

# UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA CONTROLE NO PROCESSO DE PRÉ-TRATAMENTO E ANTIOXIDAÇÃO DE CARROCERIA AUTOMOTIVA\*

Amanda Miller Amorim<sup>1</sup>

Mariana Gomes Batista<sup>2</sup>

Thaiza Regina Ferreira Coelho<sup>3</sup>

Thais da Silva Leite Garcia<sup>4</sup>

## Resumo

Com as mudanças comportamentais do consumidor foi necessário que o mercado automotivo se adaptasse rapidamente para atender exigências relacionadas ao desempenho, qualidade, segurança e impactos ambientais impulsionando a procura de novas alternativas em materiais utilizados e processos. O presente trabalho apresenta a importância do pré-tratamento da superfície da carroceria automotiva e a aplicação do antioxidante para a qualidade do produto final, realizando uma análise dos defeitos gerados por falhas no processo e propondo, se possível, melhorias. O estudo foi realizado em uma empresa automotiva com o foco na fase final do processo descrito acima, onde foi realizada a análise dos dados coletados no período de janeiro a março de 2016. A fim de identificar os principais problemas de falta de camada da cataforese, verificou-se a necessidade do uso de ferramentas de controle para detectar sua causa raiz e encontrou um desvio no pH causado por bactéria no banho. Neste trabalho, verificou-se que a utilização de ferramentas de controle possibilitam a rápida identificação e correção de desvios.

**Palavras-chave:** Engenharia de Produção; Pré-tratamento de superfície; Cataforese.

## UTILIZATION OF QUALITY TOOLS TO CONTROL IN THE PRE-TREATMENT AND ANTIOXIDATION PROCESS AUTOMOTIVE BODY

### Abstract

With the behavioral consumer changes, it was necessary that the automotive market to adapt quickly to comply with the requirements related to performance, quality, safety and environmental impacts boosting the demand for new alternatives in used materials and processes. This paper presents the importance of pre-treatment surface of the automotive body and the application of the antioxidant to the quality of the final product by accomplishing an analysis of defects generated by failures in the process and proposing possible improvements. The study was conducted in an automotive company with a focus in the final stage of the process described above, where the analysis of the data was collected from January to March 2016. In order to identify the main problems of lack of cataphoresis layer, there is a need for use of control tools to detect and find their root cause a shift in pH caused by bacteria in the bath. In this work, it was found that the use of control tools enable quick identification and correction of deviations.

**Keywords:** Production engineering. Corrosion. Pretreatment surface Cataphoresis..

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Barra Mansa, Barra Mansa, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Barra Mansa, Barra Mansa, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>3</sup> Graduada em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Barra Mansa, Barra Mansa, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>4</sup> Me. Engenharia Metalúrgica, Engenheira Química, Professora do Centro Universitário de Barra Mansa, Barra Mansa, Rio de Janeiro, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A instalação da Ford no Brasil em 1919 deu o pontapé inicial para o desenvolvimento das indústrias automobilística brasileira. Na década de 50 o então presidente do Brasil, Juscelino Kubitschek criou o programa de metas que teve enfoque na indústria automobilística, era denominado 50 anos de progresso em 5 anos de governo (1). O processo de fabricação de um veículo possui três etapas principais: Estruturação, Pintura e Montagem das Peças. Porém, há também as etapas e setores de apoio como a de compras e logística. O presente estudo será realizado na área de pintura de carrocerias em uma empresa automotiva, especificamente na linha de pré-tratamento e antioxidação.

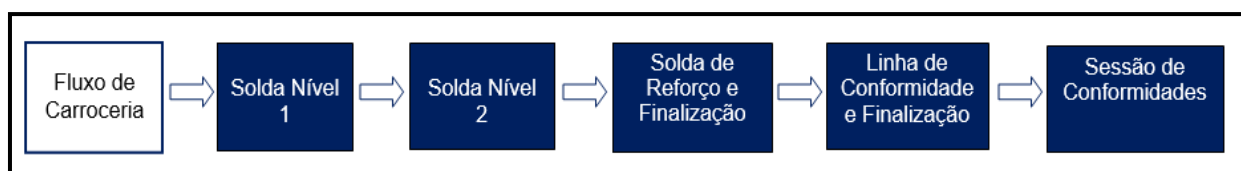
### 1.1 Estruturação

O processo de estruturação representa cerca de 60% de todo o produto final e é comumente subdividida em duas etapas, Estamparia e Funilaria(2).

Na etapa de Estamparia são usadas chapas de aço galvanizado com espessuras variadas, sendo tratadas quimicamente e modificadas, por meio de prensas ajustadas em moldes específicos, para os formatos e dimensões desejados (3).

Nesta etapa as peças recebem os furos necessários para o encaixe das demais partes do veículo inseridas ao longo do processo. As peças como *capot*, portas e tampa traseira, agora com formato final, são enviadas para a próxima etapa, a Funilaria.

