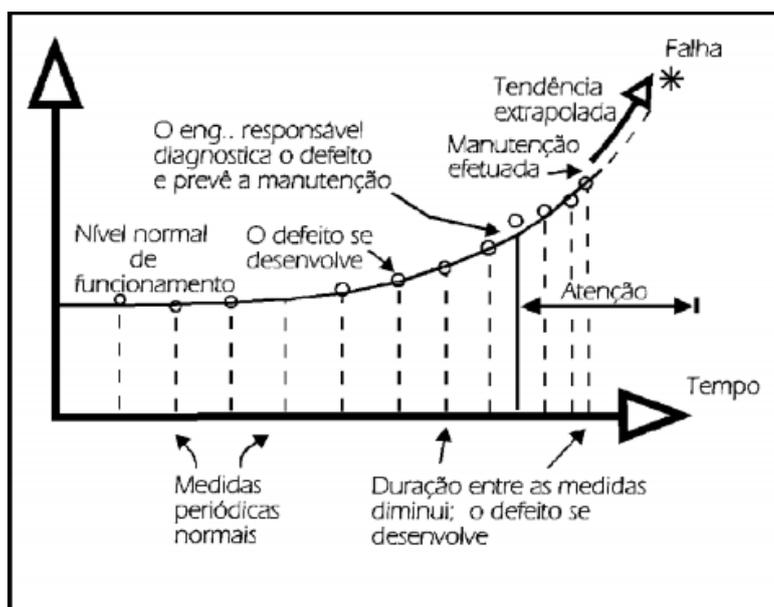


Figura 3: Manutenção Preditiva
Fonte: Moro (2007).

Com as informações da Figura 3, pode-se observar que os círculos menores em cima da linha do gráfico representam os monitoramentos realizados pelos profissionais qualificados. Com essas verificações, é possível notar o crescimento da manutenção preditiva e os problemas ao passar do tempo, e com essa base, pode-se adotar os planejamentos necessários.

3.3 SISTEMA INFORMATIZADO PARA MANUTENÇÃO.

O Sistema informatizado da manutenção foi desenvolvido com o objetivo de projetar o controle da manutenção e no início, eram desenvolvidos somente por empresas de grande porte, devido ao seu elevado custo, mão de obra qualificada e existência de computadores. Atualmente, a elaboração de um *software* específico continua a ter um alto custo, em decorrência ao longo tempo de programação (PINTO; XAVIER, 2008).

Para Mirshawka e Olmedo (1993), a utilização de computadores em atividades diárias está se tornando rotineiro, pois o fluxo de informações e a velocidade de tomada de decisão sofreu um progresso, desta forma, tornou o sistema mais dinâmico.

Ainda, Pinto e Xavier (2008), afirmam que esse sistema vem proporcionando grande interação com o equipamento, exemplificada através da consulta de desenhos técnicos do equipamento através de qualquer computador na fábrica. Desse modo, o sistema informatizado deverá conter os seguintes quesitos:

- a) Interface do Windows atual;
- b) Aptidão de funcionamento em diferentes redes;
- c) Integração com o sistema em funcionamento.

O gerenciamento funcional da manutenção exige a manipulação de grande quantidade de informações importantes, tais como fichas técnicas, históricos e plano de manutenção. Deste modo, o sistema informatizado oferece vantagens, pois apresenta uma alta confiabilidade, maior controle de recurso de mão de obra, de materiais e automatização (SIGMA, 2016).

3.4 SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

Segundo Branco Filho (2008), o planejamento e controle da manutenção (PCM) podem ser definidos através de tarefas com o objetivo de preparar, programar e verificar resultados através de padrões anteriormente estabelecidos. Com base no controle será possível tomar as iniciativas e consertar as falhas.

A origem dos sistemas de planejamento e controle da manutenção no Brasil é datada aproximadamente em 1970, sendo exclusivamente de forma manual. Após esse período e com a introdução dos computadores, tornou-se viável a utilização dos mesmos em empresas de porte mundial (PINTO; XAVIER, 2008).

Para Viana (2002), o PCM é essencial para a indústria se manter competitiva no mercado, pois são os responsáveis por manter o funcionamento e a qualidade em alto nível. PCM é o responsável pela organização e pelo desenvolvimento, portanto, com a eficiência dos mesmos, será possível produzir com qualidade superior.

Ainda, Pinto e Xavier (2008), descrevem que para ter coerência, o PCM necessita da existência de alguns fatores, tais como os materiais utilizados, os recursos necessários, o custo, o serviço a ser realizado entre outros.

Complementando, Branco Filho (2008), afirma que com a utilização do PCM é possível obter benefícios importantes para o sistema produtivo, tais como o aumento da produtividade, fluxo eficiente de informações, análise de indicadores e planejamento de ações.

3.5 PROCESSO DE EXTRUSÃO.

Segundo Weiss(2012), o processo de extrusão é basicamente a modificação do metal que se encontra em características simples, exemplificado através dos perfis redondos, quadrados e retangulares. O material que passará pelo processo de extrusão é condicionado a uma força de compressão da prensa hidráulica.

Campana (2008) explicita que o processo possui algumas características, como o material a ser extrusado, se o perfil será arredondado ou quadrado, extrusão com aquecimento ou a frio e extrusão direta ou indireta.

Complementando sobre o processo, para Dieter (1981), a extrusão é o procedimento em que o material é comprimido na sua seção transversal através de altas compressões, obrigando-o a escoarem através da ferramenta de molde. Os perfis mais utilizados na extrusão são de características redondas, vazados ou em superfícies que apresentam irregularidades. Os padrões mais comuns de extrusão são a extrusão direta ou a indireta, também conhecida como invertida ou reversa. Na extrusão direta ou invertida, o material é alocado no container e pressionado pelo embolo contra a ferramenta, e na indireta ou invertida, o embolo é fixo, o material é alocado e pressionado pela ferramenta.

Ao relacionar o procedimento de extrusão, pode-se observar na Figura 4 a utilização do processo para a produção de perfis vazados e sólidos, através da ferramenta adequada.

