

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**MARCELO FELIPE MOREIRA**

**ANÁLISE DE INSTALAÇÃO DE UMA CABINE DE PINTURA COM SISTEMAS DE  
EXAUSTÃO PARA EMPRESAS DE FUNILARIA COM DEMANDA REDUZIDA**

**Varginha**  
**2018**

**MARCELO FELIPE MOREIRA**

**ANÁLISE DE INSTALAÇÃO DE UMA CABINE DE PINTURA COM SISTEMAS DE  
EXAUSTÃO PARA EMPRESAS DE FUNILARIA COM DEMANDA REDUZIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas com pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. MSc João Mário Mendes Freitas.

**Varginha  
2018**

**MARCELO FELIPE MOREIRA**

**ANÁLISE DE INSTALAÇÃO DE UMA CABINE DE PINTURA COM SISTEMAS DE  
EXAUSTÃO PRA EMPRESAS DE FUNILARIA COM DEMANDA REDUZIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas com pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca: sob orientação do Prof. MSc João Mário Mendes Freitas.

Aprovado em /

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

OBS.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela sabedoria e força dadas durante todo o período do curso, minha namorada Natália e minha família, pelo apoio moral, paciência e incentivo nesta etapa de minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado sabedoria, força, fé, aos meus colegas, professores, a minha família que sempre me deu força para manter-me firme em meus estudos, minha namorada e ao professor João Mário Mendes Freitas pela contribuição na construção deste trabalho.

## RESUMO

A pintura dos automóveis é um requisito importante para a maioria dos compradores, mormente ante a variedade de cores que estão no mercado automotivo. Este trabalho analisa o projeto de instalação de uma cabine de pintura com sistemas de exaustão para uma empresa de funilaria com demanda reduzida. Tal abordagem se faz necessária em razão da habitual contaminação da superfície na qual a tinta está sendo aplicada por impurezas do ambiente, o que pode ser amenizado com a instalação da cabine. O objetivo deste estudo é avaliar quais as vantagens da cabine em uma oficina, sob o ponto de vista da otimização do serviço, bem como em relação ao custo/benefício. Este propósito será conseguido mediante o comparativo das pinturas realizadas fora e dentro da cabine em escala reduzida, notadamente via avaliação visual da qualidade superficial do acabamento e da viabilidade econômica de instalação do protótipo na empresa de funilaria e pintura RAINBOW, situada em Paraguaçu-MG. Após executados os processos dos corpos de prova, pode-se concluir, de acordo com a comparação das chapas, que o resultado prático da pintura foi satisfatório. Muito embora o investimento seja alto, a instalação da cabine é capaz de trazer ótimos resultados, aumento de produtividade e reduções de custos a longo prazo.

**Palavras-chave:** Cabine. Pintura. Impurezas.

## **ABSTRACT**

*Automobile painting is an important requirement to most buyers, mainly due to the variety of colors found in the automotive market. This paper analyzes the project of a paint booth installation with exhaust systems for a small demand hopper company. Such approach is necessary because of the usual contamination of the surface where the paint is being applied by impurities of the environment, which can be mitigated with the installation of the cabin. The purpose of this study is to evaluate the advantages of the booth in a workshop, from the point of view of the optimization of the service, as well as in relation to cost / benefit. This purpose will be achieved by comparing the paintings made outside and inside the cabin in a reduced scale, notably through visual evaluation of the surface finish quality and economic feasibility of the installation of the prototype at the RAINBOW, shop and paint company located in Paraguaçu-MG. After the tests, it can be concluded that, according to the comparison, the practical result was satisfactory. Although the high investment, the installation of the cabin is able to bring great results, increase of the productivity and long-term cost reductions.*