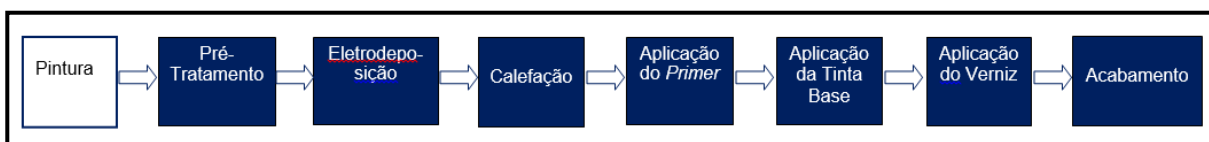
Na etapa de Funilaria é realizada a solda e união de painéis. Esta etapa possui dois fluxos, o Fluxo de Carrocerias e o Fluxo das Partes Móveis, pois a soldagem, reforço e acabamento dessas partes são diferenciados. O Fluxo de Carroceria é subdividido conforme Figura 1 (4).



**Figura 1:** Diagrama de blocos do Fluxo de Carroceria.

### 1.2 Pintura

O processo de Pintura é composto por sete etapas conforme Figura 2.



**Figura 2:** Fluxograma do processo de pintura da carroceria.

O processo de pintura se inicia na etapa de Pré-Tratamento, onde é realizada a limpeza da carroceria através do desengraxe primário (5).

Na etapa de Eletrodeposição é aplicado um revestimento anti-corrosivo denominado cataforese, com a finalidade de proteger a carroceria contra a oxidação (6).

Na etapa da Calafetação realiza-se a vedação das carrocerias evitando o acesso ao pó e sujeira e proporcionando uma melhoria na estética de alguns contornos e extremidades de painéis. Essa vedação ocorre através da aplicação de uma massa

viscosa à base de PVC. A carroceria é encaminhada a uma estufa destinada à cura dessa massa.

A pintura *Primer* é importante para a conservação e aparência final da pintura, usada de maneira a proteger a peça contra a corrosão, nivelando toda a superfície e promovendo uma maior aderência a aplicação da camada final. Logo após a aplicação do *Primer* a carroceria é enviada para Aplicação da Tinta Base, que fornece a cor final do veículo e a Aplicação do Verniz que é responsável por proporcionar brilho e proteção à pintura do mesmo.

A última etapa do processo de pintura é denominada Acabamento, onde realiza-se uma inspeção com a finalidade de avaliar discrepâncias no acabamento final das carrocerias.

### 1.3 Montagem das Peças

A montagem é a etapa na qual a carroceria se transforma em veículo, isto é, são inseridas todas as peças. O veículo, após o final do processo de montagem, é inspecionado pela própria equipe de montagem que avalia a qualidade do processo (2).

A montagem é subdividida em duas linhas principais tendo outras paralelas a essas. Quando a carroceria chega da pintura, suas portas são retiradas e seguem para a linha de portas, linha essa que funciona paralelamente as linhas principais do processo.

### 1.4 Processo de Pré-Tratamento de Uma Carroceria

O Pré-Tratamento tem por objetivo proteger a carroceria metálica através de uma reação química formando uma camada de conversão sobre a superfície da chapa de aço. Essa camada de conversão tem por finalidade promover maior resistência da carroceria diante da corrosão, aumentar a aderência na interface chapa/tinta, prolonga a vida útil da carroceria, entre outros (7).

Há vários tipos de camada de conversão tais como camada de fosfato de ferro, fosfato de zinco, fosfato de manganês e fosfato de zinco/cálcio, fosfato de cromo, tratamento de alumínio e nano tecnologia (8).

#### 1.4.1 Pré-Tratamento Por Nanotecnologia

A nanotecnologia é uma tecnologia que isenta o processo de metais tóxicos como níquel, cromo e o íon fosfato (9). Possui 10 etapas conforme Figura 3 (7).

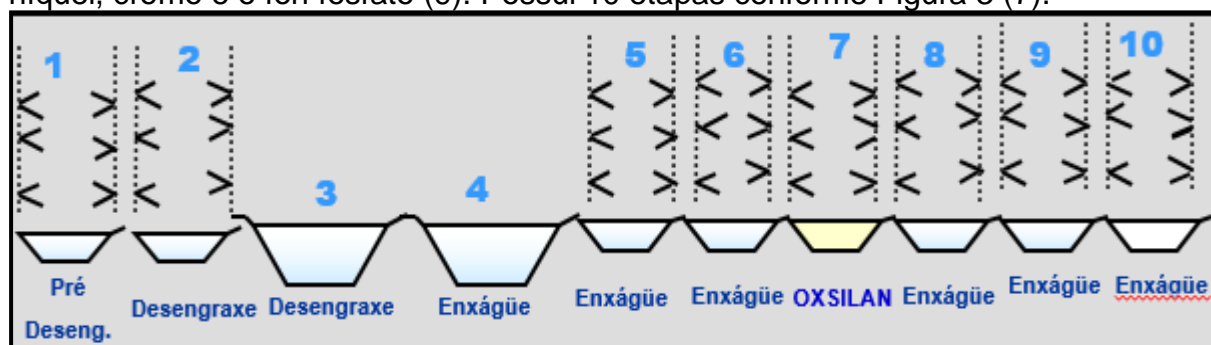


Figura 3: Etapas do processo por nano tecnologia (7).

### 2.5 Eletrodeposição

Também conhecido como E-Coat, KTL (*Kathodische TauchLackierung*), Cataforese, entre outros, consiste em um processo de pintura por imersão, automatizado e baseado no deslocamento de partículas carregadas dentro de um campo elétrico em

direção ao pólo de carga oposta. Tem por finalidade, em conjunto com o processo de pré-tratamento, garantir proteção às carrocerias automotivas contra corrosão por um longo tempo.