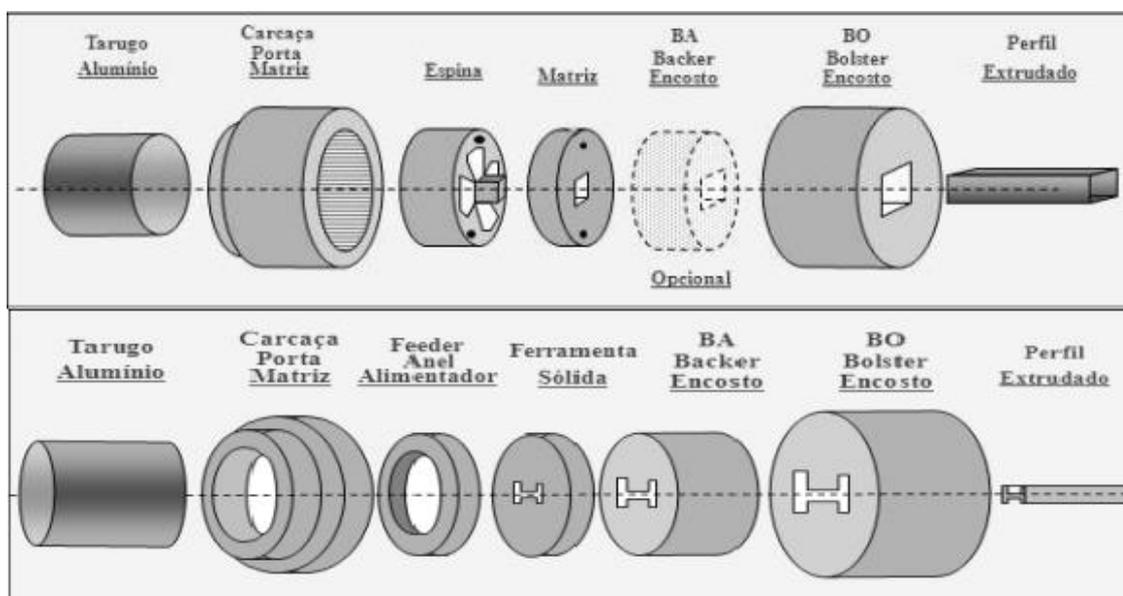


Figura 4: Extrusão de perfis vazados e sólidos
 Fonte: Adaptado de Campana (2008, p. 33-34).

Para Palmeira (2005), o processo de extrusão pode ser dividido basicamente em 2 características, o procedimento com a adição de calor e sem a necessidade de aquecimento.

A extrusão a quente é normalmente utilizada em materiais que não apresentam ductilidade na temperatura ambiente, com o objetivo de diminuir as

forças necessárias para a moldagem do perfil. Porém, o aquecimento oferece algumas desvantagens, entre elas a oxidação do material e das ferramentas, desgaste do ferramental e a precaução constante de atingir a temperatura de fusão do material. A maioria do material extrusado com adição de temperatura são peças com extensas seções transversais, exemplificado através das tiras de alumínio e perfis estruturais.

Na extrusão a frio, o processo é normalmente realizado a temperatura ambiente. Em comparação com a extrusão a quente, o processo a frio necessita de menores números de operações e as ferramentas são mais acessíveis financeiramente, possibilitando diminuição de custo e maior produtividade. Porém, a aplicação se restringe a materiais macios e que não exigem grande complexidade.

Ainda Brescciani Filho et al. (2011) e Lima (2006), explicitam que o processo de extrusão é submetido à elevada pressão e trocas de temperaturas, por esse motivo, é necessário atentar as mudanças e a não conformidade do processo. O Quadro 2 representa as principais variáveis do processo de extrusão.

Variáveis	Descrição
Temperatura do Tarugo	É a temperatura necessária para diminuir a força de extrusão do tarugo, garantindo que o acabamento e a Temperatura Emergente sejam atingidos. Esta temperatura é obtida em forno de Indução e controlada por termopares ou câmeras infravermelhos desenvolvidos para mensurar a temperatura.
Temperatura do Recipiente	O contato do tarugo aquecido com recipiente gerará troca térmica entre eles. Tornando-se necessário o aquecimento e o controle da temperatura do recipiente a fim de minimizar esta transferência. Está temperatura apesar de permitir uma pequena troca térmica, aumentará o atrito entre o tarugo e recipiente.
Temperatura do Emergente	É a temperatura do perfil na saída da ferramenta. Esta temperatura é o resultado da Temperatura do Tarugo, da Velocidade de extrusão e do calor gerado pelo atrito e deformação do tarugo durante a extrusão.
Temperatura da matriz	O contato do tarugo aquecido com a ferramenta no ao longo do processo da extrusão fará com que ocorra uma transferência térmica. Portanto será necessário aquecer e monitorar a temperatura da ferramenta a fim de minimizar esta troca.
Velocidade de extrusão	O processo de extrusão do alumínio esta diretamente relacionada à temperatura do processo. O aumento da temperatura pode fazer com que o alumínio atinja seu ponto de fusão, o que poderá provocar trincas de superfície ou arrancamento de material.
Tempo de pressão máxima	Pode ser definido como o tempo em que a pressão hidráulica permanece no seu valor máximo. Esta variável é de grande importância para o ciclo de extrusão, pois o tempo de extrusão poderá ser maior ou menor em função do tempo em que a pressão estiver em seu valor máximo.

Quadro 2: Variáveis do processo de extrusão

Fonte: Adaptado de Lopes(2011,p. 16 – 20).

3.6 VISUAL-BASIC EXCEL.

Segundo Walkenbach (2007), o Visual Basic pode ser definido pelo método de interação desenvolvida pela Microsoft, ou seja, é um instrumento em que as pessoas utilizam para elaborar programas, incluindo o Microsoft Excel. Pode ser exemplificado por um robô fictício que possui conhecimento total do Excel, com a

capacidade de leitura em rapidez. O VBA é o texto no qual o robô faz a leitura e executa o que esta sendo proposto.

Para Jelen e Syrstad (2004), toda operação que tem a necessidade da utilização da interface do Excel pode ser realizada com uma velocidade superior com o VBA. Pode-se exemplificar através da otimização da criação de relatórios manuais, pois o VBA permite simplificar o processo, diminuindo a repetição e agilizando a operação.

Ainda SENAC (2010), explica que o VBA é uma linguagem codificada que o programa necessita para gerar instruções ou ações, a qual essas são constituídas de extrema valia para o sistema, com intuito de automatização de processos para a simplificação do trabalho em situações diversas. Para a execução dessa linguagem, é necessária a utilização do programa Macro, que possibilita a leitura e aplicação do VBA.

O Excel com auxílio do VBA possibilita a realização de processos de alta complexidade, tais como inserção de um grupo de texto, automatização de tarefas frequentes, criação de comando personalizado, desenvolvimento de novas funções em planilhas e criação de aplicativos complexos (WALKENBACH, 2007).

Ao relacionar execuções de VBA em Excel, pode-se observar na Figura 5 a barra de elaboração de formulários do Visual Basic.

