

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONFIABILIDADE**

**MARCELO APARECIDO CAMARGO**

**MÉTODO MAC DE CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE  
MANUTENTORES PARA ATUAÇÃO NOS EQUIPAMENTOS  
CRÍTICOS DO PROCESSO PRODUTIVO FABRIL**

**MONOGRAFIA**

**CURITIBA**

**2016**

**MARCELO APARECIDO CAMARGO**

**MÉTODO MAC DE CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE  
MANUTENTORES PARA ATUAÇÃO NOS EQUIPAMENTOS  
CRÍTICOS DO PROCESSO PRODUTIVO FABRIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, do Departamento de Engenharia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Rodrigues

**CURITIBA**

**2016**

Folha destinada à inclusão da **Ficha Catalográfica** (elemento obrigatório somente para teses e dissertações) a ser solicitada ao Departamento de Biblioteca da UTFPR e posteriormente impressa no verso da Folha de Rosto (folha anterior).

Espaço destinado a elaboração da ficha catalográfica sob responsabilidade exclusiva do Departamento de Biblioteca da UTFPR.



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Nome do Campus

Nome da Diretoria / Coordenação / Departamento  
Preencher com o Nome do Curso



## TERMO DE APROVAÇÃO

### MÉTODO MAC DE CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO NOS MANUTENTORES PARA A ATUAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DO PROCESSO PRODUTIVO FABRIL

por

MARCELO APARECIDO CAMARGO

Esta foi apresentada em **vinte e três** de **maio** de dois mil e quinze como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista** em **Engenharia da Confiabilidade**. O candidato foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Marcelo Rodrigues, Dr  
Prof. Orientador

---

**Carlos Henrique Mariano, Dr**  
Membro titular

---

**Emerson Rigoni, Dr**  
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho ao meu Pai Carlos Antonio Camargo e aos Amigos Vicente de Oliveira Guimarães e Luiz Kunitz pela força e exemplo de vida que me deram e que sempre levarei.

## RESUMO

Aparecido Camargo, Marcelo. Método MAC de classificação e seleção dos manutentores para atuação nos equipamentos críticos do processo produtivo fabril. 2016. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Programa de Especialização em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba 2016.

Este trabalho tem como objetivo a aplicação da confiabilidade humana no provisionamento dos manutentores levando em conta suas transgressões não intencionais em uma amostra de ferramentas iguais em tipo e condições para todos. Os operadores possuem cursos e formações semelhantes em nível e quantidade. Dessa maneira, selecionou-se aqueles que têm uma melhor cultura de organização, limpeza e conservação dessas ferramentas dispostas para a avaliação. Assim, com os resultados houve o remanejamento das pessoas de acordo com suas notas adquiridas no levantamento e a criticidade das máquinas no contexto fabril, ou seja, aqueles que obtiveram uma melhor nota foram realocados para as máquinas mais críticas dos setores aumentando assim o indicador de disponibilidade e a confiabilidade do processo produtivo.

Palavras chave: Manutenção. Confiabilidade humana. Cultura organizacional.

## **ABSTRACT**

Aparecido Camargo, Marcelo. "MAC" classification and selection of manutentores for acionar in the critical equipment in Factory production process. 2016. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade)- Programa de Especialização em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba 2016.

This work aims to apply human reability related to the maintenance workers provisionament taking into consideration their unintentional transgression in a sample using identical sort and equipament conditions. The operator have similar courses and educational. In this way, were selected those who have better organizational culture, cleanness and equipament maintenance set for evaluation. Accordingly to the grades obtained and the critic machinery conditions on the fabric context. There were then workers reassignment, taking the ones who obtained the highest marks and relocating them to the most critical machinery sectors. As a result, was detected an increase at avaiiability and reability indicators and the process became significant.

Keywords: Maintenance. Human reability. Organizational culture.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Máquina crítica, mão de obra remanejada. ....	18
Figura 2 Classificação das falhas Humanas.....	23
Figura 3 Fluxograma do Método MAC.....	28
Figura 4 Ferramentas entregues aos manutentores.....	32
Figura 5 Maleta para ferramentas. ....	32



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Lista de Equipamentos Críticos selecionados. ....	21
Quadro 2 Matriz habilidade dos eletricitas.....	26
Quadro 3 Matriz habilidade dos mecânicos.....	27
Quadro 4 Quadro 4 – Critérios de pontuação.....	29
Quadro 5 Ferramentas do kit MAC.....	31
Quadro 6 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2011. ....	33
Quadro 7 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2012. ....	35
Quadro 8 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2013. ....	36
Quadro 9 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2014. ....	37
Quadro 10 Número de manutentores.....	38
Quadro 11 Critérios de pontuação. ....	38
Quadro 12 Pontuação de avaliação dos manutentores. ....	39
Quadro 13 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC. ....	41
Quadro 14 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC. ....	41
Quadro 15 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC. ....	42
Quadro 16 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC. ....	42
Quadro 17 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC. ....	43
Quadro 18 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC. ....	43
Quadro 19 Lista dos classificados.....	44
Quadro 20 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC. ....	44
Quadro 21 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC. ....	45
Quadro 22 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC. ....	45
Quadro 23 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC. ....	46
Quadro 24 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC. ....	46
Quadro 25 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC. ....	47
Quadro 26 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2015. ....	48
Quadro 27 Média acumulada do indicador de disponibilidade de máquinas do ano de 2014.....	50
Quadro 28 Média acumulada do indicador de disponibilidade de máquinas de Janeiro a Outubro de 2015.....	51
Quadro 29 Diferença entre os acumulados dos anos de 2014 e 2015. ....	51
Quadro 30 Minutos de produção e montagem do produto. ....	52
Quadro 31 Custos por minuto. ....	52
Quadro 32 Disponibilidade acumulada.....	53
Quadro 33 Saldo positivo. ....	53
Quadro 34 Aplicação das horas. ....	54
Quadro 35 Custos referentes ao avaliador. ....	54
Quadro 36 Custo referente à hora homem dos manutentores.....	55
Quadro 37 Custo dos ferramentais. ....	55

Quadro 38 Custos para a aplicação do método. ....	55
Quadro 39 Lucro gerado. ....	55

## SUMÁRIO



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ .....	16
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 PROBLEMA.....	14
1.2 OBJETIVO GERAL.....	14
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA .....	14
1.5 APRESENTAÇÃO SUSCINTA DOS PRÓXIMOS CAPÍTULOS.....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO.....	16
2.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO A CRITICIDADE .....	17
2.2.1 Lista de Equipamentos Críticos .....	17
2.2.2 Classificação das Máquinas Críticas .....	18
2.2.2.1 Segurança .....	19
2.2.2.2 Qualidade .....	19
2.2.2.3 Meio Ambiente .....	19
2.2.2.4 Impacto na Linha de Produção .....	20
2.3 EQUIPAMENTOS CRÍTICOS SELECIONADOS .....	20
<b>3 ANÁLISE DE UM NOVO MÉTODO .....</b>	<b>22</b>
3.1 OBSERVAÇÕES DA RELAÇÃO HOMEM VERSUS MÁQUINA.....	24
3.2 MÉTODO DE AVALIAÇÃO MAC .....	25
3.2.1 Ferramentas disponibilizadas para a avaliação .....	29
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>33</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	33
4.1.1 RESULTADOS COM A MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	34
4.2 A METODOLOGIA MAC.....	37
<b>5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
5.1 INTRODUÇÃO.....	49
5.2 AVALIAÇÕES.....	50
5.3 GANHOS OBTIDOS .....	51
5.4 CUSTOS DE APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	53
<b>6 CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por melhor desempenho em todos os setores de uma corporação, a manutenção tem um papel muito importante para colaboração nas \*metas da empresa. Com isso, trabalhar e vislumbrar o resultado positivo e eficiente acaba também sendo parte da filosofia deste setor.

Parte-se do princípio de que só a eficácia não basta e que a eficiência é que deve ser trabalhada ao máximo, com a redução dos custos fixos produtivos, o retrabalho de produtos acabados e o aumento da qualidade, são alguns exemplos a serem considerados para se atingir bons resultados.

Contudo, não somente a melhoria crescente em todos os processos produtivos, de máquinas e ferramentas são suficientes para se obter os resultados positivos que se almeja. Considerar e aprimorar o fator humano para que se possa atingir os objetivos com maior eficiência são de suma importância para qualquer planejamento.

Através de observações se percebeu que características como a organização e a limpeza afetam diretamente no desempenho da função do manutentor. Que ferramentais, máquinas, carros e roupas organizadas e limpas vinculam-se a ambientes menos caóticos, com menos reparos e falhas. Conseqüentemente qualquer serviço a ser realizado se torna mais rápido e assertivo. Observou-se com isso que uma transgressão não intencional e cultural no comportamento humano, pode vir a contribuir de forma negativa com a assertividade nos trabalhos realizados e conseqüentemente nos resultados exigidos.

Ao se basear nas observações de comportamento dos manutentores relacionado ao desempenho de máquinas, viu-se a necessidade de elaborar uma metodologia que evidenciasse de forma quantitativa e qualitativa o nível de práticas de limpeza e organização usadas em seu ambiente de trabalho. Com isso foi elaborado uma nova metodologia, a qual foi denominada como método MAC. Este método, em questão, vem a extratificar tais práticas de forma objetiva, apontando a redistribuição da mão de obra da manutenção de acordo com o nível de importância das máquinas no ambiente fabril e o senso de organização de cada manutentor visando utilizar mínimo de recursos financeiro disponível.

## 1.1 PROBLEMA

O problema do presente trabalho consiste na aplicação de um novo método para realizar a realocação da mão de obra existente na manutenção com o custo mais baixo possível. Obter melhores resultados na disponibilidade de máquinas para produção comparado com os alcançados até então. Sem aumentar o quadro de manutentores e nem a aquisição de novas máquinas.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho consiste em criar um novo método que permita avaliar os manutentores e realizar a realocação dos mesmos para as máquinas críticas no processo produtivo.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para tanto, é necessário a realização de algumas etapas específicas, são elas:

- Realizar o comparativo técnico dos manutentores.
- Avaliar e classificar manutentores conforme o seu senso de organização (Método MAC).
- Indicar os manutentores, de acordo com suas notas da avaliação, aos respectivos postos de trabalho.
- Analisar o resultado do indicador de disponibilidade de máquinas após a realocação dos técnicos.