**Keywords:** *Cabin. Painting. Impurities.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Cem anos da primeira linha de montagem da Ford .....	10
Figura 02 - Pequena colisão.....	13
Figura 03 - Alinhamento e aplicação da massa para correção da superfície.....	14
Figura 04 - Aplicação do primer em toda a superfície .....	15
Figura 05 - Aplicação do verniz .....	16
Figura 06 - Processo de polimento .....	17
Figura 07 - Cabine de pintura.....	19
Figura 08 - Wash primer aplicado no corpo de prova .....	24
Figura 09 - Primer aplicado no corpo de prova .....	25
Figura 10 - Pintura realizada sem o uso do protótipo.....	26
Figura 11 - Contaminação no corpo de prova 1 .....	26
Figura 12 - Dimensões da cabine orçada.....	27
Figura 13 - Orçamento da DMC BRASIL .....	28
Figura 14 – Protótipo em escala 10:1 .....	29
Figura 15 - Teste realizado com o auxílio do protótipo .....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 AUTOMÓVEL, UMA PAIXÃO .....</b>	<b>10</b>
2.1 Estabilização de processo.....	11
2.2 Excelência na qualidade.....	11
2.3 Pintura impacto no cliente.....	11
<b>3 FUNILARIA AUTOMOTIVA .....</b>	<b>13</b>
3.2 Primer e preparação da superfície.....	13
3.3 Aplicação da tinta base e verniz .....	15
3.4 Inspeção e polimento .....	16
<b>4 CABINE DE PINTURA .....</b>	<b>18</b>
4.1 Objetivos da cabine de pintura .....	19
4.2 Funcionamento da cabine de pintura automotiva.....	20
4.3 Dimensões básicas construção da cabine.....	20
4.3.1 Teto da cabine.....	21
4.3.2 Piso da cabine .....	21
4.3.3 Portas .....	21
4.3.4 Exaustão .....	21
4.3.5 Painel de controle .....	22
4.4 Ferramenta e equipamentos de proteção .....	22
4.4.1 A utilização da pistola de pintura automotiva de alta pressão.....	22
4.4.2 Equipamentos de proteção.....	22
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
5.1 Pintura realizada sem o uso da cabine.....	24
5.2 Fatores que levaram à instalação da cabine.....	26
5.3 Pintura realizada com o auxílio de um protótipo .....	28
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho analisa o projeto de instalação de uma cabine de pintura com sistemas de exaustão para empresas de funilaria com demanda reduzida, pois a pintura automotiva atrai resíduos do ambiente que se solidificam junto a camada de tinta. Pretende-se demonstrar a possibilidade de controle da incidência de resíduos na pintura com a utilização da cabine, de forma que o tempo de secagem da tinta seja constante. O projeto visa confirmar, ainda, os benefícios que a instalação da câmara de pintura em uma oficina de funilaria pode trazer a longo prazo, notadamente no que se refere ao investimento financeiro, com a melhoria da qualidade do serviço de pintura prestado. Isso porque, quanto menos resíduos contaminarem a superfície que recebe a camada de tinta, menor será a necessidade de realização do polimento. Tal abordagem é devida ao fato que a pintura realizada sem o uso da cabine de pintura necessita de um lixamento rigoroso, a fim de que seja possível retirar o máximo de impurezas possíveis. Com isso, gera-se uma mão de obra desnecessária, além de restarem aumentados os gastos com materiais.

É importante salientar também a contribuição do trabalho para os interessados em restaurações de carros antigos.

O propósito deste estudo é amenizar a incidência de contaminantes na superfície da tinta sem que seja necessário uma mão de obra exagerada para remoção dessas impurezas.

Este propósito será conseguido através do comparativo dos testes realizado com o auxílio do protótipo da cabine de pintura, fazendo uma comparação visual dos testes com e sem o uso da cabine, levantar custos para instalação da cabine e analisar viabilidade.