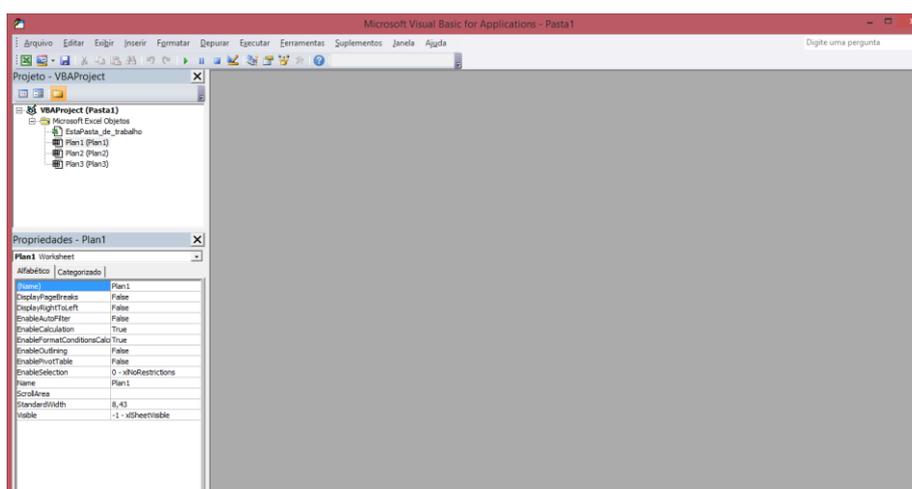


Figura 5: Formulários VBA no Excel
Fonte: Autoria própria.

Para Walkenbach (2007), o Visual Basic possui vantagens e desvantagens em sua utilização. Pode-se considerar como vantagens, à execução

de tarefas em tempo reduzido, execução do trabalho de forma independente e elaboração de arquivos complexos. Em suas desvantagens se destaca a elaboração da linguagem VBA e a atualização constante da Microsoft, impossibilitando a compatibilidade com a versão anterior.

Com base na linguagem VBA, é possível a elaboração do programa determinado, porém para a execução é necessário outra ferramenta que pode ser definida como Macro. Ou seja, o VBA é a linguagem, o texto a ser lido, e a Macro é a ferramenta que faz a leitura e cumpre as ações determinadas na programação (SENAC, 2010).

3.7 CONFIABILIDADE

Historicamente, a utilização de equipamentos visando a utilização até o fim de sua vida útil vem tornando-se extremamente atraente em tempos de melhoramentos contínuos e otimização de recursos. Porém ao criar parâmetros para a utilização de equipamentos em sua totalidade, encontram-se critérios de abordagem e métodos de conteúdos abordados em confiabilidade do sistema. A confiabilidade pode ser definida como a probabilidade de um componente ou sistema exercer sua função com sucesso, por um período de tempo previsto e condições de operações planejadas e específicas, ou seja, a quantificação da confiança que espera-se ter de um equipamento execute o trabalho sem novidades em seu percurso processual.(LAFRAIA, 2011).

Para Fogliato e Ribeiro (2009), a necessidade de reduzir a quantidade de falha em um período pré-determinado tem um impacto direto no custo associado ao produto ou processo, afetando desde empresas simples de pequeno porte até riscos a segurança pública. Desta forma, a análise sobre a minimização de falhas tem fator significativo para o êxito no procedimento. A análise concomitantemente com a operação bem-sucedida, ausentando-se de falhas não programadas compõe o estudo sobre confiabilidade.

Para contextualizar sobre confiabilidade, é necessário o entendimento sobre a taxa de falhas, pois é uma variável de extremo impacto em sua análise, e segundo Lafaia (2009), as taxas de falhas podem ser entendidas como a periodicidade de

ocorrência de falhas, podendo ser medido pelo número de falhas em horas ou em unidades distintas. A taxa de falha é normalmente representada pela letra grega *Lambda* (λ). Em uma das mensurações da confiabilidade, pode-se calcular através do inverso da taxa de falhas, que do inglês Mean Time Between Failures – MTBF ou do português Tempo Médio entre Falhas(TMEF). Em termos matemáticos, podemos expressas como:

$$TMEF = \frac{1}{\lambda}$$

Com o termo expressado acima, segundo Fogliato e Ribeiro(2011), é possível determinar a confiabilidade de um componente, de forma a contribuir com o planejamento processual. Para interpretar os dados resultantes do calculo, deve-se compreender sobre alguns aspectos, tais como curva da banheira, distribuição de falhas e função confiabilidade. Ao relacionar sobre curva de banheira, pode-se observar na figura 6 o aspecto característico formado pelo relacionamento entre período da vida útil e taxa de falha.

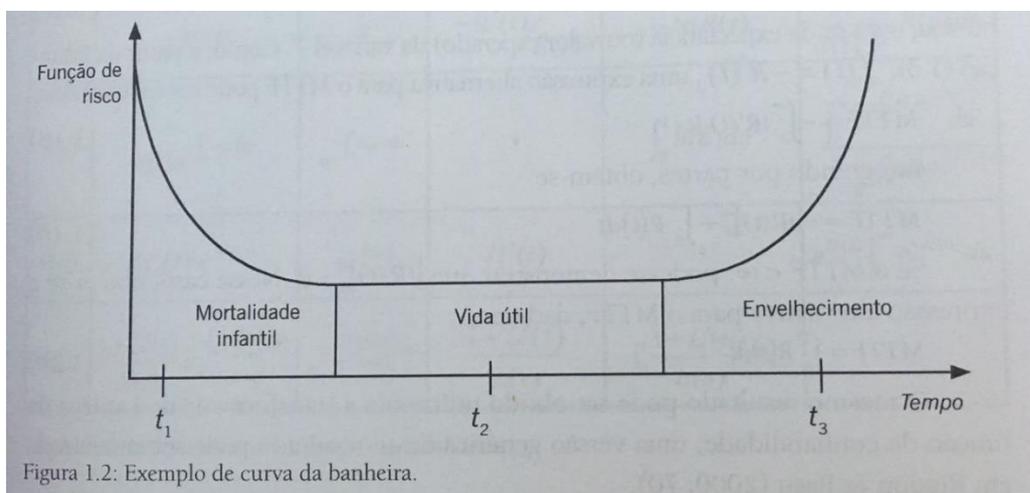


Figura 1.2: Exemplo de curva da banheira.

Figura 6: Curva vida útil
Fonte: Adaptado Lafraia(2011).

Com sua curva característica, pode-se observar a divisão de forma sistêmica da vida útil do componente, caracterizado entre Mortalidade infantil, Vida útil e Envelhecimento. Em sua mortalidade infantil e envelhecimento os componentes apresentam alta taxa de falhas, justificado pelo processo de fabricação e controles deficientes, mão de obra desqualificada e materiais fora do especificado na

mortalidade Infantil. No envelhecimento, o desgaste e o termino da vida útil é o principal motivo do crescimento de falhas.