## 1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para chegar-se ao objetivo proposto utilizou-se uma nova metodologia de avaliação pessoal para os manutentores denominada de método MAC. Esta metodologia, de maneira resumida, leva em consideração realizar avaliação de maneira qualitativa do senso de organização e limpeza da maleta de ferramentas dos manutentores.

Com avaliações mensais obtêm-se as notas parciais para que ao final se faça a média de cada indivíduo. Com os resultados, os melhores colocados assumirão postos de trabalho de maior criticidade, onde a parada de uma linha de produção acarreta em grande prejuízo financeiro a empresa.

## 1.5 APRESENTAÇÃO SUSCINTA DOS PRÓXIMOS CAPÍTULOS

No capítulo 2 é realizada uma breve revisão de literatura procurando abordar os principais aspectos relacionados ao planejamento da manutenção e a classificação da criticidade das máquinas.

No capítulo 3 apresenta-se de forma sucinta a análise de um novo método com base oriundas da confiabilidade humana.

No capítulo 4 é demonstrado a metodologia para atingir o objetivo proposto no presente trabalho.

No capítulo 5 são apresentados os resultados atingidos.

Por final, no capítulo 6 trata-se da conclusão geral do trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com os constantes avanços tecnológicos, as máquinas também vieram a receber uma evolução exponencial seja no aspecto técnico como no aspecto produtivo. Em relação aos processos produtivos estes se tornaram mais elaborados, visando melhorar a produtividade e eficiência através da aplicação de métodos e ferramentas, tais como: produção Enxuta, aplicação da Manutenção Produtiva Total, Ferramentas da Qualidade e Confiabilidade.

De maneira genérica a aplicação das ferramentas, citadas anteriormente, tem como objetivo aumentar a produção e reduzir custos permitindo, desta maneira, maior disponibilidade, confiabilidade e qualidade dos equipamentos, redução de refugos, proporcionando produtos mais atrativos, para o mercado consumidor, garantindo melhores preços e prazos de entrega juntamente com a satisfação dos clientes. Porém, para isto é de suma importância o envolvimento de todos os setores do processo produtivo para atingir o objetivo proposto.

Ao que diz respeito ao setor de manutenção este, em especial, vem passando por grandes avanços nas últimas décadas com o surgimento de novos conceitos para o planejamento, gerenciamento e controle de manutenção. Dentre estes novos conceitos vale destacar, de modo geral, os seguintes: Gestão de ativos; indicadores de tempo médio entre falha (MTBF), tempo médio de reparo (MTTR) e disponibilidade; aplicação de ferramentas de ERP para o planejamento e controle de manutenções preventivas e preditivas; classificação pela criticidade; ferramentas computacionais para o controle de sobressalentes ou spare parts.

### 2.1 PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO

A cada levantamento de máquinas a ser elaborado deve-se pesquisar e apontar o maior número possível de possibilidade de falha. Com o mapeamento dos equipamentos críticos isto também ocorre, pois numa mesma fábrica ocorrem máquinas que são mais significativas ao processo produtivo que outras. Máquinas que na cadeia produtiva, com a sua falha, faz com que parte, ou até todo o processo produtivo pare de forma repentina. O defeito ou falha de uma máquina nesta categoria pode gerar também problemas na qualidade final do produto,

comprometendo assim todo o lote produzido até a detecção pelo setor de qualidade. Também se pode arcar com sérios riscos a segurança das pessoas, assim como os riscos ao meio ambiente como vazamentos de óleo, produtos químicos, etc. Vindo isto a acarretar em pesadas multas por parte dos órgãos ambientais, assim como possíveis desastres ecológicos

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO A CRITICIDADE

A cada levantamento de máquinas a ser elaborado deve-se pesquisar e apontar o maior número possível de possibilidade de falha. Com a classificação dos equipamentos críticos isto também ocorre, pois numa mesma fábrica ocorrem máquinas que são mais significativas ao processo produtivo em relação a outras.

As máquinas críticas em geral são máquinas que na cadeia produtiva, com a sua falha, faz com que parte, ou até todo o processo produtivo pare de forma repentina. O defeito ou falha de uma máquina nesta categoria pode gerar também problemas na qualidade final do produto, comprometendo assim todo o lote produzido até a detecção pelo setor de qualidade. Também, são máquinas, que geram sérios riscos à segurança das pessoas, bem como riscos ao meio ambiente.

### 2.2.1 Lista de Equipamentos Críticos

Para um melhor desempenho de máquinas e equipamentos, faz-se necessário um plano de manutenção devidamente balanceado para atender as necessidades produtivas com melhor eficiência e confiança. Com esta estabilidade no funcionamento das máquinas, a produção consegue projetar seus prazos de entrega e com isso consegue um diferencial a mais num mercado tão competitivo como nos dias de hoje.

Para isto, que esta confiança permaneça sólida e real, necessita-se que além dos planos de preventiva, preditiva e ações rápidas corretivas, se faça um mapeamento dos equipamentos mais críticos do processo produtivo. Pois estes terão um maior impacto direto nos resultados, ou seja, atraso de produção e conseqüentemente, aumento no custo produtivo.



Parte-se do princípio de que todas as máquinas em que o plano de manutenção preventiva contempla, são de especial atenção, busca-se dentre estas, as que causariam um maior dano e conseqüentemente prejuízo se caso falhassem. Ou seja, para que o mapeamento crítico aconteça, cabe então, realizar um levantamento dentro do plano preventivo de máquinas. Desta forma através de critérios pré-estabelecidos se possa categorizar o equipamento de acordo com sua importância no processo. Analisa-se as mais suscetíveis à falha, para que se possam fazer as tratativas mais técnicas, seguras e de uma forma rápida. Abaixo o fluxograma da máquina crítica e manutenção remanejada.

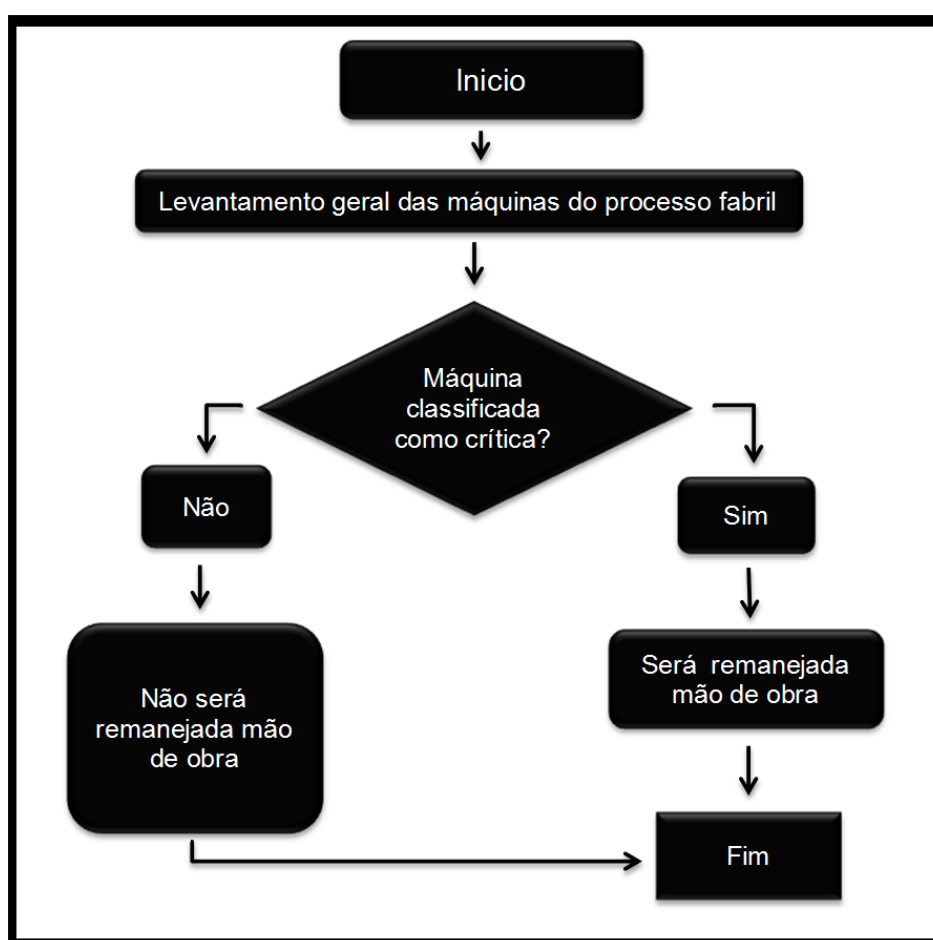


Figura 1 Máquina crítica, mão de obra remanejada.  
Fonte: Autoria própria.

### 2.2.2 Classificação das Máquinas Críticas

Para que se possam categorizar os equipamentos críticos foram-se criadas algumas regras com o intuito de enquadrar de forma técnica e criteriosa cada

máquina. Com isso aumenta-se o foco sobre estas que requerem uma maior atenção sobre qualidade na mão de obra de manutenção, confiabilidade e uma resposta rápida de reação a qualquer imprevisto, assim como um plano de contingência sólido.

Para isso consideram-se os 4 passos a seguir como critérios de classificação de máquina crítica:

- Segurança;
- Qualidade;
- Meio Ambiente;
- Parada de linha de produção;

Para que se possam categorizar os equipamentos críticos foram criadas algumas regras com o intuito de enquadrar de forma técnica e criteriosa cada máquina. Com isso aumenta-se o foco sobre estas que requerem uma maior atenção sobre qualidade na mão de obra de manutenção, confiabilidade e uma resposta rápida de reação a qualquer imprevisto, assim como um plano de contingência sólido.

#### 2.2.2.1 Segurança

O equipamento que por falha ou defeito, coloque em risco eminente a vida das pessoas.

#### 2.2.2.2 Qualidade

O equipamento que por falha ou defeito, traga alguma não conformidade em relação à qualidade do produto.