O KTL é um tipo de pintura constituída pela dissipação de resinas e pigmentos em meio aquoso, com um nível baixo de solventes orgânicos e três compostos como Água deionizada; ligante catiônico (resina) e pasta pigmentada. A aplicação desse material é realizada através de um tanque, por onde o carro é imerso na tinta para sofrer o processo de eletroforese (10).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

É aplicada aos processos a ferramenta de qualidade denominada Plano de Controle que inclui todos os controles previstos, pela norma interna da empresa, em cada operação do processo. Consiste em monitorar e controlar as variáveis dos processos a fim de garantir a qualidade do produto.

A análise foi realizada em um processo de pré-tratamento por nano tecnologia que possui 10 etapas. Na Tabela 1 são apresentadas as principais variáveis controladas no processo de pré-tratamento, sendo que algumas não são controláveis (NC) e, na Tabela 2 pode-se observar as principais variáveis controladas no processo de aplicação do cataforese.

**Tabela 1:** Dados do processo de pré-tratamento por Nano Tecnologia.

|                                 | Pressão<br>(bar) | Temperatura<br>(°C) | Volume da<br>Solução (m <sup>3</sup> ) | Tempo da Etapa<br>(s) |
|---------------------------------|------------------|---------------------|--|-----------------------|
| Pré-desengraxe                  | 1,7 – 1,9        | 52 – 58             | 10                                     | 43                    |
| Desengraxe 1                    | 1,7 – 1,9        | 53 – 57             | 15                                     | 97                    |
| Desengraxe 2                    | 1,0 – 1,2        | 53 – 57             | 70                                     | 112                   |
| Enxágue 1                       | 3,0 – 3,2        | NC                  | 70                                     | 69                    |
| Enxágue 2                       | 1,5 – 2,5        | NC                  | 6                                      | 30                    |
| Enxágue 3                       | 2,0 – 3,0        | NC                  | 2,5                                    | 56                    |
| Aplicação da<br>Nano Tecnologia | 0,7 – 0,9        | 30 – 46             | 20                                     | 106                   |
| Enxágue 4                       | 1,1 – 1,5        | NC                  | 6                                      | 27                    |
| Enxágue 5                       | 1,0 – 2,1        | NC                  | 6                                      | 27                    |
| Enxágue 6                       | 1,3 – 1,5        | NC                  | 2                                      | 56                    |

**Tabela 2:** Dados do processo de aplicação do cataforese.

|  | pH   | Bactéria<br>(UFN/ml) | Condutividade<br>(uS/cm) | Pressão<br>(bar) |
|--|------|----------------------|--------------------------|------------------|
| Imersão no Cataforese                  | 5,5  | 0                    | 1400,0                   | NC               |
| Célula do Anólito                      | 2,65 | NC                   | 2300,0                   | NC               |
| Módulo de Filtração                    | NC   | 0                    | NC                       | NC               |
| Lavagem por <i>spray</i> UFR3 (Est. 3) | NC   | NC                   | NC                       | 2,2              |
| Lavagem por imersão UFR2 (Est. 4)      | NC   | NC                   | NC                       | 1,9              |
| Lavagem por <i>spray</i> UFR1 (Est. 5) | NC   | NC                   | NC                       | 1,9              |
| Lavagem por <i>spray</i> EDN           | NC   | 0                    | NC                       | NC               |

Os valores do plano de controle são imputados no sistema informatizado, *software* onde centraliza-se todos os dados dos processos. Afim controlar as variáveis do processo é usado a coleta de dados visando a inspeção do mesmo. Quando há algum desvio é necessário tratá-lo, identificar as causas para saná-las e nessa análise será usado o Ciclo PDCA, *Brainstorm*, Diagrama de Causa e Efeito, Metodologia 6M, 5 Porquês e 5W2H.

### 3.2 Principais Não-conformidades dos Processos

Os dois principais problemas de qualidade encontrados ao término do processo de pré-tratamento e aplicação do cataforese são: grãos e problemas na camada de cataforese.

#### 3.2.1 Grãos

Denomina-se grãos toda partícula encontrada sobre a carroceria após a saída da mesma do processo de aplicação do cataforese. Os grãos mais comuns encontrados são Ponta de solda, casca de *skid*, limalha e resina. Para identificar o grão é usado o Dino-Lite Pro, Figura 5 (a).

#### 3.2.2 Problemas na Camada de Cataforese

A camada de cataforese é colocada sobre a carroceria automotiva com a finalidade de protegê-la contra ações corrosivas do meio. Para assegurar que a qualidade do processo esteja dentro dos parâmetros pré-estabelecidos é realizada uma coleta de dados por dia com o auxílio de um aparelho denominado DeltaScope, Figura 4 (b), que permite a medição rápida e precisa da camada de forma não-destrutivo.





**Figura 4 :** Equipamentos utilizados para análise de camada (a) Dino-Lite Pro, (b) DeltaScope.

O DeltaScope mede a espessura da camada em 10 pontos pré-estabelecidos da carroceria, expostos na Tabela 3. Em 9 deles a camada precisa ter mais de 12  $\mu\text{m}$ , o limite de alerta é considerado de 10  $\mu\text{m}$  a 12  $\mu\text{m}$  e em um ponto, teto traseiro central, precisa ter mais de 10  $\mu\text{m}$  o limite de alerta é considerado de 8  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ .

**Tabela 3:** Pontos pré-estabelecidos para medição da espessura da camada.

| Pontos                               | Siglas dos Pontos |
|--------------------------------------|-------------------|
| Porta dianteira direita alta         | PDDA              |
| Porta traseira direita baixa         | PTDB              |
| Painel lateral traseiro direito alto | PLTDA             |
| Porta dianteira esquerda alta        | PDEA              |
| Porta traseira esquerda baixa        | PTEB              |
| Porta lateral traseira esquerda alta | PLTEA             |
| Capot direito alto                   | CDA               |
| Capot central baixo                  | CCB               |
| Teto traseiro central                | TTC               |
| Tampa traseira esquerda baixa        | TTEB              |

Caso a medição tenha um resultado ruim é necessário coletar novamente os dados e verificar se não houve alguma falha. Visto que são pintados 4 diferentes modelos de carrocerias, cada dia é realizada a inspeção em um tipo de carroceria. Segue abaixo, Tabelas 4 a 6, os resultados, do modelo 1, nos meses de janeiro a março de 2016. Os valores em amarelo são os valores que estão na margem de alerta, os valores em vermelho não estão em conformidade com os padrões e os valores em azul estão dentro dos padrões.

**Tabela 4:** Espessura da camada, em  $\mu\text{m}$ , do Modelo 1 em janeiro de 2016.

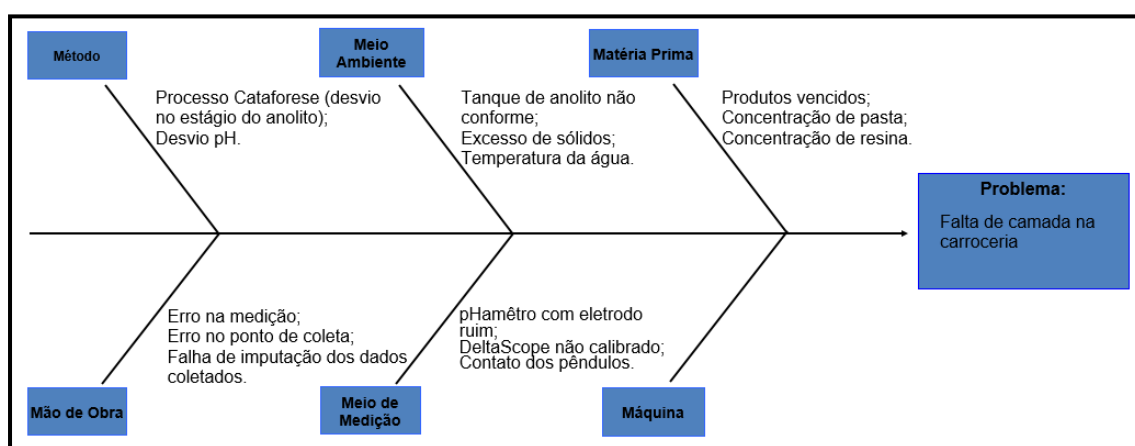
| Local do Ponto | 12/01 | 15/01 | 19/01 | 22/01 | 26/01 | 26/01 | 26/01 | Média |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PDDA           | 14,08 | 12,35 | 13,70 | 10,63 | 10,27 | 10,69 | 10,65 | 11,77 |
| PTDB           | 13,95 | 12,21 | 13,79 | 11,20 | 10,50 | 10,89 | 12,02 | 12,08 |
| PLTDA          | 13,42 | 12,26 | 13,09 | 13,28 | 10,04 | 10,71 | 10,29 | 11,87 |
| PDEA           | 13,63 | 13,48 | 12,22 | 11,04 | 11,14 | 11,84 | 11,33 | 12,10 |
| PTEB           | 14,02 | 11,80 | 13,27 | 11,55 | 10,59 | 11,94 | 12,21 | 12,20 |
| PLTEA          | 14,53 | 12,55 | 13,80 | 11,99 | 10,28 | 10,39 | 11,70 | 12,18 |
| CDA            | 11,81 | 10,05 | 11,80 | 10,99 | 8,00  | 10,71 | 10,97 | 10,62 |
| CCB            | 13,75 | 12,50 | 12,99 | 10,41 | 10,32 | 11,73 | 11,73 | 11,92 |
| TTC            | 13,49 | 12,22 | 12,39 | 10,03 | 8,21  | 10,49 | 10,01 | 10,98 |
| TTEB           | 14,39 | 12,97 | 14,82 | 11,39 | 10,58 | 11,54 | 11,66 | 12,48 |

Pode-se observar que o Modelo 1, no mês de janeiro, teve vários pontos de alerta e um ponto de alarme. A média no mês o modelo teve quatro pontos fechados em nível de alerta.