Porém, ao abordar sobre a representação de vida útil, Lafraia (2011), utiliza dados específicos em sistemas mecânicos, conforme demonstrado na figura 7 abaixo:

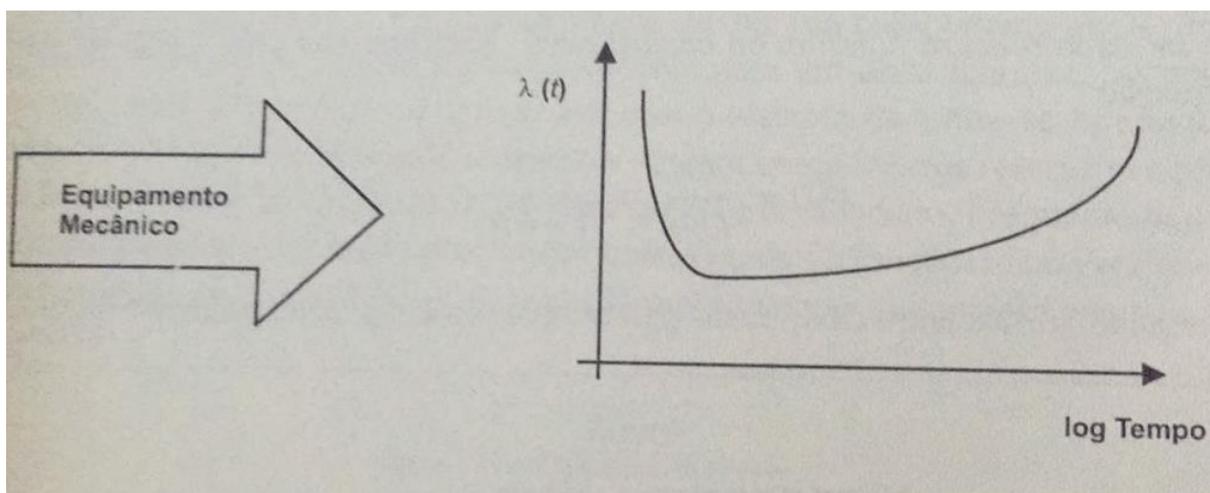


Figura 7: Vida útil equipamento mecânico
Fonte: Adaptado de Fogliato e Ribeiro(2009).

Nos equipamentos mecânicos, é apresentado três fases e normalmente é mensurado a taxa de falha com o intuito de prevenir o período de falha que apresenta desgastes.

Ao analisar os cálculos, gráficos de vida útil e análise específica por equipamento, é possível criar massa crítica para interpretar os resultados de confiabilidade, conforme apresentado na figura 8 abaixo:

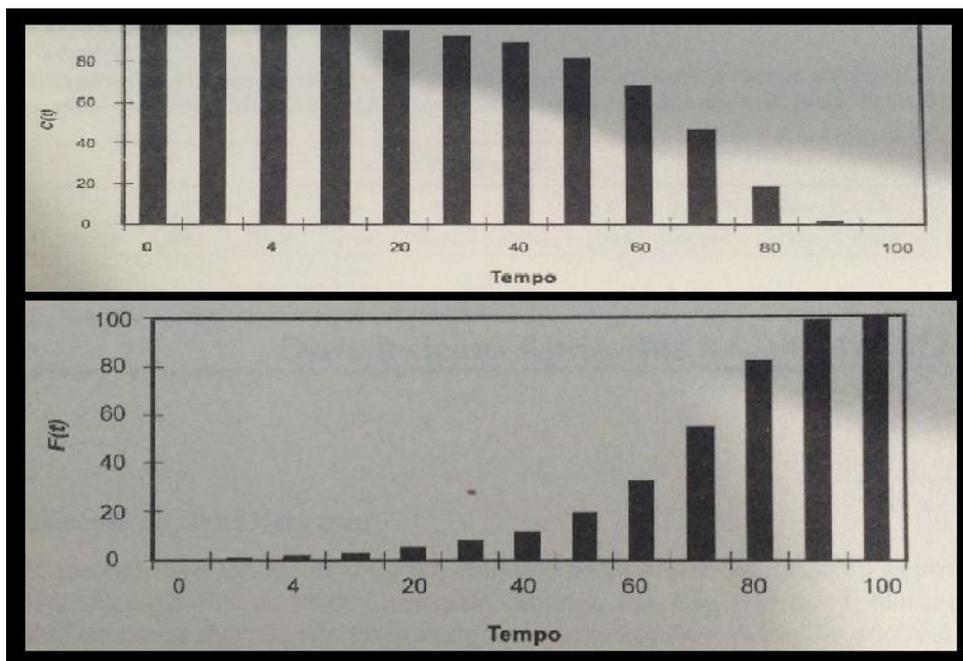


Figura 8: Análise de vida útil por tempo
Fonte: Adaptado Lafraia(2011).

Com a interpretação gráfica, percebe-se que ao decorrer do tempo a quantidade de falhas tendem a ser maior, pois terá uma variável de grande impacto, o desgaste.

4 METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma indústria do ramo de perfis de alumínio, da extrusão ao acabamento, localizada no Oeste do Paraná. A empresa disponibiliza aproximadamente 300 modelos em sua linha de produção, realizando atendimento para distribuidoras, construtoras e indústrias em todo território nacional. A indústria conta com uma extensão de 10 mil metros quadrados, da qual abriga uma extrusora de sete polegadas, cabines eletrostáticas, laboratórios e maquinário necessário para os processos.

4.2 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA.

Segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010), a pesquisa com foco na ciência pode ser classificada como a procura por soluções de problemas não respondidos, e através da pesquisa se produz ciência.

Ao relacionar a finalidade da pesquisa, Gil (2010), esclarece que o objetivo da pesquisa é a obtenção de soluções para problemas através da utilização de procedimentos científicos.

Quanto a sua abordagem, o estudo se enquadra na Quantitativa e Qualitativa, pois segundo Danton (2000) e Andrade (2009), a pesquisa Quantitativa se identifica pelo estreitamento de relação entre as relações humanas e dados numéricos. Enquanto a Qualitativa se expressa através da percepção e atuação com o fenômeno estudado. Deste modo, fica evidenciado a abordagem quantitativa no levantamento de informações da máquina extrusora para o plano de manutenção preventiva, e a qualitativa através da interpretação desses dados e na transformação em planos de ações.

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, é classificada como aplicada devido a Kauark, Manhães e Medeiros (2010), declarar a utilização do mesmo na geração de conhecimento e execução, demonstrada na elaboração do arquivo computacional para o controle da manutenção.

Ao classificar a pesquisa quanto ao objetivo, é considerada pesquisa operacional e levantamento de campo, pois é o que apresenta as características adequadas ao estudo, no caso o sistema de controle de manutenção através do levantamento de informações, com o objetivo de torna-lo aplicável. A pesquisa operacional tem como base a elaboração de métodos e técnicas para a solução de problemas através de conhecimentos matemáticos (JUNG, 2003). Enquanto isso, a pesquisa de levantamento de campo é comumente utilizada através do questionamento de pessoas que detêm conhecimento desejado para o estudo, se tornando vantajoso quando interligado com a realidade (GIL, 2010).