#### 2.2.2.3 Meio Ambiente

O equipamento que por falha ou defeito, coloque em risco o meio ambiente com vazamentos de produtos nocivos ao meio ambiente.

#### 2.2.2.4 Impacto na Linha de Produção

O equipamento que por falha e ou defeito, ocasione a parada parcial ou total da linha de produção considerada principal.

Com estes termos considerados pode-se então ter um foco mais direto nos equipamentos tratados neste estudo. Com o propósito preestabelecido da melhoria de disponibilidade de máquinas para a produção, analisa-se então, as máquinas que exercem o impacto direto na linha produtiva, as quais afetam diretamente a lucratividade e o desempenho nos resultados. Pode ocorrer também o enquadramento em outras categorias da classificação, já que uma mesma máquina pode apresentar mais de um risco simultaneamente.




### 2.3 EQUIPAMENTOS CRÍTICOS SELECIONADOS

Realizadas as considerações nos equipamentos levantados, selecionou-se dentro da tabela de criticidade os de maior impacto na linha de produção:

- UNH- 008 Unidade Hidráulica - Faz a marcação da numeração da peça no final da linha, após a sua montagem. Não admite falha, pois se a marcação não atingir a profundidade padrão, a linha para até retirada da peça que é rejeitada para sucata.
- DCJ- 001 Cabine de Jateamento - Preparação de todas as peças soldadas para pintura. Com sua falha as peças não podem seguir para as outras linhas, pois sem o jateamento não podem ser pintadas. Equipamento único e complexo.
- VIR- 001 Virador de Chassi- Rotaciona as peças suspensas para a devida montagem. Acarreta na parada da linha, deixando a carga suspensa.

Conforme a escolha do equipamento através de sua importância no que se diz respeito ao impacto na linha de produção, segue o quadro com as ações a serem tomadas:

LISTA DE EQUIPAMENTOS CRÍTICOS												
Equipamento	Tag atendidos	Linha	Criticidade a Segurança	Criticidade ao Meio Ambiente	Criticidade a Qualidade	Impacto na linha	Redundância	Backup	Tempo de Retomada	Adequações Necessárias	Sobressalentes Estratégicos	Contenções
Unidade Hidráulica	UNH-008	Truck	Média	Alta	Alta	Parada Total	Não	Sim	4 horas	Sensor luminoso para indicar variação de pressão.	1 Pressostatos 0-350 bar 1 Válvula (cada modelo) 1 Botão de emergência 1 Kit de reparo para buster 1 conjunto de engate rápido 1 manômetro 0-400 bar 2 mangueiras com 11 m- 350 bar 2 galões de óleo hidráulico 68	Instalação de equipamento backup
Cabine de Jateamento	DCJ-001	Paint	Alta	Média	Alta	Parada Total	Não	Não	1 Dia	Elaborar projeto de retrofitting no painel pneumático.	1 Mangote 1 Bico 9,5 mm 1 Engate com orelha 1 Mancal interno da rosca 1 Acionamento do comando a distância 1 Backup do programa do CLP 1 CLP Moeller	Em caso de parada total do equipamento, direcionar produção para ser jateada na empresa XXX.
Virador de Chassi	VIR-001	Truck	Alta	Baixa	Baixa	Parada Total	Não	Sim	3 Horas	Fazer alimentação elétrica do chicote de entrada plug in play.	1 kit de reparo para 1000 horas	Instalação de equipamento backup

 Baixa criticidade
  Média criticidade
  Alta criticidade

Quadro 1 Lista de Equipamentos Críticos selecionados.  
Fonte: Autoria própria.

### 3 ANÁLISE DE UM NOVO MÉTODO

A qualificação técnica para desempenhar o trabalho na manutenção é de suma importância. Sejam no caso, os mecânicos ou os eletricitas, estarem devidamente treinados e habilitados para desempenharem suas funções é de imensa importância para o processo.

O treinamento adequado faz com que as tarefas se tornem mais compreensíveis e assertivas, sejam nas manutenções programadas ou assim como na eventualidade de uma manutenção corretiva. Com isso notou-se a real importância da evolução do manutentor para acompanhar a evolução dos processos fabris e das máquinas que a cada dia surgem na empresa para atender da melhor forma as exigências do mercado.

Percebe-se que quando o investimento acontece em máquinas, deve vir juntamente com o desenvolvimento humano para a nova realidade com cursos pertinentes e treinamentos. O aprimoramento em novas tecnologias e a criação de métodos de solução de problemas para se atender a nova realidade é hoje de suma importância caso contrário todo o investimento em ativo não corresponderá em desempenho, vida útil e segurança que se esperava.

Com a implantação da Manutenção Produtiva Total- TPM, percebeu-se que dispomos dos melhores ferramentais para a aplicação proposta, também um estoque de peças condizente com as necessidades do parque fabril instalado e peças de reposição estratégicas disponíveis de acordo com o planejamento. Porém ainda continuava-se com um alto índice de defeitos e falhas. O indicador de disponibilidade de máquinas aquém do mínimo da meta estipulada pela corporação. Uma mão de obra experiente, treinada, habilitada, assídua e pró-ativa em suas atividades. Um plano de manutenção sólido, baseado no histórico de quebras e embasado no referencial técnico do fabricante. Contudo, não conseguia-se atender a disponibilidade mínima proposta à produção.

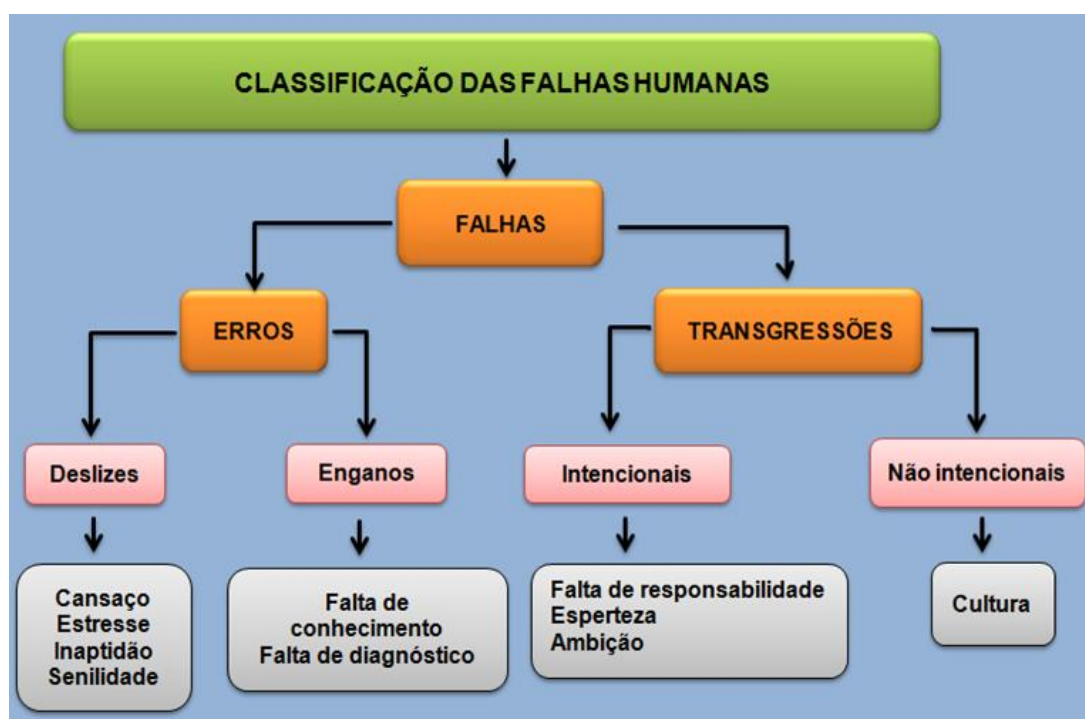
Diante deste panorama problemático foram ajustados os planos de manutenção. As manutenções preventivas foram cada vez mais tendo seus intervalos reduzidos para que os problemas pudessem ser detectados antes, acarretando numa manutenção mais onerosa. Também se realizou a troca de alguns manutentores, pois achava-se que os mecânicos e eletricitas com mais tempo de casa, experiência, poderiam resolver os problemas mais recorrentes de uma forma

mais efetiva. Contudo, acabou-se aumentando os custos do setor de manutenção e ainda assim não obtinha-se um resultado satisfatório em relação ao indicador de disponibilidade de máquinas.

Foi então que percebido que algo mais não foi realizado. Que os resultados positivos para serem alcançados necessitariam de uma avaliação mais aprofundada de causa, que o problema havia no mínimo mais uma variável.

O que se pôde afirmar diante dos fatos empíricos é que o aumento no indicador de disponibilidade era igual ao aumento da confiabilidade das máquinas e que este era ligada diretamente a confiabilidade do serviço prestado pelo manutentor. E que mesmo a organização municiada de muitas ferramentas de TPM e com investimento em capacitações técnicas dos seus colaboradores, não se conseguia aumentar a confiabilidade da mão de obra prestada.

Em busca de respostas para esta lacuna, encontrou-se a análise de Confiabilidade Humana que pode de alguma forma estratificar os possíveis comportamentos e modos de agir do ser humano.



**Figura 2 Classificação das falhas Humanas.**  
**Fonte: Marcelo Rodrigues. Confiabilidade Humana (2015).**

Por meio de estudos sobre a confiabilidade humana, notou-se que este seria um caminho a ser trilhado. Pois, a lacuna comportamental poderia ser identificada e tratada. Desta forma, viria esta ajuda ser de extrema importância

associadas às práticas já implantadas. Esta análise inicial serviu de base para a realização do trabalho que segue.

### 3.1 OBSERVAÇÕES DA RELAÇÃO HOMEM VERSUS MÁQUINA

O início, para construção da ideia trabalhada nesta monografia surgiu após uma breve observação casual sobre um carro no estacionamento da empresa. Este veículo em questão sempre estava limpo e organizado internamente, apesar de seus mais de 10 anos de uso e que no mesmo estacionamento havia carros com menos anos de uso que se apresentavam muito mais desorganizados e sujos em relação a este carro mais velho.