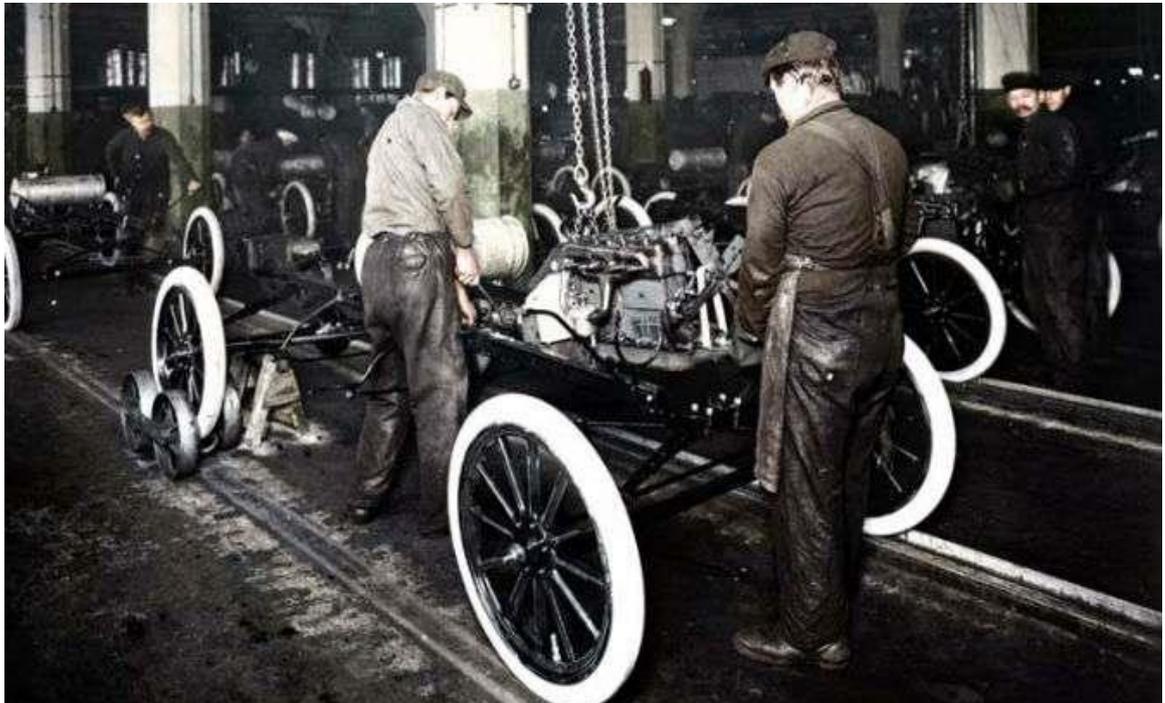
## 2 AUTOMÓVEL, UMA PAIXÃO

Passados mais de um século do primeiro automóvel movido a gasolina ser criado nos Estados Unidos, pode-se dizer que muitas coisas mudaram (PIEROZAN, 2001).

Naquele tempo, o automóvel tornara-se um símbolo de romantismo, da individualidade e do poder. As pessoas lembravam do seu primeiro automóvel como uma marca do passado. As famílias posavam ao lado de seus veículos de seus automóveis para serem fotografadas, os jovens consideravam o carro uma passagem para o mundo adulto, permitindo que realizassem vários de seus desejos e sonhos. Hoje, cem anos depois verificamos que com a evolução da tecnologia e a mudança de hábitos proporcionada pela sociedade moderna, o automóvel passou a representar algo mais que um sonho de consumo, para ocupar na vida das pessoas o espaço de bem útil e necessário. Não obstante os modelos mais sofisticados ainda proporcionarem marcas de status a seus proprietários, sabe-se que hoje as pessoas adquirem seu carro antes mesmo de terem um lugar para morar, seja por necessidades de trabalho ou para o conforto pessoal e da família. Por tudo isso, permite-se afirmar que nenhuma invenção isolada afetou tão drasticamente a vida das pessoas no século XX, quanto o automóvel. (PIEROZAN,2001, p.12).

Na figura 01, é representado a primeira linha de produção desenvolvida na Ford, datando cem anos de acordo com a fonte estadão de 2013.

Figura 01 - Cem anos da primeira linha de montagem da Ford



Fonte: ESTADÃO, 2013.

## **2.1 Estabilização de processo**

Um grande número de empresas já conscientizaram que peças com baixa qualidade diminui sua competitividade. A implantação de um programa para melhoria da qualidade pode eliminar desperdícios, reduzir o percentual de peças defeituosas, diminuindo a necessidade de inspeção e aumentando a confiabilidade do cliente, implicando no aumento da produtividade e competitividade. Mesmo produtos que não defeituosos apresentam variações quanto a sua uniformidade. A redução da variabilidade do processo permite a produção de itens com qualidade próxima ou igual a desejada. A estabilização do processo é a busca constante de empresas que querem se manter competitivas no mercado, entre as formas de buscar a estabilização do processo estão as ferramentas de qualidades que atuam como fortes e importantes aliadas (PIEROZAN, 2001).

## **2.2 Excelência na qualidade**

Qualidade recebeu várias interpretações ao longo dos anos, o que parece ser mais apropriado para o que o cliente e o mercado consideram de importantes, as necessidades do cliente deve ser atendidas, visto que hoje a qualidade é considerada uma das vantagens competitivas, é o mínimo que se espera de um fabricante (PIEROZAN, 2001).