Quanto ao objetivo da pesquisa conforme Kauark, Manhães e Medeiros (2010), citam como descritivas as pesquisas em que são consideradas as relações entre as variáveis. As descritivas têm a característica da realização do estudo na prática e são utilizadas com frequência pelas empresas. Diante disso, com base nos dados coletados na empresa, foi possível sugerir os melhores parâmetros para a manutenção.

4.3 ETAPAS DA PESQUISA

O estudo foi realizado em cinco etapas, conforme ilustrado na Figura 9.

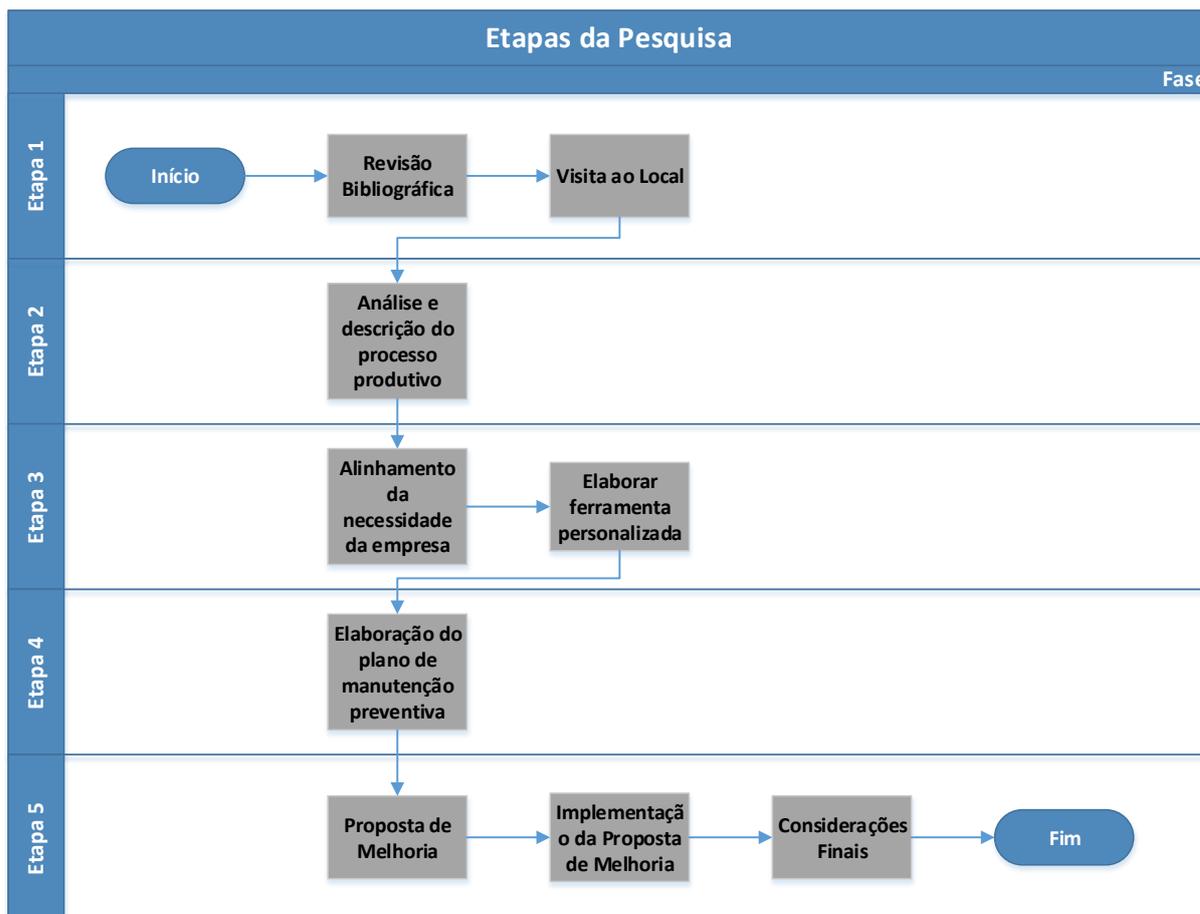


Figura 9: Etapas do processo
Fonte: Autoria própria.

De acordo com a Figura 9, pode-se observar as cinco etapas bem definidas. Dessa forma, a primeira etapa consistiu na construção da revisão bibliográfica e visita ao local estudado.

A segunda etapa, caracterizou-se pela análise do processo produtivo, observando cada etapa da produção, com ênfase na extrusora de sete polegadas.

A terceira etapa foi realizado o alinhamento com a empresa, verificando a carência da empresa, com o objetivo de elaborar uma ferramenta que atenda a necessidade. Através da análise, foi proposto a ferramenta com a utilização de *Visual Basic* e Macro no programa excel.

Com todas as análises e pesquisas, elaborou-se a etapa quatro, que consistiu na concepção do plano de manutenção preventiva através do Microsoft Excel com ênfase na utilização do VBA. Depois de realizar o plano de manutenção, executou-se a quinta e última etapa, que consistiu na apresentação e proposta de implementação de melhoria a empresa, e por fim, as considerações finais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para entender as necessidades da empresa e propor a melhor solução de acordo com sua carência, se fez necessário realizar um diagnóstico do fluxo produtivo, atentando-se aos detalhes para oferecer uma ferramenta personalizada, eficiente e eficaz. Depois de entender e analisar a problemática e constatar a necessidade de um planejamento, controle e otimização do processo de produção, forneceu-se uma ferramenta de controle e planejamento de manutenção.

5.1 PROCESSO PRODUTIVO

A empresa de perfis de alumínio, localizado na cidade de Medianeira, segue os padrões de qualidade exigidos para o ramo e tem um fluxo produtivo que está representado na Figura 10. Oculto ao processo produtivo, a empresa conta com o suporte das demais áreas igualmente importantes, tais como administração, compras, contábil, recursos humanos, assessoria química e ambiental e segurança.