Por pura curiosidade, procurou-se saber então de qual funcionário era o carro que sempre (esta observação foi no período de um mês), se apresentava com bom estado de limpeza interna e externa e qual setor seu dono trabalhava. Foi então que descobriu-se que seu dono era um eletricitista que trabalhava numa linha de montagem de painéis auxiliares.

Com estas informações levantou-se o histórico das máquinas que este profissional trabalhava, mas não havia muitos registros, pois era um setor secundário, que não se enquadrava na lista crítica de equipamentos, portanto não era acompanhada seu desempenho mensalmente. Contudo pode-se observar de forma notória que as máquinas possuíam todas as suas proteções de segurança e em boas condições. Não havia marcas relevantes de amassados, sujeiras e vazamentos. Por menos significativo que fossem as máquinas deste setor em relação à dos setores críticos, se tinha um baixo índice de chamadas corretivas neste processo.

Notou-se de forma muito interessante que o estado de conservação nesta máquina, mantida pelo manutentor, assemelhava-se com o cuidado que o próprio tinha com seu carro particular. Portanto, percebeu-se diretamente uma ligação de “afinidade” entre homem e máquina. O mesmo tratamento dado ao carro seria o dado a máquina a qual ele, manutentor, foi incumbido de zelar.

Porém esta amostra tornou-se insuficiente já que se tinham 56 manutentores e só 5 vinham de transporte próprio. Por isso da criação de uma forma

de englobar todos num estudo para que desta forma se possa traçar a verdadeira ou não ligação deste fato com a melhora na manutenção das máquinas.

De 25% a 50% das falhas humanas que ocorrem no uso dos equipamentos resultam de erros humanos.

De 50 a 80% de todas as falhas são resultados de execuções mal feitas.

Ou seja, as falhas nos equipamentos resultantes de falhas humanas afetam seriamente a Confiabilidade do sistema homem- máquina, que podem anular as vantagens de um projeto altamente confiável para a produção. (Carlos; Beatriz; Luiz, 2011, p. 85).

Percebeu-se que os manutentores com os treinamentos e cursos muito similares, como NR10, cursos em programação de CLP, automação e controle, IHM, distinguiram-se entre si em relação à confiabilidade e na qualidade pelo serviço realizado em um mesmo equipamento, utilizando o mesmo tempo previsto. Ou seja, embora praticamente as mesmas condições, havia esta diferença entre a qualidade da mão de obra de cada profissional.

Também existia outro ponto a ser levado em consideração:

Dos 56 manutentores, 5 ficaram de fora do estudo por estarem em defasagem técnica (cursos desatualizados em relação aos outros colegas). Foram 3 mecânicos e 2 eletricitas. Portanto o estudo pode atingir 51 manutentores;

Tendo em vista estas dificuldades, criou-se um método que pudesse avaliar a todos de uma forma mais direta e que exigisse o mínimo de recurso financeiro e que garantisse um resultado mais imparcial possível.

### 3.2 MÉTODO DE AVALIAÇÃO MAC

Com as observações já realizadas, partiu-se então para a concepção da metodologia a ser aplicada. A ideia então foi criar um método prático em que se pudesse criar um ambiente de zelo e organização em algo que ficaria de toda a sua responsabilidade, manutentor. E que desta forma através de avaliações mensais seria dado notas conforme fosse o estado de limpeza e organização do material disposto a cada um. Este novo método criado foi nomeado de método MAC.

Foi então levantado primeiramente a quantidade total de todos os manutentores, mecânicos e eletricitas, para se começar o processo de seleção. A



próxima etapa foi avaliar a equiparação técnica, já que isto poderia desequilibrar o desempenho nas atividades de trabalho. Este princípio foi para se evitar uma aparente vantagem de um profissional bem qualificado sobre o outro menos qualificado. Partindo do princípio de que todos tenham uma habilitação muito próxima, como demonstram os quadros abaixo, considerou-se estes como aptos a participarem do experimento.

MATRIZ HABILIDADE ELETRICISTAS													
PESO	8	10	10	10	10	10	10	10	10	5	9	8	
	NR 33	NR 10	NR 35	TÉC. ELÉT.	CLP	INVERSOR	AUTOMAÇÃO	ELETRÔNICA	PROGRAMAÇÃO	PLATAFORMA	EMPILHADEIRA	PONTOS	
ELETRICISTAS	E 26	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	92	
	E 27	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	83	
	E 28	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	86	
	E 29	S	S	S	S	S	S	S	S	S		92	
	E 30	S	S	S	S	S	S	S	N	N		86	
	E 31	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	78	
	E 32	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	78	
	E 33	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	78	
	E 34	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	91	
	E 35	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	78	
	E 36	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	87	
	E 37	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	87	
	E 38	S	S	N	S	S	S	S	N	S	N	77	
	E 39	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	87	
	E 40	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	95	
	E 41	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	87	
	E 42	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	78	
	E 43	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	78	
	E 44	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	83	
	E 45	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	83	
	E 46	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	91	
	E 47	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	86	
	E 48	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	86	
	E 49	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	86	
	E 50	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	78	
	E 51	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	86	
	E 52	N	S	S	S	S	N	N	N	N	N	40	
	E 53	N	S	S	S	N	S	N	N	S	N	45	

S	Possui a habilitação
N	Não possui a habilitação

Quadro 2 Matriz habilidade dos eletricitas.  
Fonte: Autoria própria.

MATRIZ HABILIDADE MECÂNICOS														
PESO	8	10	10	10	8	10	10	9	9	10	6			
	NR 33	NR 35	TÉC.MEC.	LUBRIFICAÇÃO	SOLDA	HIDRÁULICA	PNEUMÁTICA	EMPILHADEIRA	PLATAFORMA	ROLAMENTOS	PRENSAS	PONTOS		
MECÂNICOS	M 1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	94		
	M 2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	100		
	M 3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	94		
	M 4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	94		
	M 5	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	94		
	M 6	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 7	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 8	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 9	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	94		
	M 10	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 11	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 12	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 13	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 14	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	100		
	M 15	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	94		
	M 16	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	94		
	M 17	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 18	N	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 19	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 20	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 21	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 22	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 23	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 24	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 25	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	85		
	M 26	N	S	N	N	N	N	N	N	S	N	N	19	
	M 27	N	S	S	N	N	N	N	N	S	N	N	29	
	M 28	N	S	N	N	N	N	N	S	S	N	N	28	

S Possui a habilitação  
N Não possui a habilitação

**Quadro 3 Matriz habilidade dos mecânicos.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Não considerou-se o tempo de trabalho dos técnicos, bem como experiência nas máquinas críticas em questão para a aplicação do método MAC.

Com alguns critérios estabelecidos, pode-se de forma objetiva elaborar o fluxograma próximo:

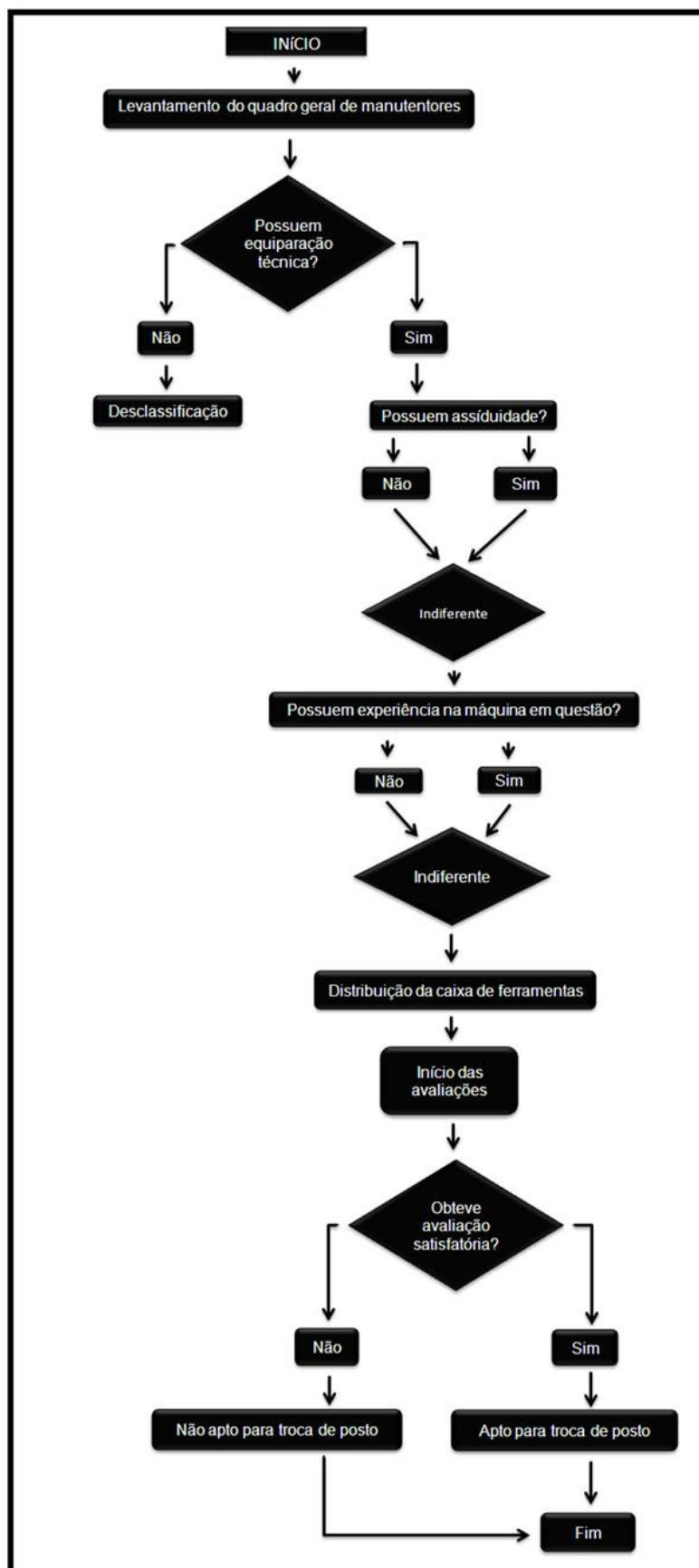


Figura 3 Fluxograma do Método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

Estabeleceu-se o tempo de 9 meses para o período de avaliação. A cada trinta dias, sem data pré-estipulada e sem aviso, realizaram-se as vistorias sem a companhia do mantenedor. Também em momento algum do período de análise se revelou o intuito real da ação, mantendo a imparcialidade para que o resultado não fosse afetado.