O consumidor está cada vez mais exigente, e o marketing agora é de relacionamento. Cada vez mais busca-se ouvir a voz do cliente e agir na intenção de satisfazer suas reais necessidades. Ter qualidade é antes de tudo estar apto a corresponder às expectativas dos clientes, saber distinguir claramente o que ele considera importante e a partir daí, direcionar todas as ações na tentativa de concretizar seus desejos (PIEROZAN, 2001, p.13).

## **2.3 Pintura impacto no cliente**

A história da pintura automotiva iniciou pouco após a virada do século XIX. Vale ressaltar que, a cobertura de metais, madeiras e pedras, datam antes disso, porém, apenas em 1910, 6 anos após Henry Ford fundar a *Ford Motor Company* (COFFEY E LAYDEN apud PIEROZAN, 2001).

A pintura dos automóveis é um requisito de qualidade mais visível ao consumidores, sendo considerada de grande importâncias pela maioria dos compradores, considerando a variedade de cores que estão no mercado automotivo. Como todos os outros consumidores,

nós compramos antes com os olhos, sendo a qualidade de acabamento da pintura junto a cor que nos agrada (MACHADO, 2013).

Ao longo dos anos, a pintura automotiva teve uma grande evolução, com o tempo foram ficando com mais brilho, maior variedade de cores, maior durabilidade e maior resistência. Estas condições permitiram as montadoras oferecer garantias de mais de dez anos para a pintura (PIEROZAN, 2001).

### 3 FUNILARIA AUTOMOTIVA

Funilaria consiste em técnicas para consertar peças de lataria, em veículos que necessitam de reparos, peças que possam ser recuperadas, são substituídas por outra peça nova. Quando a peça a ser concertada, são utilizados matérias e ferramentas para auxiliar e garantir que a lataria volte ao seu visual original. Após o alinhamento da peça trabalhada, o acabamento é feito com massa plástica, para retirar os sinais do alinhamento e deixar a peça com aparência de novo, depois da massa, os procedimentos são de preparo para pintura e então a pintura. Utilizando as técnicas corretas, as peças danificadas podem ser consertadas com o serviço de funilaria automotiva. Isso, claro, desde que passe pelas mãos de um profissional de alta qualidade. Mas também existem situações onde não é recomendado recuperar uma peça, e sim trocá-la (PONTEIRAS RODRIGUES, 2018).

A figura 02 representa uma pequena colisão em que será necessário ser realizar funilaria e pintura da peça danificada.

Figura 02 - Pequena colisão



Fonte: O Autor.

#### 3.2 Primer e preparação da superfície

A primeira etapa realizada assim que o carro chega na oficina, é a retirada da tinta que possui algum problema como trincamento, conseqüente do acidente. Nessa etapa o carro

passa por um processo de funilaria onde o veículo será alinhado conforme suas características originais, como mostra à figura 03, após esse processo, a mesma passa por processo de lavagem para eliminar os óleos e gorduras existentes na superfície da chapa (MACHADO, 2013).

Figura 03 - Alinhamento e aplicação da massa para correção da superfície



Fonte: O Autor.

O primer é fundo fosfatizante essencial para conservação e aparência final do produto trabalhado, é utilizada para proteção contra corrosão, alinhamento da superfície, resistência contra lascamentos e um ótimo promotor para aceitação da camada final da tinta. O primer remove todas discrepâncias encontradas da superfície a pintar, executando uma limpeza extremamente criteriosa para que durante a aplicação da tinta essas discrepâncias não sejam reveladas (PIEROZAN, 2001).

O primer pode ser de qualquer cor, isso não afeta no processo final de pintura, porém se a tinta primer for de uma cor próxima a tinta final, trará vantagens como melhor cobertura, redução de tinta à ser utilizada, caso surja lascamentos os defeitos serão menos visíveis (PIEROZAN, 2001).

A aplicação do primer é realizada em toda a superfície que contém alguma irregularidade ou lascamento como mostra a figura 04.

Figura 04 - Aplicação do primer em toda a superfície



Fonte: O Autor.