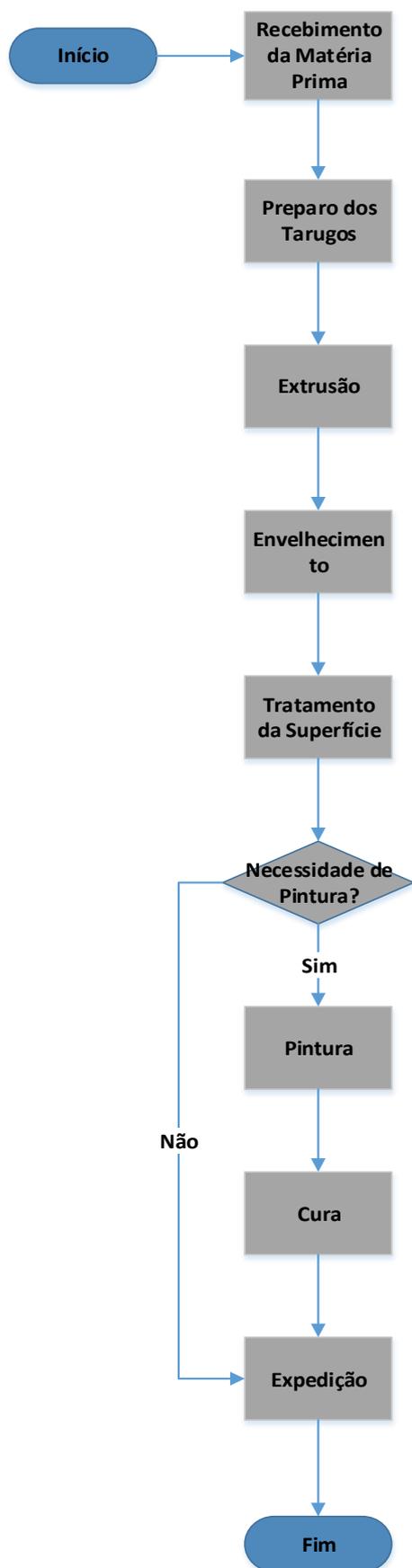


Figura 10: Fluxograma do processo.
Fonte: Autoria própria.

Os processos podem ser definidos como as macro etapas básicas recebimento da matéria prima, preparo dos tarugos de alumínio, extrusão, envelhecimento e expedição.

No recebimento da matéria prima, os tarugos de alumínio são recebidos em um conglomerado de 5 a 9 componentes, conforme regras de segurança e a variável do comprimento. Após o recebimento é necessário a avaliação previa, efetuado de forma visual, com o objetivo de encontrar avarias e realizar a primeira inspeção de qualidade. Com as matérias primas de acordo com as especificidades da empresa é realizado o transporte para um local específico, localizado ao lado da extrusora.

Com as matérias alocadas de forma correta, é realizado o preparo para o processo de extrusão. Para evitar avarias nos componentes já finalizados, é realizado processos preventivos para manter a qualidade, tais como a escovação, limpeza, aquecimento e cisalhamento. A limpeza é realizada através de uma escova rotativa, removendo impurezas ou materiais indesejáveis, habilitando para as próximas etapas, o aquecimento e o cisalhamento.

Com essas etapas pré-operacionais realizadas, é destinado os materiais a máquina extrusora para executar a principal etapa do fluxo produtivo. O resultado são perfis de acordo com a necessidade e especificações do cliente.

Depois de finalizado os perfis em suas dimensões, é realizado o transporte, através de carrinhos, até o forno de envelhecimento. Este é um processo de tratamento térmico para conferir maior resistência mecânica aos perfis, sendo que isto ocorre através do endurecimento da liga ao ser exposto à temperatura de 180°C.

Os perfis finalizados são designados de acordo com a sua especificidade, com destino a pintura ou a embalagem.

No processo de embalagem, os colaboradores responsáveis devem ter um treinamento diferenciado, pois estão trabalhando com materiais classificados como maleáveis e frágeis, e o impacto inviabilizaria o produto final. A embalagem é feita através de filmes plásticos e acondicionados por lotes para um melhor processo de destinação ao cliente final. Esse processo tem a capacidade produtiva de processar aproximadamente 145 toneladas de alumínio por mês.

5.2 PROBLEMAS ENCONTRADOS

Depois de analisar o processo produtivo de perfis de alumínio, constatou-se que o equipamento extrusor pode ser considerado uma restrição ao processo, pois todos os perfis produzidos são processados neste equipamento. Identificado o equipamento alvo do estudo, analisou-se se o mesmo possuía um plano de manutenção e um controle de peças/ componentes substituídos, com objetivo de criar uma ferramenta de confiabilidade que atenda melhor a necessidade da empresa. Verificou-se que tal procedimento não é executado pela empresa, realizando atualmente somente a manutenção corretiva.

Ao constatar a necessidade da empresa, houve a proposta de controlar, planejar e otimizar o processo de manutenção de seu equipamento extrusor, proporcionando planejamento físico e financeiro a longo prazo.

Com essas informações, foi construída uma ferramenta de forma personalizada para atender a necessidade da empresa. A ferramenta conta com teorias da confiabilidade e princípios de manutenção preventiva.

5.3 FERRAMENTA DE CONTROLE E PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO

Com base nas informações apresentadas pela empresa, criou-se um aplicativo para atender à necessidade e fornecer um planejamento e controle sobre o equipamento extrusor. Como já informado, a inexistência de um banco de dados de substituição e tempo de vida útil dos componentes, fez com que o aplicativo fosse adaptado para que os próprios usuários possam alimentar esta informação, e através da confiabilidade possa apresentar um plano de manutenção e um possível plano de ação.

Para elaboração da ferramenta, foi utilizado o software *Microsoft Excel*, a mesma disponível na empresa de estudo, e com as ferramentas *Visual Basic* e *Macro* foi possível trabalhar com o *Userforms* e lógica de programação, modelando para executar as tarefas solicitadas pela empresa, resultando na ferramenta de manutenção proposta no estudo. A ferramenta apresentada é altamente modelável,

atendendo inúmeros equipamentos, não restringindo somente ao equipamento extrusor.

As informações inseridas no aplicativo são de extrema importância para uma maior assertividade da confiabilidade dos componentes, pois quanto maior a quantidade de informações, maior a probabilidade da realização da manutenção antes da quebra/defeito ocorrer, otimizando sua vida útil. Na figura 11 está expressa o *login* inicial da ferramenta de controle, na qual solicitará um acesso.



Figura 11: Login inicial
Fonte: Autorial própria.

Caso o *login* solicitado seja o correto irá abrir uma mensagem de boas vindas, conforme figura 12, e dando continuidade no processo. Porém caso as informações sejam incorretas, irá aparecer uma mensagem de erro, conforme figura 12 abaixo:

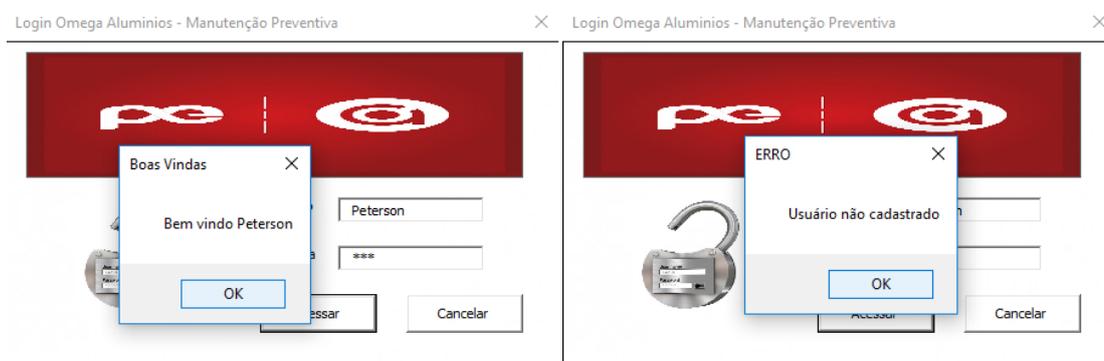


Figura 12: Login assertivo e errado
Fonte: Autorial própria.