A avaliação iniciou-se com todos os técnicos com 10 pontos, sendo que de acordo com as não conformidades, as notas vão decrescendo. As notas foram baseadas na condição encontradas da caixa e ferramental no dia da vistoria conforme o quadro a seguir:

CRITÉRIOS	PONTOS
Possuem todas as ferramentas que foram entregues no local recebido, ou seja, na nova maleta de ferramentas.	3
As ferramentas não apresentam desgaste demasiado e ou marcas por mau uso.	3
As ferramentas entregues apresentam-se limpas. Não há sujeira nem outros objetos que não sejam os entregues para a avaliação dentro da maleta.	2
As ferramentas apresentam-se distribuídas dentro da maleta de forma organizada.	2
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

**Quadro 4 Quadro 4 – Critérios de pontuação.**  
**Fonte: Autoria própria.**











Com todos os quesitos preestabelecidos atendidos, totalizam-se 10 pontos somente o mantenedor extremamente organizado. Ou seja, o profissional que manter todos os materiais entregues para a avaliação limpos e em perfeitas condições de uso. E que também não apresentavam desgaste excessivo nem marcas de uso incorreto e encontravam-se distribuídos de forma organizada e com depósito de sujeira e objetos que não constavam da lista dentro da caixa.

### 3.2.1 Ferramentas disponibilizadas para a avaliação

Para a realização do experimento cada manutentor recebeu mais uma caixa de ferramentas. Não se permite à troca de ferramentas de uma caixa para outra, pois isto acontecendo fará com que o responsável pelo material seja penalizado com a retirada de 3 pontos.

A nova caixa contém ferramentas novas e únicas. As ferramentas equivalentes da caixa principal foram todas recolhidas, fazendo com que o manutentor se obrigue a usar as disponíveis na caixa nova. Também conforme a regra, sob o risco de penalidade na pontuação, as ferramentas das duas caixas não poderão ser armazenadas somente em uma.

A maleta contendo os itens descritos foi entregue aos mecânicos e aos eletricitistas assim como lhes informado sobre o propósito desta distribuição. De que esta ação é um auxílio para um melhor desempenho nos trabalhos. Com uma caixa menor exigiria-se menos esforço e conseqüentemente teria-se mais agilidade no atendimento ao chamado, não precisando levar a caixa maior com todas as ferramentas. As ferramentas da caixa menor, do experimento, são ferramentas avaliadas como as de uso mais frequente nas manutenções, sendo que as menos frequentes ficaram na caixa de ferramentas maior, a antiga. O quadro a seguir demonstra as ferramentas e a nova caixa entregues:

LISTA DE FERRAMENTAS		
1	Uma caixa de ferramentas pequena	
1	Uma chave Philips pequena	
1	Uma chave de fenda pequena	
1	Uma chave de fenda média	
1	Um alicate de corte diagonal	
1	Um alicate universal	
1	Uma chave de boca 13mm	
1	Uma chave de boca 15mm	
1	Uma chave de boca 17mm	
1	Um martelo pena	

**Quadro 5 Ferramentas do kit MAC.**  
**Fonte: Autoria própria.**



**Figura 4 Ferramentas entregues aos manutentores.  
Fonte: Autoria própria.**

Também entregou-se uma maleta para o armazenamento destas ferramentas.



**Figura 5 Maleta para ferramentas.  
Fonte: Autoria própria.**

Com todo o ferramental disponibilizado e as regras estabelecidas pôde-se assim começar o processo de avaliação.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 INTRODUÇÃO

A manutenção, assim como os outros setores da empresa, desempenha um papel de suma importância para a corporação, visando garantir a disponibilidade das máquinas e equipamentos ao setor produtivo. Com isso, as melhoras nos processos de manutenção, evoluem junto com a corporação, passando por remodelagens técnicas e de pessoas para poder atender de uma forma mais eficiente as metas estabelecidas. Porém, apesar dos treinamentos e qualificações, os indicadores do ano de 2011 não demonstraram-se de forma efetiva os resultados esperados. No caso específico o indicador de disponibilidade de máquinas abaixo, demonstrou-aquém da metas para os equipamentos.

	Equipamento	Unidade Hidráulica	Cabine de Jateamento	Virador de chassi
Localização	NN1	NN3	NN2	
Meta	90%	90%	90%	
TAG	UNH-008	DCJ-001	VIR- 001	
Janeiro	87,9	90,2	92,7	
Fevereiro	85,4	84,5	93,1	
Março	92,6	89,2	88,6	
Abril	93	86,5	77,4	
Maiο	91,2	90,4	92	
Junho	94,6	83,6	76,4	
Julho	93,4	89,9	90,2	
Agosto	88,3	92,4	91	
Setembro	91,2	85	94,3	
Outubro	92	84,7	79,9	
Novembro	98,3	94	80,7	
Dezembro	97,5	96,7	92,4	
Acumulado	92,12%	88,93%	87,39%	

	Resultado igual ou acima da meta.
	Resultado abaixo da meta.

Quadro 6 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2011.  
Fonte: Autoria própria.



#### 4.1.1 RESULTADOS COM A MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Anterior à aplicação da distribuição do método de seleção MAC, a distribuição dos manutentores em seus postos de trabalho baseava-se na experiência que estes haviam adquiridos em seus setores, no conhecimento que detinham nas máquinas e no processo que ali eram envolvidos. Isto subtendia-se que o tempo de trabalho que o manutentor havia sobre o equipamento iria lhe trazer um ganho de conhecimento para realizar a tarefa com maior qualidade e destreza. De que a experiência e a capacitação técnica eram os pontos-chaves para a escolha de uma mão de obra mais eficiente.

Com a crescente exigência de uma maior eficiência nos processos de manutenção, adotou-se a implantação do TPM, Manutenção Produtiva Total. Que vinha com um número maior de ferramentas para análises dos processos, estratificando os problemas para que se fosse apontando em médio prazo os caminhos a serem seguidos. Estabeleceu-se então que a qualificação técnica seria de suma importância e que isto deveria contar a partir de então como pré-requisito para o manutentor se tornar apto a assumir o setor que lhe foi proposto. Com a reformulação de metodologias e a introdução de novas, abriu-se um caminho mais sólido para alcançar uma melhor disponibilidade de máquinas, reduzir os custos e aumentar a produção. Porém, mesmo após a implantação da Manutenção Produtiva Total, percebeu-se através das análises dos indicadores de disponibilidade de máquinas, que os resultados ainda ficavam aquém do esperado, abaixo da meta. Que com a mudança, a extinção e a introdução de algumas metodologias, ainda se estava abaixo do resultado pretendido.

No ano de 2012, iniciou-se então toda a análise e melhorias relacionadas ao TPM, que embora tenha trazido ganhos em vários aspectos no setor da manutenção como organização geral do setor, redimensionamento dos estoques e uma revisão dos planos de manutenções preventivas, não foi o suficiente para que de forma significativa apontasse o resultado positivo no indicador final. Por mais que as metas que em decorrência da implantação TPM subissem, a expectativa de melhores resultados não foi obtida como demonstra o indicador de disponibilidade do ano de 2012.

	Equipamento	Unidade Hidráulica	Cabine de Jateamento	Virador de chassi
Localização	NN1	NN3	NN2	
Meta	95%	94%	95%	
TAG	UNH-008	DCJ-001	VIR- 001	
Janeiro	96,5	94,1	78,2	
Fevereiro	97,2	92,8	96,4	
Março	89	75,3	95,8	
Abril	97,7	87,5	93,1	
Maiο	91,7	94,2	96,3	
Junho	96,7	84,5	91,4	
Julho	94,9	98,6	93,4	
Agosto	88,7	93,2	95,9	
Setembro	79,4	94,2	96,4	
Outubro	95,2	86,4	79,3	
Novembro	92,3	93,2	97,4	
Dezembro	89,5	95,3	79,2	
Acumulado	92,40%	90,78%	91,07%	
	Resultado igual ou acima da meta.			
	Resultado abaixo da meta.			

Quadro 7 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2012.

Fonte: Autoria própria.

Com a implantação do TPM em 2012, no ano de 2013 esperava-se então um resultado mais animador em relação aos investimentos já realizados. Contudo o indicador de disponibilidade de máquinas não sofrera alterações significativas, e o mais importante positivas, neste período. Então a frustração do ano anterior se repetia neste ano novamente. Esperava-se que com o amadurecimento da equipe baseado nos treinamentos e as melhorias na metodologia realizadas, os resultados sem dúvida apareceriam nos próximos anos de 2013 e 2014, o que não ocorreu como os indicadores demonstram.

	Equipamento	Unidade Hidráulica	Cabine de Jateamento	Virador de chassi
Localização	NN1	NN3	NN2	
Meta	95%	94%	95%	
TAG	UNH-008	DCJ-001	VIR- 001	
Janeiro	97,3	96,8	95,3	
Fevereiro	91,2	89,7	97,4	
Março	96,4	83	91,4	
Abril	95,3	92,5	95,8	
Mai	92,5	89,7	78,2	
Junho	95,6	96,8	89,8	
Julho	77,1	97,2	93,1	
Agosto	95,8	91,8	88,7	
Setembro	88,3	94,2	96,1	
Outubro	76,5	91,4	79,3	
Novembro	77,8	92,5	93,4	
Dezembro	91,1	94,3	87,6	
Acumulado	89,58%	92,49%	90,51%	
	Resultado igual ou acima da meta.			
	Resultado abaixo da meta.			

Quadro 8 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2013.  
Fonte: Autoria própria.