**Tabela 5:** Espessura da camada do Modelo 1, em  $\mu\text{m}$ , em fevereiro e março de 2016.

| Local do Ponto | 02/02 | 02/02 | 04/02 | 11/02 | 16/02 | 19/02 | 23/02 | 26/02 | Média | Local do Ponto | 01/03 | 04/03 | 07/03 | 15/03 | 18/03 | 21/03 | 29/03 | Média |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PDDA           | 13,12 | 11,98 | 14,49 | 12,32 | 12,71 | 14,29 | 13,62 | 12,23 | 13,10 | PDDA           | 12,54 | 14,01 | 13,42 | 10,99 | 14,87 | 11,59 | 13,31 | 12,96 |
| PTDB           | 11,67 | 12,47 | 12,10 | 11,81 | 12,66 | 13,12 | 13,21 | 12,16 | 12,40 | PTDB           | 12,24 | 12,26 | 11,36 | 11,75 | 12,86 | 12,40 | 14,25 | 12,45 |
| PLTDA          | 10,06 | 10,19 | 12,95 | 11,27 | 11,99 | 11,76 | 11,85 | 10,52 | 11,32 | PLTDA          | 10,42 | 10,80 | 11,86 | 11,29 | 11,82 | 11,13 | 11,79 | 11,30 |
| PDEA           | 10,58 | 11,50 | 13,12 | 13,34 | 12,77 | 13,08 | 13,93 | 13,15 | 12,68 | PDEA           | 14,07 | 12,85 | 13,13 | 11,99 | 13,34 | 12,05 | 13,81 | 13,04 |
| PTEB           | 10,99 | 12,56 | 12,67 | 12,73 | 13,73 | 12,83 | 15,32 | 10,83 | 12,71 | PTEB           | 12,47 | 12,35 | 12,65 | 11,51 | 15,73 | 12,71 | 14,68 | 13,16 |
| PLTEA          | 9,91  | 11,12 | 12,98 | 11,64 | 12,40 | 11,78 | 12,12 | 11,39 | 11,67 | PLTEA          | 11,44 | 11,01 | 11,69 | 11,56 | 12,30 | 11,38 | 12,11 | 11,64 |
| CDA            | 9,27  | 10,17 | 10,44 | 10,43 | 11,37 | 11,99 | 12,20 | 10,97 | 10,85 | CDA            | 11,72 | 11,11 | 11,59 | 9,80  | 12,50 | 11,46 | 12,92 | 11,58 |
| CCB            | 12,07 | 12,18 | 13,28 | 12,42 | 13,65 | 13,80 | 14,73 | 12,16 | 13,04 | CCB            | 13,78 | 13,19 | 12,27 | 12,40 | 15,26 | 13,55 | 15,80 | 13,75 |
| TTC            | 10,02 | 10,69 | 11,56 | 10,43 | 11,11 | 11,47 | 11,03 | 10,23 | 10,82 | TTC            | 10,68 | 9,80  | 10,72 | 10,27 | 11,11 | 10,54 | 11,24 | 10,62 |
| TTEB           | 11,81 | 11,75 | 15,07 | 12,63 | 13,01 | 12,83 | 13,01 | 11,68 | 12,72 | TTEB           | 12,35 | 11,48 | 12,26 | 12,66 | 15,24 | 11,54 | 14,09 | 12,80 |

Observa-se que, no mês de fevereiro, o Modelo 1 teve vários pontos de alerta e dois pontos de alarme. A média do modelo no mês teve quatro pontos fechados em nível de alerta. O dia mais crítico para o Modelo 1, no mês de março, foi o dia 15, pois dentre os dez pontos, teve seis pontos de alerta e um ponto de alarme. A média do modelo no mês teve três pontos fechados em nível de alerta. A média geral no primeiro trimestre de 2016 apontou vários pontos de alerta com base nos valores pré-estabelecidos no plano de controle. Quando a camada está maior do que o especificado, não é considerado um problema de qualidade. No entanto, quando a camada é inferior ao valor estabelecido gera um alerta pois há um risco de qualidade visto que, a camada menor pode gerar uma falha na proteção contra a oxidação. A fim de encontrar o motivo pelo qual a qualidade final do processo está em desacordo do desejável, foi aplicado a ferramenta do ciclo PDCA. Na primeira etapa foi confeccionado um Diagrama de Ishikawa apoiado na ferramenta 6M, que distribui as possíveis causas em 6 grupos. Através do *Brainstorm*, foi levantado possíveis causas para o problema de falta de camada, gerando os dados verificados na Figura 5.

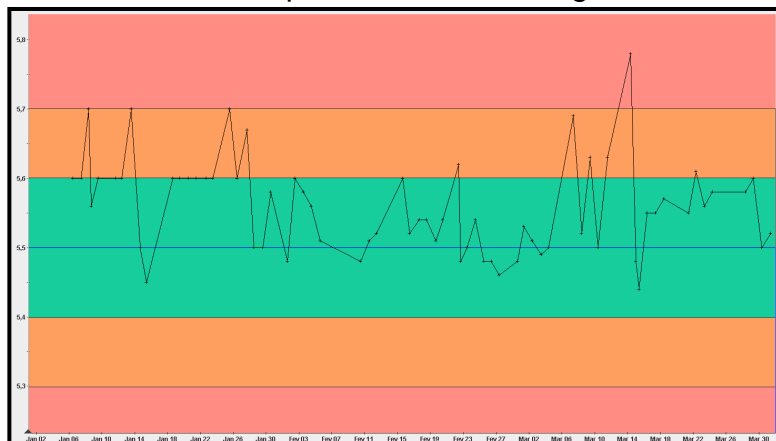


**Figura 5:** Diagrama de Ishikawa do problema de falta de camada.

Após a confecção desse foram extraídas 3 possíveis causas para serem analisadas, sendo elas: temperatura da água, tanque de anólito não conforme e desvio do pH. É usada água com temperatura em torno dos 28,7°C no processo de cataforese e é distribuída pela área de Utilidades da empresa. Após o colaborador analisar a

temperatura da água na saída de distribuição da Utilidades e verificar, também, na entrada do prédio da Pintura foi constatado que a temperatura está dentro da faixa aceitável para o bom funcionamento do processo sendo assim, foi descartada essa causa.