Na figura acima pode-se observar as duas situações que serão fornecida nos *logins*, em ambos os casos serão fornecidas informações para acessar ou ajustar a plataforma de forma didática.

Caso o *login* seja realizado com sucesso, será fornecido a tela inicial do menu, conforme figura 13, composta pelos acessos cadastrar item, cadastrar equipamento de manutenção, gerar relatório, *visual Basic*, Manutenção corretiva e Manutenção Preventiva.

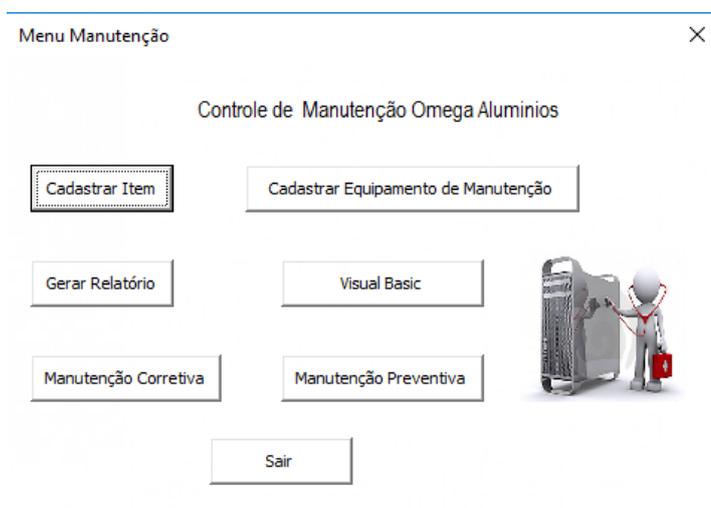


Figura 13: Menu inicial
Fonte: Autoria própria.

Cada menu, ilustrado na figura 13, fornece o acesso as seguintes ações:

- Cadastrar Equipamento de manutenção: Utilizado para cadastrar os componentes que são aptos para a substituição e manutenção.
- Cadastrar Itens: Com o equipamento cadastrado, a ferramenta cadastrar item é utilizada na substituição do componente.
- Manutenção corretiva: Utilizado quando se necessita realizar uma manutenção corretiva. Essa informação é extremamente importante, pois através da manutenção corretiva é feito a base da confiabilidade.
- Manutenção preventiva: Quando necessário a manutenção preventiva, deverá ser feito uma atualização de informações na ferramenta.
- *Visual Basic*: Utilizado para acessar a base de dados, os cálculos e a programação do Visual Basic.

- Gerar Relatório: Depois de realizado as variáveis de entrada, o aplicativo calcula e analisa os dados, gerando um relatório capaz de fornecer informações precisas de trocas e custo, oferecendo a possibilidade de planejar controlar e substituir o componente no momento mais propício.

Ao interagir com o botão cadastrar itens será aberto uma ferramenta da plataforma que terá as seguintes características, conforme observa-se na figura 14 abaixo:

A imagem mostra uma janela de software intitulada "Cadastro de Equipamento". No canto superior direito há um ícone de fechar (X). À esquerda, há um grupo de botões de opção sob o rótulo "Categoria", com as opções "MECÂNICA", "ELÉTRICA" e "OUTROS". À direita, há quatro campos de entrada de texto rotulados "Equipamento", "Garantia do Fabricante em dias", "Custo do Equipamento" e "Número do Equipamento". Na base da janela, há dois botões: "Cadastrar" e "Voltar".

Figura 14: Cadastro equipamento

Fonte: Autoria própria.

Ao cadastrar o equipamento, será adicionado ao banco de dados todas as informações relevantes das características do componente, que são baseadas nos dados do fabricante. Com as informações carregadas, o usuário terá acesso a opção Cadastrar equipamento de manutenção, conforme visualiza-se na figura 15 abaixo:

A imagem apresenta duas janelas de software, ambas intituladas "Equipamento de Manutenção". A janela da esquerda mostra um formulário com um campo de seleção rotulado "Equipamento" e um campo de texto rotulado "Data" com o valor "04/05/2017". Há dois botões, "Adicionar" e "Voltar", e uma barra cinza vazia na base. A janela da direita mostra o mesmo formulário, mas com o menu de seleção "Equipamento" aberto, exibindo uma lista de itens: "transformador", "cabo", "peça 1", "peça 2", "cruzeta", "peça 3", "peça 4" e "peça 5".

Figura 15: Equipamentos Cadastrados

Fonte: Autoria própria.

Na imagem 15 pode-se observar os equipamentos já cadastrados, considerado a base de dados para os cálculos ocultos. Essa aba é utilizada sempre que substituído a peça pela primeira vez. Com os equipamentos já substituídos e carregados no banco de dados, quando executado a manutenção preventiva ou corretiva, será necessário o *input* em locais indicados, dados esses que são de extrema importância para o cálculo de viabilidade.

Com todos os dados inseridos, pode-se fazer as verificações do banco de dados, ao clicar na ferramenta *Visual Basic*. A ferramenta poderá oferecer acesso as logicas adotadas no *Visual Basic*, conforme observa-se na figura 16 abaixo:

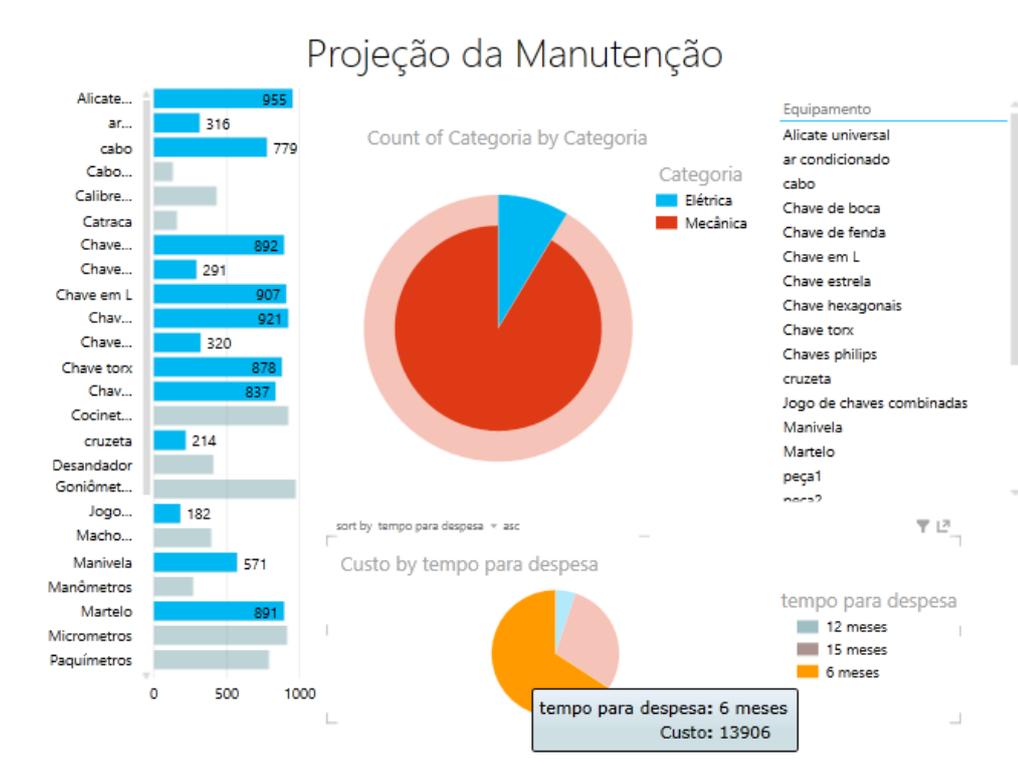


Figura 16: Relatório de manutenção

Fonte: Autoria própria.

Com todos os dados inseridos no aplicativo, pode-se gerar os relatórios de manutenção, os quais possuem informações de extrema importância para o planejamento e o controle. Através do Relatório é possível fazer o planejamento das próximas manutenções, obter estimativas de custo nos próximos 6,12 e 15 meses,

verificar qual a confiabilidade dos componentes no momento da consulta, fazer filtros, saber status do componente, entre outros inúmeros benefícios.

Como a empresa não possui um histórico para alimentar a base de dados do aplicativo referente ao equipamento analisado, a ferramenta será apresentada a empresa e servirá como planejamento, controle e *backup* dos componentes, evidenciando que quanto maior o número de informações maior a precisão da confiabilidade.

6 CONCLUSÃO

Com as empresas buscam a melhoria continua, a redução de custo torna-se algo inevitável a ser trabalhado e uma das maneiras para reduzir o custo é aumentar a produção e a qualidade dos produtos. Para alcançar essa meta é necessário que os equipamentos não sofram interrupções ou que ao menos diminuam o impacto produtivo de paradas/quebras não programadas.

Com o planejamento e controle da manutenção é possível melhorar a performance do equipamento, aumentar a segurança, diminuir os custos, minimizar a utilização de homem hora, entre outros benefícios diretos e indiretos.

Para contribuir no controle e desenvolvimento de planejamento da empresa em estudo, foi criado uma ferramenta de forma personalizada, entendendo as necessidades e propondo soluções necessárias para otimizar o processo fornecendo uma maior confiabilidade. Com o entendimento da necessidade, a ferramenta de controle propõe a substituição da manutenção corretiva, utilizada atualmente, pela manutenção preventiva.

Atualmente, a manutenção da empresa é realizada quando ocorre a quebra ou devido o conhecimento implícito do operador, em caso de substituição antecipada. A ferramenta trará suportes para entender a situação dos componentes a respeito de desgastes, vida útil, problemas de fabricação, probabilidade, planejamento da manutenção e confiabilidade do sistema.

Portanto, a ferramenta será uma grande oportunidade de melhoria continua do processo, otimizando a utilização dos componentes, elevando a segurança de seus colaboradores e trazendo benefícios financeiros.

O estudo proporcionou abranger e aprofundar o processo de produção de perfis de alumínio, permitindo aplicar conhecimentos em planejamento, controle e manutenção no setor. O estudo também proporcionou sugerir futuras propostas na área de viabilidade financeira nas ferramentas de extrusão e otimização de matérias primas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 162p.

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 257 p.

BRESCCIANI FILHO, Ettore et al. **CONFORMAÇÃO PLÁSTICA DOS METAIS**. 6. ed. São Paulo: Epusp, 2011.

CAMPANA, R. C. **Parâmetros de processos, microestrutura e textura das ligas de alumínio AA6063 e AA6082 estrudadas**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de engenharia metalúrgica e de matérias, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

DALTON, Gian. **METODOLOGIA CIENTÍFICA**. Pará de Minas: Virtualbooks, 2000.

DIETER, George Ellwood. **METALURGIA MECÂNICA**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1981.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: atlas, 2009.

GURSKI, Carlos Alberto. **Noções de Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Curitiba: Unicenp, 2002.

JELLEN, Bill; SYRSTAD, Tracy. **Macros e VBA para Microsoft Excel**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

JUNG, C.F. **Metodologia Científica: Ênfase em Pesquisa Tecnológica**. Disponível em : http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_cientifica....pdf. Acesso em: 15 mai. 2016.

KAUARAK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H.; **Metodologia da pesquisa: um guia pratico**. Bahia: Litterarum, 2010.

LIMA, Antonio Magalhães. **Introdução a Materiais e Processos para Design**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

LOPES, J. A. S. M. **Aplicação de Controle estatístico de processo em variáveis de extrusão de alumínio**. Trabalho de conclusão de curso (Dissertação) – Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **Manutenção: Combate aos custos de não-eficácia – A vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books, 1993.

MORO, Norberto; AURAS, Andre Paegle. **INTRODUÇÃO A GESTÃO DA MANUTENÇÃO**. Florianópolis: Norbertocefetsc, 2007.

PALMEIRA, A. A. **Capítulo 4 – processos de extrusão**. Apostila – Departamento de Mecânica e Energia – processos de fabricação IV, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio de Aquino Nassif. **Manutenção: Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001. 341 p.

SANTOS, Valdir Aparecido dos. **MANUAL PRÁTICO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 2013. 301 p.

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial. **Programação VBA para Excel**. Disponível em: http://gust4vo.com/cursos/wp-content/uploads/2013/06/Apostila_VBA_Excel.pdf. Acesso em: 10 mai. 2016.

SIGMA – SISTEMA GERENCIAL DE MANUTENÇÃO E TELIMETRIA. **SISTEMA INFORMATIZADO DE MANUTENÇÃO: PORQUE UTILIZAR?** Disponível em: http://www.centrsigma.com.br/pdf/manuais_documentos/informatizacao_da_manutencao.pdf. Acesso em 19 mai. 2016.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WALKENBACH, John. **Programando Excel VBA para leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2013.

WEISS, Almiro. **PROCESSO DE FABRICAÇÃO MECÂNICA**. Curitiba: Livro Técnico, 2012. 264 p.

XENOS, Harilaus Georgius D'philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva: O caminho para Eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a Produtividade.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

FOGLIATO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **CONFIABILIDADE E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL.** 2. ed. Rio de Janeiro: ABDR, 2009. 265 p.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso; XAVIER. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2011. 374 p.