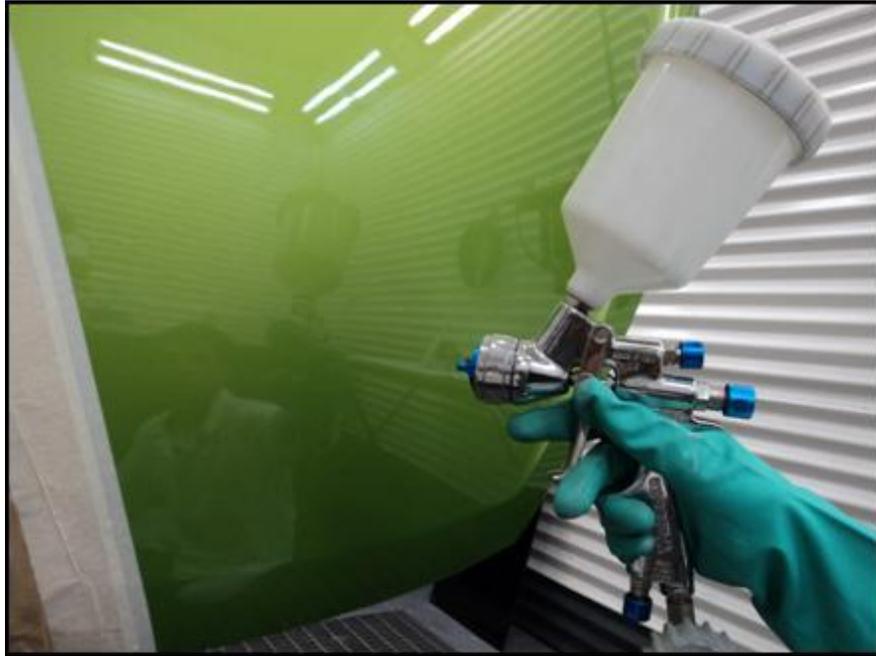
### 3.3 Aplicação da tinta base e verniz

A pintura, é constituída de uma tinta base que dá uma coloração, e a camada de verniz que é responsável para conferir o brilho e dar proteção a superfície, sendo também que ocorre a aplicação da tinta sólida, no qual, não necessita da aplicação do verniz. A cor e o brilho são características primárias para aparência geral dos veículos (MACHADO, 2013).

O processo de aplicação da tinta automotiva pode ser por processo manual ou automático. Nas plantas de pinturas mais modernas, é realizado o processo em ambas maneiras chamada de mista, nesse processo a pintura externa é realizada de forma automática e seu interior de forma manual, sendo dividido em duas etapas para tintas metálicas e apenas uma etapa para pinturas sólidas (PIEROZAN, 2001).

A figura 05 ilustra a aplicação do verniz, dando brilho intenso na superfície.

Figura 05 - Aplicação do verniz



Fonte: MAX RUBBER, 2018.

### 3.4 Inspeção e polimento

Nesta etapa, toda peça pintada passa por um processo de inspeção, avaliando as discrepâncias encontradas na pintura. Dependendo da discrepância, a peça pode ser simplesmente polida ou enviada para repintura (PIEROZAN, 2001).

O processo de remoção de impurezas para manter a uniformidade da pintura, removendo os resíduos que se solidificaram, é realizado com o auxílio de uma lixa d'água abrasiva. Dessa forma, inicia-se o processo de lixamento de forma manual em toda superfície externa em que foi realizado a pintura, e concentra-se onde houver maior concentração de impurezas, retirando o máximo possível sem prejudicar a repintura. Normalmente, é seguro remover até 25% da camada de verniz em toda vida do carro (JET SISTEM CAR, 2018).

Após o lixamento, é realizado o polimento, como mostra a figura 06, feito com o auxílio de uma polítriz junto a uma boina dupla face para melhor rendimento. Aplica-se uma massa para polir e realiza-se movimentos rotativos na superfície em que foi aplicada a massa, de forma a realçar o brilho da pintura. Em seguida, é retirado o excesso com o auxílio de algodão para que a pintura não sofra riscos. Esse processo é repetido até que se tenha um brilho uniforme e possa dar sequência no acabamento final da pintura (JET SISTEM CAR, 2018).

Figura 06 - Processo de polimento



Fonte: JET SISTEM CAR, 2018.

#### 4 CABINE DE PINTURA

A pulverização de tintas traz uma série de problemas até então desconhecidos.