O tanque de anolito armazena anolito, solução gerada no compartimento do anodo, caso o anolito vaze para o tanque de imersão em cataforese pode haver desequilíbrio do processo e consequentemente gerar problemas na camada. Foi pedido a equipe de manutenção que verificasse o tanque a fim de encontrar algum ponto de vazamento, os mecânicos não encontraram nenhuma avaria então, essa causa foi descartada. Foi verificado no sistema Informatizado os valores coletados do pH nos meses em análise e pode-se observar o gráfico, conforme Figura 6.



**Figura 6:** Gráfico indicando os valores encontrados para o pH no primeiro trimestre do ano de 2016.

Conforme pode observar na Figuras 6, para o pH estar dentro dos parâmetros pré-estabelecidos ele precisa estar entre 5,4 e 5,6. No entanto, o mesmo acabou sendo cotado fora por alguns dias.

A norma interna estipula que uma vez com o pH alto, o colaborador deve aplicar o ácido acético (solução neutralizante) no processo para diminuir o pH, isso abaixa o mesmo porém não sanava o problema. Foi então verificado via sistema Informatizado o parâmetro bactéria no banho Cataforese preconizado no plano de controle. Apenas em uma semana o nível de bactéria foi considerado normal dentro do banho, as demais semanas obtiveram alertas e um alarme. Retirou-se uma amostra do banho de cataforese e colocou dentro de um kit próprio para esse tipo de análise. Após um tempo dentro do frasco foi possível visualizar a presença de bactéria como na Figura 7.



**Figura 7:** Bactéria encontrada em uma amostra do banho de cataforese.



Com base no exposto acima foi aplicada a ferramenta 5 Porquês para a causa desvio de pH, conforme Tabela 7.

**Tabela 7:** Aplicação da ferramenta 5 porquês.

| Por quê?                                       | Resposta                                       | Ação  |
|--|--|---|
| Por que há falta de camada?                    | Porque o pH está baixo.                        |   |
| Porque o pH está baixo?                        | Porque foi inserido ácido acético no processo. |   |
| Porque foi inserido ácido acético no processo? | Porque o pH estava alto.                       |   |
| Porque o pH estava alto?                       | Porque havia bactéria no banho.                | Aplicar bactericida no banho de cataforese para eliminar toda bactéria. |

Com a aplicação da ferramenta 5 Porquês foi possível encontrar a causa raiz para o problema de falta de camada no processo de cataforese, havia bactéria no banho. Baseado nos dados obtidos pela aplicação das ferramentas foi criado um plano de ação com base nas ferramentas 5W2H para sanar a causa raiz do problema, exposto na Tabela 8.

**Tabela 8:** Plano de ação com base na ferramenta 5W2H.

| Meta                                 | Eliminar a bactéria do processo de cataforese.   |
|--------------------------------------|--|
| <b>WHAT</b> - O que fazer?           | Solicitar ao setor de compras a compra de bactericida para injetar no processo de cataforese.  |
| <b>WHY</b> - Por que fazer?          | Para eliminar as bactérias que estão prejudicando o processo.  |
| <b>WHERE</b> - Onde fazer?           | Na fábrica.  |
| <b>WHO</b> - Quem fará?              | Responsável pela unidade de Pré-tratamento de superfície e Cataforese da fábrica.  |
| <b>WHEN</b> - Quando fará?           | No mês de março.   |
| <b>HOW</b> - Como fazer?             | 1- Entrar em contato com o setor de compras da empresa;<br>2- Apresentar o laudo do problema;<br>3- Apresentar um descritivo técnico do bactericida que deseja-se comprar, incluindo fornecedores. |
| <b>HOW MUCH</b> - Quanto irá custar? | Custo da compra do bactericida.  |

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia 16 de março foi aplicado o bactericida no processo e pode-se notar, nas Tabelas 13 a 16, referente ao mês de março, que após essa aplicação a camada apresentou ligeira melhora. No entanto, a evolução rumo ao preconizado pode ser observado realmente nos meses seguintes, abril e maio, conforme Tabelas 9 e 10.