	Equipamento	Unidade Hidráulica	Cabine de Jateamento	Virador de chassi
<b>Localização</b>	NN1	NN3	NN2	
<b>Meta</b>	95%	94%	95%	
<b>TAG</b>	UNH-008	DCJ-001	VIR- 001	
<b>Janeiro</b>	95,3	94,3	96,7	
<b>Fevereiro</b>	91,3	92,8	95,2	
<b>Março</b>	88,7	93	92,3	
<b>Abril</b>	92,3	88	95,6	
<b>Maio</b>	95,4	89,7	88,4	
<b>Junho</b>	90,2	88,8	91,4	
<b>Julho</b>	93,1	93,1	95,7	
<b>Agosto</b>	76,9	94,8	78,2	
<b>Setembro</b>	82,3	95,5	77,7	
<b>Outubro</b>	95,2	92,3	95,8	
<b>Novembro</b>	90,1	88,7	91,7	
<b>Dezembro</b>	92	88,9	90,7	
<b>Acumulado</b>	90,23%	91,66%	90,78%	

	Resultado igual ou acima da meta.
	Resultado abaixo da meta.

Quadro 9 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2014.  
Fonte: Autoria própria.

#### 4.2 A METODOLOGIA MAC

Com o levantamento dos dados iniciais como mapeamento crítico de máquinas, onde definiu-se qual a importância do impacto de uma falha no equipamento para o processo produtivo, e o número de mecânicos eletricitas capacitados com uma equiparação técnica muito próxima um do outro, começou-se a aplicação da metodologia de classificação MAC nos selecionados para esta etapa.

Com o experimento colocado em prática durante 9 meses de avaliação nos 51 manutentores, obteve-se resultados variados entre o pleno zelo pelo material entregue como também o total descaso, o mau uso e o extravio do ferramental.

Também neste período ocorreu o afastamento de um colaborador avaliado, porém isso não influenciou na continuidade e no resultado final do trabalho.

Com os quadros que se seguem, pode-se estratificar o total de manutentores e suas avaliações mensais de acordo com a pontuação de classificação indo da extremamente organizada a desorganizada.

<b>Equipe de manutentores</b>	
<b>Eletricistas</b>	<b>28</b>
<b>Mecânicos</b>	<b>28</b>
<b>Total geral</b>	<b>56</b>
<b>*Defasagem técnica</b>	<b>5</b>
<b>Desligado da avaliação</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>

**Quadro 10 Número de manutentores.**

Fonte: Autoria própria.

<b>Condições do ferramental</b>	
<b>9 a 10</b>	<b>Extremamente organizada</b>
<b>7 a 8</b>	<b>Organizada</b>
<b>5 a 6</b>	<b>Pouco organizada</b>
<b>0 a 4</b>	<b>Desorganizada</b>

**Quadro 11 Critérios de pontuação.**

Fonte: Autoria própria.

Manutentor	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
M 1	8	10	8	10	10	10	8	10	10	9,3
M 2	10	8	5	5	10	10	8	10	10	8,4
M 3	10	8	8	5	5	5	0	8	0	5,4
M 4	10	10	7	8	10	8	8	10	8	8,8
M 5	8	10	10	10	10	10	8	8	10	9,3
M 6	10	5	5	8	5	0	5	5	5	5,3
M 7	8	10	10	10	10	8	8	10	10	9,3
M 8	10	10	8	8	8	5	0	5	5	6,6
M 9	8	5	5	5	5	5	5	8	10	6,2
M 10	8	8	5	5	5	5	0	5	5	5,1
*M 11	8	0	5	5	5	5	*	*	*	3,1
M 12	8	0	0	8	8	5	0	0	0	3,2
M 13	8	10	5	8	8	5	5	8	5	6,9
M 14	0	8	8	8	5	0	5	0	0	3,8
M 15	10	10	10	10	10	8	8	10	10	9,6
M 16	8	10	5	5	8	0	5	5	5	5,7
M 17	0	8	5	5	5	5	0	0	0	3,1
M 18	10	10	10	8	10	10	10	8	10	9,6
M 19	10	10	10	5	0	0	5	5	5	5,6
M 20	8	8	8	8	8	5	5	5	0	6,1
M 21	8	10	10	10	10	10	10	8	8	9,3
M 22	5	10	8	8	5	5	0	8	0	5,4
M 23	8	8	8	8	5	5	5	5	0	5,8
M 24	8	8	5	5	5	0	0	5	5	4,6
M 25	0	8	10	5	5	5	5	5	0	4,8
E 26	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9,8
E 27	10	10	10	10	10	10	8	10	8	9,6
E 28	10	10	10	10	10	10	10	8	8	9,6
E 29	5	5	5	5	0	5	0	5	0	3,3
E 30	5	8	8	8	5	8	5	5	5	6,3
E 31	10	10	8	10	8	5	5	5	5	7,3
E 32	10	10	8	8	8	8	8	8	5	8,1
E 33	10	8	8	8	10	10	10	10	8	9,1
E 34	5	8	8	5	5	8	5	5	0	5,4
E 35	10	8	8	8	10	10	10	5	0	7,7
E 36	8	8	5	5	5	5	5	5	0	5,1
E 37	0	8	5	5	5	0	5	5	0	3,7
E 38	8	8	8	8	8	5	8	5	5	7,0
E 39	0	5	5	5	8	5	5	0	0	3,7
E 40	8	8	5	8	0	0	5	5	5	4,9
E 41	0	8	8	5	5	5	5	5	5	5,1
E 42	5	8	5	5	5	0	5	0	5	4,2
E 43	8	8	8	8	8	8	8	10	8	8,2
E 44	8	8	5	8	5	5	5	5	5	6,0
E 45	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9,8
E 46	8	5	5	5	8	8	8	8	5	6,7
E 47	8	8	8	8	8	8	10	10	10	8,7
E 48	8	10	8	10	8	5	8	10	5	8,0
E 49	8	8	8	5	0	5	5	5	0	4,9
E 50	10	10	10	10	10	10	10	8	8	9,6
E 51	10	10	8	10	10	10	10	8	10	9,6

Quadro 12 Pontuação de avaliação dos manutentores.  
Fonte- Autoria própria.

Os manutentores foram classificados com base nas notas dos critérios da seleção MAC. Com a avaliação realizada durante o período predeterminado foi possível o fechamento das médias e o ranqueamento dos participantes, sendo que, aqueles com as melhores notas foram selecionados para a próxima etapa.

Com a necessidade da continuidade em melhorias no processo de manutenção, visando resultados satisfatórios principalmente no indicador de disponibilidade de máquinas, aplicou-se o método de seleção MAC nos manutentores que tiveram suas equiparações técnicas muito próximas.

Assumiu-se que a escolha não era mais baseada apenas na experiência e na capacitação técnica das pessoas, mas sim embasada também no comportamento humano. Exigiu-se então a partir daí que a capacitação, treinamento e experiência aliados ao comportamento, compunham agora o novo perfil do profissional para que se obtivessem melhores resultados.

Após o levantamento da distribuição dos técnicos por equipamento antes da aplicação do método MAC, notou-se que os manutentores estavam distribuídos de uma forma que era considerada a experiência como principal quesito para o posicionamento de sua mão de obra. Evidenciou-se uma qualidade técnica e uma equiparação em termos de experiência, porém como mostram os quadros que seguem abaixo, as notas evidenciadas pelo método de avaliação MAC não captam de forma positiva a relação entre estes aspectos. Não houve ligação direta entre experiência e capacitação técnica com boas notas.

Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
Virador de Chassi	VIR- 001	95%	Dia

Manutentor	M 2	Manutentor	E 31
------------	-----	------------	------

	Nota		Nota
Janeiro	10	Janeiro	10
Fevereiro	8	Fevereiro	10
Março	5	Março	8
Abril	5	Abril	10
Maio	5	Maio	8
Junho	5	Junho	5
Julho	8	Julho	5
Agosto	5	Agosto	5
Setembro	5	Setembro	5
Média	6,2	Média	7,3

Quadro 13 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
Virador de Chassi	VIR- 001	95%	Noite

Manutentor	M 3	Manutentor	E 41
------------	-----	------------	------

	Nota		Nota
Janeiro	10	Janeiro	0
Fevereiro	8	Fevereiro	8
Março	8	Março	8
Abril	5	Abril	5
Maio	5	Maio	5
Junho	5	Junho	5
Julho	0	Julho	5
Agosto	8	Agosto	5
Setembro	0	Setembro	5
Média	5,4	Média	5,1

Quadro 14 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.



Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
Unidade Hidráulica	UNH-008	95%	Dia

Manutentor	M 12
------------	------

Manutentor	E 32
------------	------

	Nota
Janeiro	8
Fevereiro	0
Março	0
Abril	8
Maio	8
Junho	5
Julho	0
Agosto	0
Setembro	0
Média	3,2

	Nota
Janeiro	10
Fevereiro	10
Março	8
Abril	8
Maio	8
Junho	8
Julho	8
Agosto	8
Setembro	5
Média	8,1

Quadro 15 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
Unidade Hidráulica	UNH-008	95%	Noite

Manutentor	M 3	Manutentor	E 41
------------	-----	------------	------

	Nota
Janeiro	10
Fevereiro	8
Março	5
Abril	8
Maio	5
Junho	5
Julho	0
Agosto	8
Setembro	0
Média	5,4

	Nota
Janeiro	0
Fevereiro	8
Março	8
Abril	5
Maio	5
Junho	5
Julho	5
Agosto	5
Setembro	5
Média	5,1

Quadro 16 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
Cabine de Jateamento	DCJ-001	94%	Dia

Manutentor	M 14	Manutentor	E 39
	Nota		Nota
Janeiro	0	Janeiro	0
Fevereiro	8	Fevereiro	5
Março	8	Março	5
Abril	8	Abril	5
Maio	5	Maio	8
Junho	0	Junho	5
Julho	5	Julho	5
Agosto	0	Agosto	0
Setembro	0	Setembro	0
Média	3,8	Média	3,7

Quadro 17 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
Cabine de Jateamento	DCJ-001	94%	Noite

Manutentor	M 1	Manutentor	E 40
	Nota		Nota
Janeiro	8	Janeiro	8
Fevereiro	10	Fevereiro	8
Março	8	Março	5
Abril	10	Abril	8
Maio	10	Maio	0
Junho	10	Junho	0
Julho	8	Julho	5
Agosto	10	Agosto	5
Setembro	10	Setembro	5
Média	9,3	Média	4,9

Quadro 18 Distribuição dos manutentores antes da aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

Com a obtenção dos resultados, realizou-se a redistribuição da mão de obra de acordo com as maiores notas de aprovação, montando agora um novo panorama no emprego da mão de obra.