Além da insalubridade dos produtos componentes (solventes, pigmentos, etc.) das tintas, A pulverização origina pequenas partículas de tinta que permanecem em suspensão, sendo que boa parte não atinge o objeto da pintura, tingindo algo que esteja próximo, poluindo quimicamente e visualmente. Após a perda de impulso provocada pela pulverização, as partículas permanecem em suspensão, podendo atingir o pintor, podendo contaminar a pele e os olhos, ao atingir o olfato e paladar, destes podendo seguir para os sistemas digestivos e respiratórios (TECH-AIR, 2018).

As Cabine de Pintura Automotiva são projetadas para trazer mais qualidade na pintura e maior eficiência na reparação automotiva, minimizando o retrabalho de polimento e retoques da peça. Com o aumento da frota de carros no Brasil, e junto a ele o índice de acidentes, cada vez mais os reparadores e funileiros estão sendo acionados para consertos que envolvem desde pequenos reparos até grandes recuperações. Essa demanda tem exigido cada vez mais eficiência e produtividade na reparação automotiva, sem retrabalhos (DMCBrasil, 2018).

As cabines tornam-se um ambiente livre de poeira ou contaminação, sendo adequado para aplicação de tintas à base d'água ou solvente. Algumas características que as diferenciam são:

- a) Iluminação adequada para maior visualização dos detalhes;
- b) Alto poder de ventilação e trocas de ar;
- c) Aquece e seca seu veículo rapidamente;
- d) Economiza retrabalho e acabamento final (DMCBrasil, 2018).

A figura 07 representa o tipo de cabine que será analisada para eventual instalação na funilaria.

Figura 07 - Cabine de pintura



Fonte: DMC BRASIL, 2018.

#### 4.1 Objetivos da cabine de pintura

O objetivo da cabine de pintura é remover contaminantes para o meio ambiente, criar um fluxo de ar ideal para que o over spray da tinta seja conduzido para retenção ou lavagem antes de serem dispersos na atmosfera (ACCI, 2018).

A cabine de pintura aumenta a qualidade do produto acabado, proporcionando um ambiente seguro para os pintores, permitindo ao pintor trabalhar dentro das normas que regulamentam. O tipo de cabine de pintura é próprio para cada tipo de pintura, sendo ela líquida ou a pó. Cada qual com seu projeto específico ao processo de pintura (ACCI, 2018).

A cabine de pintura líquida pode ser com sistema de filtragem a seco ou via úmida, o fluxo de ar poder ser *crossdraft* (horizontal) ou *down-draft* (vertical). A cabine de pintura pode ainda ser aberta ou fechada, com insuflamento de ar filtrado ou até climatizado com controle de umidade e temperatura. A cabine a pó também tem suas características próprias de pintura, fluxo de ar, filtragem do ar contaminado com tinta, sistema de recuperação da tinta etc (ACCI, 2018, f.1).

Para determinar o tipo de cabine a ser utilizado é preciso determinar qual o processo a ser utilizado, líquida ou pó e que o fabricante da tinta recomenda para melhor resultado da peça pintada (ACCI, 2018).

A cabine de pintura é constituída de um sistema de filtragem do over spray da tinta, próprio para cada tipo de cabine de pintura que será trabalhada (ACCI, 2018).

#### 4.2 Funcionamento da cabine de pintura automotiva

A cabine de pintura automotiva cujo objetivo principal a pintura de veículos montados, proporciona um ambiente interno adequado para repintura reduzindo a emissão de partículas de tinta para fora do prédio. O excesso de tinta (*over spray*) é arrastado verticalmente para o piso onde está localizado o filtro. A cabine é mantida com pressão positiva para impedir a entrada de poeiras. O fluxo de ar é vertical descendente (*Down-Draft*) é feito através de um sistema de insuflamento e outro de exaustão (ACCI, 2018).

#### 4.3 Dimensões básicas construção da cabine

O quadro 01 representa a dimensão que atende à demanda da funilaria estudada, para levantamento de custos.

Quadro 01 - Dimensão da cabine

<b>Dimensão da cabine analisada</b>	<b>Unidade (mm)</b>
Comprimento	7.000
Largura	4.000
Altura	3.000

Fonte: O Autor.