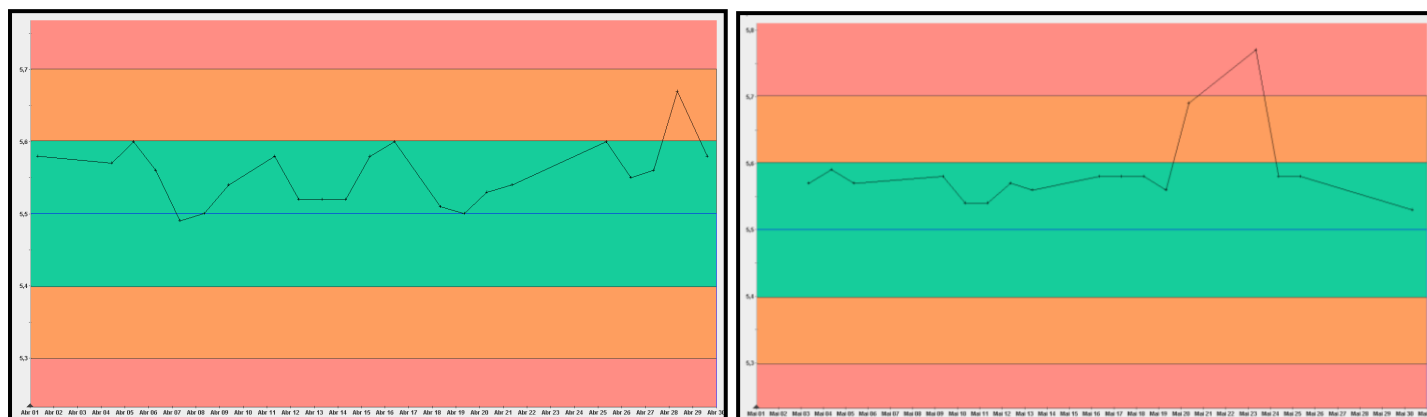
**Tabela 9:** Espessura, em  $\mu\text{m}$ , da camada do Modelo 1 em abril e maio de 2016.

| Local do Ponto | 04/04 | 08/04 | 13/04 | 15/04 | 19/04 | 26/04 | 29/04 | Média |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PDDA           | 12,79 | 11,58 | 12,29 | 14,46 | 14,88 | 13,76 | 14,19 | 13,42 |
| PTDB           | 12,28 | 14,17 | 12,46 | 14,85 | 14,66 | 14,80 | 12,80 | 13,72 |
| PLTDA          | 11,70 | 14,59 | 12,82 | 15,31 | 13,50 | 13,94 | 12,27 | 13,45 |
| PDEA           | 12,14 | 12,78 | 12,56 | 16,40 | 15,04 | 14,51 | 13,16 | 13,80 |
| PTEB           | 12,85 | 14,87 | 13,49 | 16,89 | 15,06 | 14,94 | 12,54 | 14,38 |
| PLTEA          | 11,79 | 12,55 | 13,90 | 15,90 | 14,65 | 13,63 | 12,12 | 13,51 |
| CDA            | 10,88 | 10,46 | 11,25 | 13,61 | 12,17 | 13,66 | 11,49 | 11,93 |
| CCB            | 12,55 | 16,58 | 13,48 | 17,09 | 15,84 | 14,88 | 12,78 | 14,74 |
| TTC            | 10,03 | 10,55 | 11,69 | 14,13 | 11,94 | 13,16 | 11,59 | 11,87 |
| TTEB           | 12,26 | 14,57 | 14,69 | 17,89 | 14,68 | 14,89 | 12,48 | 14,49 |

| Local do Ponto | 04/05 | 10/05 | 13/05 | 17/05 | 20/05 | 25/05 | 30/05 | Média |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PDDA           | 14,82 | 12,57 | 13,54 | 13,74 | 12,23 | 14,17 | 10,88 | 13,13 |
| PTDB           | 13,36 | 13,69 | 14,02 | 14,53 | 12,61 | 11,18 | 12,62 | 13,14 |
| PLTDA          | 13,11 | 13,69 | 11,57 | 13,31 | 11,51 | 10,97 | 11,45 | 12,23 |
| PDEA           | 14,73 | 13,61 | 13,58 | 14,02 | 13,26 | 11,49 | 12,43 | 13,30 |
| PTEB           | 13,06 | 13,58 | 13,60 | 14,02 | 11,59 | 11,81 | 12,34 | 12,86 |
| PLTEA          | 12,97 | 13,82 | 12,04 | 13,77 | 12,51 | 10,94 | 12,50 | 12,65 |
| CDA            | 12,44 | 10,93 | 10,80 | 12,12 | 11,05 | 10,69 | 10,06 | 11,15 |
| CCB            | 13,85 | 12,91 | 13,51 | 13,38 | 12,66 | 10,66 | 12,58 | 12,79 |
| TTC            | 11,08 | 12,83 | 11,57 | 12,22 | 11,04 | 10,00 | 10,85 | 11,37 |
| TTEB           | 13,25 | 14,24 | 12,94 | 14,28 | 12,30 | 12,39 | 13,09 | 13,21 |

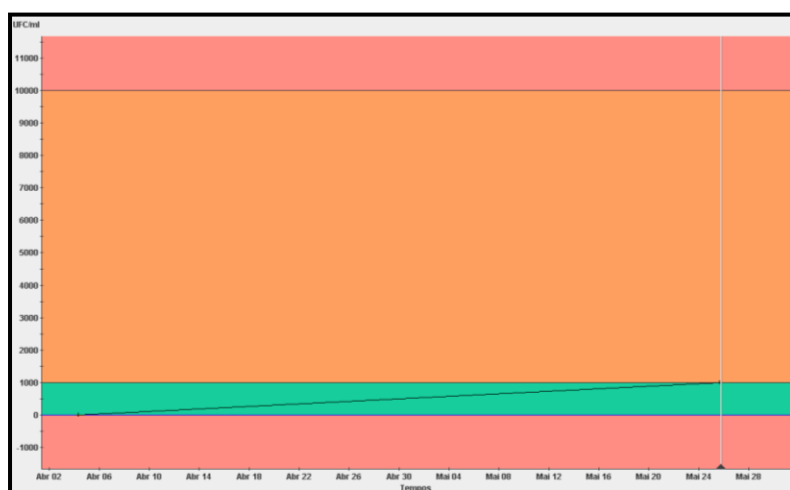
Pode-se notar que, no Modelo 1, apenas sete coletas obteve nível de alerta no mês de abril. Um ponto obteve a média geral finalizada em alerta. O Modelo 1, no mês de maio, obteve mais pontos em nível de alerta se comparado ao mês de abril. A média geral foi finalizada com um ponto em alerta, *capot* dianteiro alto. Foi verificado, novamente, no sistema informatizado os valores coletados do pH após a injeção do bactericida. Pode-se observar os resultados na Figura 8 (a) e (b).