LISTA DE APROVAÇÃO DOS ELETRICISTAS										
Manutentor	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
E 45	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9,8
E 52	10	10	10	10	10	8	10	10	10	9,8
E 26	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9,8
E27	10	10	10	10	10	10	8	10	8	9,6
E 28	10	10	10	10	10	10	10	8	8	9,6
E 50	10	10	10	10	10	10	10	8	8	9,6
E 51	10	10	8	10	10	10	10	8	10	9,6

Descartado devido a falta de empareiramento

TOTAL DE APROVADOS 7

LISTA DE APROVAÇÃO DOS MECÂNICOS										
Manutentor	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
M 15	10	10	10	10	10	8	8	10	10	9,6
M 18	10	10	10	8	10	10	10	8	10	9,6
M 1	8	10	8	10	10	10	8	10	10	9,3
M 5	8	10	10	10	10	10	8	8	10	9,3
M 7	8	10	10	10	10	8	8	10	10	9,3
M 21	8	10	10	10	10	10	10	8	8	9,3

TOTAL DE APROVADOS 6

Quadro 19 Lista dos classificados.  
Fonte: Autoria própria.

	Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
	Virador de Chassi	VIR- 001	95%	Dia
Manutentor	M 1		Manutentor	E 26

	Nota
Janeiro	8
Fevereiro	10
Março	8
Abril	10
Mai	10
Junho	10
Julho	8
Agosto	10
Setembro	10
Média	9,3

	Nota
Janeiro	8
Fevereiro	10
Março	10
Abril	10
Mai	10
Junho	10
Julho	10
Agosto	10
Setembro	10
Média	9,8

Quadro 20 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
Virador de Chassi	VIR- 001	95%	Noite

Manutentor	M 18
------------	------

Manutentor	E 28
------------	------

	Nota
Janeiro	10
Fevereiro	10
Março	10
Abril	8
Maio	10
Junho	10
Julho	10
Agosto	8
Setembro	10
Média	9,6

	Nota
Janeiro	10
Fevereiro	10
Março	10
Abril	10
Maio	10
Junho	10
Julho	10
Agosto	8
Setembro	8
Média	9,6

Quadro 21 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

	Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
	Unidade Hidráulica	UNH-008	95%	Dia
Manutentor	M21		Manutentor	E50

	Nota
Janeiro	8
Fevereiro	10
Março	10
Abril	10
Maio	10
Junho	10
Julho	10
Agosto	8
Setembro	8
Média	9,3

	Nota
Janeiro	10
Fevereiro	10
Março	10
Abril	10
Maio	10
Junho	10
Julho	10
Agosto	8
Setembro	8
Média	9,6

Quadro 22 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
Unidade Hidráulica	UNH-008	95%	Noite

Manutentor	M 15
------------	------

Manutentor	E 45
------------	------

	Nota
Janeiro	10
Fevereiro	10
Março	10
Abril	10
Maio	10
Junho	8
Julho	8
Agosto	10
Setembro	10
Média	9,6

	Nota
Janeiro	8
Fevereiro	10
Março	10
Abril	10
Maio	10
Junho	10
Julho	10
Agosto	10
Setembro	10
Média	9,8

Quadro 23 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

	Equipamento Crítico	Tag	Disponibilidade	TURNO
	Cabine de Jateamento	DCJ-001	94%	Dia
Manutentor	M 7		Manutentor	E 27

	Nota
Janeiro	8
Fevereiro	10
Março	10
Abril	10
Maio	10
Junho	8
Julho	8
Agosto	10
Setembro	10
Média	9,3

	Nota
Janeiro	10
Fevereiro	10
Março	10
Abril	10
Maio	10
Junho	10
Julho	8
Agosto	10
Setembro	8
Média	9,6

Quadro 24 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC.  
Fonte: Autoria própria.

<b>Equipamento Crítico</b>	<b>Tag</b>	<b>Disponibilidade</b>	<b>TURNO</b>
<b>Cabine de Jateamento</b>	<b>DCJ-001</b>	<b>94%</b>	<b>Noite</b>

<b>Manutentor</b>	<b>M 5</b>
-------------------	------------

<b>Manutentor</b>	<b>E 52</b>
-------------------	-------------

	<b>Nota</b>
<b>Janeiro</b>	<b>8</b>
<b>Fevereiro</b>	<b>10</b>
<b>Março</b>	<b>10</b>
<b>Abril</b>	<b>10</b>
<b>Maio</b>	<b>10</b>
<b>Junho</b>	<b>10</b>
<b>Julho</b>	<b>8</b>
<b>Agosto</b>	<b>8</b>
<b>Setembro</b>	<b>10</b>
<b>Média</b>	<b>9,3</b>

	<b>Nota</b>
<b>Janeiro</b>	<b>10</b>
<b>Fevereiro</b>	<b>10</b>
<b>Março</b>	<b>10</b>
<b>Abril</b>	<b>10</b>
<b>Maio</b>	<b>10</b>
<b>Junho</b>	<b>8</b>
<b>Julho</b>	<b>10</b>
<b>Agosto</b>	<b>10</b>
<b>Setembro</b>	<b>10</b>
<b>Média</b>	<b>9,8</b>

**Quadro 25 Distribuição dos manutentores após a aplicação do método MAC.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Com base na nova redistribuição de mão de obra, os melhores resultados foram evidenciados no indicador de 2015. Este veio a apontar que o método trouxe ganhos reais na disponibilidade dos três equipamentos monitorados.

	Equipamento	Unidade Hidráulica	Cabine de Jateamento	Virador de chassi
Localização	NN1	NN3	NN2	
Meta	95%	94%	95%	
TAG	UNH-	DCJ-001	VIR- 001	
Janeiro	94,5	93,5	91,5	
Fevereiro	95,3	90,4	94,2	
Março	96,9	95,1	96,2	
Abril	94,4	92,7	96,3	
Maior	97,6	91,2	97,1	
Junho	95,3	95,4	95,8	
Julho	96,5	95,1	95,1	
Agosto	98,6	93,4	95,4	
Setembro	97,9	97,3	96,5	
Outubro	97,5	96,8	95,3	
Novembro	X	X	X	
Dezembro	X	X	X	
Acumulado	96,45%	94,09%	95,34%	

	Resultado igual ou acima da meta.
	Resultado abaixo da meta.

Quadro 26 Indicador de disponibilidade de máquinas de 2015.  
Fonte: Autoria própria.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 INTRODUÇÃO

Depois de muitos esforços despendidos para que se melhorasse o indicador de disponibilidade de máquinas da fábrica, foi através do método de seleção MAC que obtiveram-se resultados mais positivos em relação a algumas metodologias já usadas. Estas por sua vez como o TPM vieram a somar, pois com uma base já criada, o método MAC veio para refinar o trabalho e tirar algo a mais de onde não se conseguia evidenciar.

Durante os 9 meses de avaliação, notou-se uma certa resistência de alguns técnicos em relação ao uso da caixa de ferramentas auxiliar. Outros já assumiram rapidamente a responsabilidade inicial.

Um dos critérios de avaliação que se adotou foi a de que os técnicos possuísem todas as ferramentas que lhes foram entregues. Pois, o que se percebeu, foi o extraviou de algumas ferramentas e a reposição de forma deliberada e incorreta por parte do manutentor. Além do aspecto organizacional, evidenciou-se a falta de segurança, pois tais ferramentas eram de baixa qualidade, as quais não forneciam o mínimo de segurança ao técnico para a realização dos trabalhos além de comprometer a qualidade do trabalho.



**Figura 6 - Ferramentas incorretas adquiridas pelos manutentores.  
Fonte: Autoria própria.**

Com as avaliações em andamento, também pode-se registrar os bons exemplos em relação à conservação do ferramental. Alguns técnicos usaram da



criatividade para melhorar o fator organização, disponibilizando de artifícios de baixo custo, potencializando assim a organização requerida.



**Figura 7 - Ferramentas organizadas individualmente.**  
Fonte: Autoria própria.

## 5.2 AVALIAÇÕES

Com a aplicação da metodologia de seleção MAC, foi possível analisar de forma prática os resultados obtidos. Com as notas dos mantenedores em mãos começou-se o trabalho de realocação destes aos equipamentos mais críticos que de alguma forma impactam negativamente o processo produtivo como um todo.

Em uma breve análise verificou-se no indicador de disponibilidade de máquinas do ano de 2014 a média acumulada dos equipamentos escolhidos, o qual demonstrou-se abaixo da média pré-estipulada para este período.

Equipamento	Tag	Sem Método
Unidade Hidráulica	UNH-008	90,23%
Cabine de Jateamento	DCJ-001	91,66%
Virador de chassi	VIR- 001	90,78%

**Quadro 27 Média acumulada do indicador de disponibilidade de máquinas do ano de 2014.**  
Fonte: Autoria própria.

Com a introdução do método de seleção MAC no início de 2015, evidenciou-se a evolução da disponibilidade das máquinas através do indicador, o qual aponta a superação da meta proposta.

Equipamento	Tag	Com Método
Unidade Hidráulica	UNH-008	96,45%
Cabine de Jateamento	DCJ-001	94,90%
Virador de chassi	VIR- 001	95,34%

**Quadro 28 Média acumulada do indicador de disponibilidade de máquinas de Janeiro a Outubro de 2015.**

Fonte: Autoria própria.

Com estes resultados realizou-se o comparativo entre o indicador de disponibilidade de máquinas do ano de 2014 e 2015. Mediu-se o indicador de disponibilidade de máquinas do ano de 2015 de Janeiro a Outubro, enquanto o indicador de 2014 foi de Janeiro a Dezembro, ou seja, os doze meses.

Unidade Hidráulica Vin	UNH-008	6,22%
Cabine de Jateamento	DCJ-001	3,24%
Virador de chassi	VIR- 001	4,56%

**Quadro 29 Diferença entre os acumulados dos anos de 2014 e 2015.**

Fonte: Autoria própria.