**Figura 8:** Gráfico ilustrando os valores encontrados para o pH no mês de: (a) abril (b) maio de 2016.

Em abril visualiza-se que o pH ficou em conformidade com os valores pré-estabelecidos durante quase todo mês tendo apenas uma coleta de dados fechada em alerta. Já em maio, observa-se que o pH ficou em conformidade durante quase o mês inteiro, porém, foi possível visualizar que houve uma coleta de dados fechada em alerta e outra em alarme, sendo necessário correção do banho adicionando ácido. Após a correção a característica retornou ao nominal.

A análise realizada no banho de cataforese, com foco em medir o nível de bactéria, nos dois meses resultou no gráfico da Figura 9.



**Figura 9:** Quantidade de bactérias encontradas no banho de cataforese nos meses de abril e maio de 2016.

#### 4 CONCLUSÃO

Após a adição do bactericida no banho de cataforese, o nível de bactéria permaneceu dentro do referencial em todas as coletas de dados.

Os pontos que fecharam em nível de alerta nos meses de abril e maio não tiveram como causa raiz a bactéria e sim, outros fatores ainda não identificados. Porém com a ação de contenção aplicada, garante a conformidade do produto, ou seja, a camada de cataforese dentro dos limites de tolerância.

Portanto, entende-se que as ferramentas de controle são de suma importância para detectar quando há problemas dentro de qualquer processo. A não aplicação das ferramentas de qualidade apropriadas torna a tratativa lenta.

Ficou visível que o processo, uma vez estando com alguma não conformidade, impacta diretamente no produto final. A bactéria, alocada dentro do banho, não seria facilmente detectada se não tivesse um controle pré-estabelecido de medição, análise e frequência. Esse problema dentro do cataforese gerou vários alertas de qualidade sobre os efetivos da área, pois, estava impactando diretamente a camada que protege o carro da oxidação.

Foi possível constatar que as ferramentas de controle, análise e correção do problema se complementam a fim de manter o processo em condições para fabricação de produtos com a qualidade garantida.

## REFERÊNCIAS

- 1 MICAELLO, Sergio. **Evolução da Estratégia da FIAT Automóveis S.A. Face à Mudança do Ambiente Competitivo da Indústria Automobilística Brasileira: um estudo de caso**. PUC, Rio de Janeiro, abr. 2004. Disponível em: <[http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/4821/4821\\_3](http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/4821/4821_3)>. Acesso em: mar. 2016.
- 2 FIAT. **Pólo de Desenvolvimento**. Disponível em: <<http://www.fiat.com.br/institucional/processo-produtivo.html>>. Acesso em: mar. 2016.
- 3 QUINELLO, Robson. **O Processo de Institucionalização do Programa Seis Sigma em uma Empresa Multinacional do Setor Automotivo**. São Paulo, 2005. Disponível em: < [http://tede.fecap.br:8080/jspui/bitstream/tede/357/1/Robson\\_Quinello.pdf](http://tede.fecap.br:8080/jspui/bitstream/tede/357/1/Robson_Quinello.pdf)>. Acesso em: set. 2016.
- 4 TREVIZAN, João. **Melhoria Contínua da Qualidade do Processo de Pintura Automotiva**. Porto Alegre, 2013. Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/97351/000920104.pdf?sequence=1>>. Acesso em: set. 2016.
- 5 BEM, Patrícia. **Minimização do Efluente Gerado em Pré-Tratamento de Pintura Automotiva: Um caso industrial**. Curitiba, 2008. Disponível em: <[http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao\\_097\\_patricia\\_tetto\\_de\\_bem.pdf](http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_097_patricia_tetto_de_bem.pdf)>. Acesso em: set. 2016.
- 6 PIEROZAN, Leonardo. **Estabilização de Processos: Um estudo de caso no setor de pintura automotiva**. Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1894/000266001.pdf?sequence=1>> . Acesso em: set. 2016.
- 7 Exemplo de referência de artigo: Farina PFS, Farina AB, Goldenstein H. Tratamento criogênico e de alívio de tensões em um aço AISI D2. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*. 2012;9(2):140-147.
- 8 GENTIL, Vicente. **Corrosão**. Rio de Janeiro: LTC, 2003
- 9 SBARAI, Carlos. **Corrosão por falta de tratamento adequado**. *Revista Corrosão e Proteção*, Ano 11, nº 53, set. 2014. Disponível em: <<http://www.abraco.org.br/src/uploads/2015/10/Revista-corrosao-e-protecao-53.pdf>>. Acesso em: jul. 2016
- 10 THEODORO, Giovanna. **Tecnologia de Eletrodeposição Catiônica (KTL) e a Ação do Intemperismo Acelerado**. Santo André, 2014. Acesso em: mar. 2016.