O ganho positivo entre o indicador de disponibilidade de máquinas de 2015 e 2014 ficou evidenciado. Fazendo com que se atingisse a meta preestabelecida do indicador, trazendo conseqüentemente um impacto financeiro positivo, assim como a elevação da moral da equipe de manutenção.

### 5.3 GANHOS OBTIDOS

Com a melhora no indicador de disponibilidade de máquinas, se pôde traçar qual foi o resultado financeiro direto com este aumento de percentual. Ou seja, quanto tempo a mais de disponibilidade de máquinas foi oferecido à produção para

que se cumprissem as metas, atendendo o mercado de uma forma mais efetiva, com maior poder comercial e qualidade dos produtos?

Com base nas informações de que dois turnos de trabalho na montagem do produto somam-se 960 minutos ao dia, totalizando 19200 minutos ao mês. Levando em consideração que a cada dez minutos se faz a montagem de um produto, temos uma montagem em média de 98 produtos a cada dois turnos, dia e noite.

TEMPO DE PRODUÇÃO	
	Minutos
Tempo por turno	480
Tempo por dia	960
Tempo por mês	19200
1 produto montado a cada	10

Quadro 30 Minutos de produção e montagem do produto.  
Fonte: Fonte própria.

O valor do produto final montado é de R\$ 30.000,00. Cabe ressaltar que o que se vende é a mão de obra de montagem empregada para tal.

Pode-se então afirmar que a empresa recebe a cada 10 minutos um valor de R\$ 30.000,00 pelo produto montado. Considera-se também que cada máquina selecionada pelo mapeamento crítico em caso de falha, pára o sistema de linha puxada onde o produto é montado em estações e de forma contínua a qual somente após a montagem completa que lhe é pertinente na estação, esta o libera para a próxima. Com isso tem-se o valor do minuto produzido e consequentemente o quanto o minuto de linha parada a onera.

Valor da mão de obra aplicada por produto	R\$ 30.000,00
Valor do minuto de produção	R\$ 3.000,00
Valor do minuto parado por indisponibilidade de máquina	R\$ 3.000,00

Quadro 31 Custos por minuto.  
Fonte: Autoria própria.

Com os percentuais do indicador de disponibilidade de máquinas 2015 conhecidos, assim como seus ganhos, pode-se traçar um comparativo com o

mesmo indicador no período de 2014. Isso evidencia-se que as máquinas tiveram um melhor desempenho e que a aplicação do método de classificação MAC influenciou diretamente nos resultados.

Tem-se então a conversão dos percentuais médios acumulados de disponibilidade de máquinas em minutos de produção por mês.

<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>Ganhos %</b>	<b>Minutos</b>
<b>Unidade Hidráulica</b>	<b>6,22</b>	<b>1194,24</b>
<b>Cabine de Jateamento</b>	<b>3,24</b>	<b>622,08</b>
<b>Virador de Chassi</b>	<b>4,56</b>	<b>875,52</b>

**Quadro 32 Disponibilidade acumulada.**  
Fonte: Fonte própria.

Com os dados adquiridos conclui-se que os ganhos foram significativos aumentando a lucratividade e a pontualidade na entrega dos produtos previamente vendidos em contrato.

<b>Total de minutos ganhos ao mês</b>	<b>2691,84</b>
<b>Produtos montados a mais</b>	<b>269,184</b>
<b>Total faturado ao mês a mais</b>	<b>R\$ 807.552,00</b>

**Quadro 33 Saldo positivo.**  
Fonte: Autoria própria.

Cabe ressaltar que os cálculos estão baseados numa situação ideal. Os equipamentos agora com mais tempo disponível para a produção poderão não obter o lucro projetado, pois no processo produtivo envolve-se outras variáveis que poderão para-lo, como a falta de peças para linha de montagem. Também pode ocorrer a falha de mais de um equipamento crítico simultaneamente.

#### 5.4 CUSTOS DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

Para aplicação do método foi necessário um orçamento para suprir as horas dos trabalhos, levantamentos, análises e materiais. Com isso partiu-se para o levantamento das horas disponibilizadas necessárias para a aplicação da metodologia MAC.

<b>HORAS DE AVALIAÇÃO</b>	
Tempo por avaliação em horas	0,5
Total de manutentores	51
Total de horas previstas	229,5
<b>*Total de horas de executadas</b>	<b>228</b>

\*Saída do M11- menos 1,5 horas

**Quadro 34 Aplicação das horas.**  
Fonte: Autoria própria.

Para o andamento do processo foi eleito um administrador o qual ficou incumbido de aplicar as avaliações relacionadas à metodologia, assim como a apresentação dos ferramentais aos técnicos e outros levantamentos pertinentes para o sucesso do método, como a busca de documentos com o setor de recursos humanos, etc. Com isso houve também um ônus em relação às horas de trabalho do administrador às quais seguem:

Custo homem hora do avaliador	17,11
Total de horas de apresentação do ferramental	4
Total de horas para levantamento da documentação dos técnicos	22
Escolha, pedido de compra e organização do ferramental	30
Custo do tempo total das avaliações	R\$ 3.901,08
<b>Custo total de horas do avaliador</b>	<b>R\$ 4.859,24</b>

**Quadro 35 Custos referentes ao avaliador.**  
Fonte: Autoria própria.

Também com base nos dados do setor de recursos humanos pôde-se chegar a valores monetários da hora homem dos manutentores e aplicá-las no tempo disponível para a apresentação do ferramental.

Quantidade	Custo Homem Hora		Total
26	Eletricista	R\$ 13,51	R\$ 351,26
25	Mecânico	R\$ 11,26	R\$ 281,50
	Total de manutentores	51	
	*Tempo para apresentação do ferramental	1	
<b>Custo total</b>			<b>R\$ 632,76</b>

\*Em horas

**Quadro 36 Custo referente à hora homem dos manutentores.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Juntamente com os custos de hora homem dos técnicos e do administrador, somam-se também os valores com o material disponibilizado para a aplicação do método.

Ferramental disponibilizado	Valor
Uma caixa de ferramentas pequena	R\$ 23,80
Uma chave Philips pequena	R\$ 6,30
Uma chave de fenda pequena	R\$ 6,00
Uma chave de fenda média	R\$ 7,20
Um alicate de corte diagonal	R\$ 27,50
Um alicate universal	R\$ 26,20
Uma chave de boca 13mm	R\$ 19,30
Uma chave de boca 15mm	R\$ 18,60
Uma chave de boca 17mm	R\$ 22,12
Um martelo pena	R\$ 10,50
Valor do conjunto	R\$ 167,52
Quantidade de conjuntos	51
<b>Total geral do ferramental disponibilizado</b>	<b>R\$ 8.543,52</b>

**Quadro 37 Custo dos ferramentais.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Custo total de horas do administrador	R\$ 4.859,24
Ferramental disponibilizado	R\$ 8.543,52
Custo hora homem	R\$ 632,76
<b>Total dos custos</b>	<b>R\$ 14.035,52</b>

**Quadro 38 Custos para a aplicação do método.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Com estes levantamentos tem-se que além do baixo custo inicial ter ocorrido apenas uma vez, também os resultados do indicador demonstra-se estável.

Abaixo tem-se o investimento inicial comparado ao resultado da disponibilidade acrescida:

Disponibilidade de máquinas- Janeiro a Setembro 2015	R\$ 8.075.520,00
Custos para a aplicação da metodologia	R\$ 14.035,52
<b>Saldo positivo</b>	<b>R\$ 8.061.484,48</b>

**Quadro 39 Lucro gerado.**  
**Fonte: Autoria própria.**

## 6 CONCLUSÃO GERAL

Com a criação e aplicação da metodologia de seleção MAC, se conseguiu traçar uma característica do perfil do manutentor que colaborou para resultados significativamente melhores comparados aos resultados anteriores. Importante também é ressaltar a realização somente do remanejamento das pessoas envolvidas e que nenhuma nova contratação ocorreu, que não se disponibilizou novos cursos de aperfeiçoamento e tão pouco a aquisição de novas máquinas e equipamentos. Mapeou-se um aspecto da falha humana transgressiva e com esta particularidade, aliado ao levantamento dos equipamentos críticos da fábrica, as pessoas foram realocadas aos pontos de maior importância e impacto no que diz respeito à parada de linha.

Com um investimento mais baixo em relação aos ganhos apontados, obteve-se um crescimento significativo e imediato no indicador de disponibilidade de máquinas o que acarretou no aumento, conseqüentemente, do faturamento da empresa. Pois, também com a diminuição das paradas de máquinas, obteve-se um menor custo com a hora homem conseguindo melhorar a moral da equipe, já que as metas propostas estão sendo alcançadas. Outra consequência positiva foi o aumento de produção, com um maior número de produtos montados resultando numa maior receita.

As máquinas aqui analisadas tiveram um aumento acumulado em média de 4,67% na sua disponibilidade com o uso do método de seleção MAC, sem novas contratações e custos em equipamentos. Foi mapeado uma característica da mão de obra e escalado os manutentores com as melhores notas, nos pontos mais importantes dos equipamentos mais críticos.

Com o levantamento médio dos custos, pôde-se avaliar o quanto a metodologia foi vantajosa, sendo viável seu desdobramento futuro, vindo a ser aplicada em outros setores da empresa, em situações que exige-se uma maior confiança e qualidade do fator humano em relação a um ponto crítico de uma atividade a ser desempenhada.

## REFERÊNCIAS

BRANCO FILHO, GIL. Indicadores e Índices de Manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

BRANCO FILHO, GIL. A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

EMBREY, DAVID. Understanding Human Behaviour and Error. Human Reliability Associates 1, School House, Higher Lane, Dalton, Wigan, Lancashire.

KNEZEVIC, JEZDIMIR. Reliability, Maintainability and Supportability a Probabilistic Approach. School of Engineering, University of Exeter.

RODRIGUES, MARCELO. Engenharia da Confiabilidade: Confiabilidade Humana- Parte 1 e 2. Especialização, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

PALLEROSI, A.C., MAZZOLINI B. P. M., MAZZOLINI, R. L., Confiabilidade Humana. Conceitos, Análises, Avaliações e Desafios. São Paulo 2011.