A cabine de pintura automotiva é construída em painéis de dupla chapa de aço carbono pintada em epóxi com enchimento central em PUR (espumas rígidas de poliuretano), proporcionando um ambiente próprio para pintura. Os painéis são montados com encaixe, com junções vedadas com silicone. A cabine de pintura automotiva é estruturada com perfis de chapara dobrada e metalon, a base construída em chapa dobrada formando o plenum de exaustão (ACCI, 2018).

O ar a ser insuflado é captado do ambiente interno por ventilador centrífugo insuflado sobre o teto falso da cabine onde estão montado os filtros de teto e posterior exaustão na parte inferior abaixo do piso gradeado onde estão montados os filtros para filtragem da tinta e posterior saída do ar limpo para a chaminé de exaustão (ACCI, 2018, f.1).

O ventilador e exaustor estão montados em um gabinete posicionado ao lado da cabine de pintura sobre o piso do galpão (ACCI, 2018).

#### 4.3.1 Teto da cabine

Na parte interior, o teto é composto por uma manta filtrante, cuja função é fazer uma segunda filtragem e equalizar o ar insuflado (ACCI, 2018).

#### 4.3.2 Piso da cabine

Parte do piso da cabine será feito com grades removíveis e na parte central para fechamento do transportador com chapa, as grades são removíveis para manutenção dos filtros posicionados abaixo do piso gradeado (ACCI, 2018).

#### 4.3.3 Portas

A entrada e saída de veículo da cabine de pintura automotiva é feito por uma porta basculante de duas folhas construção semelhante as paredes da cabine. Nas porta são instalados vidros temperados. Na lateral da cabine é feito uma porta basculante no mesmo padrão da cabine, servindo de acesso aos pintores (ACCI, 2018).

O insuflamento é feito por um ventilador centrífugo, diretamente acoplado ao motor elétrico. O sistema é equipado com uma caixa metálica com filtros tipo manta poliéster classe F1 fazendo assim a primeira filtragem do ar antes de insuflar na segunda filtragem manta com densidade progressiva montado no teto da cabine de pintura (ACCI, 2018).

#### 4.3.4 Exaustão

A exaustão do ar é feito por um ventilador centrífugo acoplado ao motor elétrico.

A função da exaustão é retirar o ar já filtrado localizado junto ao piso gradeado, jogando esse ar para fora do galpão.

A filtragem da tinta é feita por cartão plissado como primeira filtragem e manta de poliéster na segunda filtragem, montados abaixo do piso gradeado no pit abaixo do piso da galpão.

O ventilador deve ser interligado a chaminé de exaustão, para que os vapores de solvente fiquem no interior do galpão (ACCI, 2018).

#### 4.3.5 Painel de controle

O painel de controle é fixado na parte externa da cabine de pintura, com tensão de operação 220 V ou trifásico, completo com chaves contadoras, botões liga e desliga e sinalizadores e CLP indicando o funcionamento da cabine (ACCI, 2018).

### **4.4 Ferramenta e equipamentos de proteção**

Os Equipamentos de Proteção visam a manutenção da saúde física e proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou doenças profissionais, com isso, proporciona redução de custos ao empregador. Já as ferramentas, quando conservadas de maneira adequada, mantém uma qualidade padrão e um bom rendimento (GUIA TRABALHISTA, 2018).

#### 4.4.1 A utilização da pistola de pintura automotiva de alta pressão

As pistolas de pintura automotiva, via de regra, são classificadas em baixa, média e alta pressão. Trabalhar com pressões variáveis não é o fator determinante para se estabelecer a qualidade da pintura a ser realizada, mas o tipo do material com a qual é fabricada a pistola de pintura influência muito na sua precisão (ARPREX, 2018).

Outros fatores a serem observados são o tipo de bico e agulha que compõem pistola. O bico espalhador tem medidas bastante variadas, que vão de 1,4 mm até 1,8 mm, escolhidas de acordo com a espessura da tinta utilizada. A agulha, por sua vez, deve ser compatível com o bico utilizado, para que tenha uma boa vedação e não goteje, ainda que o gatilho não esteja apertado (V8 BRASIL, 2018).

#### 4.1.2 Equipamentos de proteção

Todos as atividades de profissionais que envolvam a realização de pinturas, seja em indústrias ou automotivas, expõe os profissionais responsáveis por essa função a riscos diretos, por essa razão que se faz necessário o uso de alguns EPI's (Equipamento de Proteção Individual) para a realização das atividades de pintura. É considerado EPI todo dispositivo individual utilizado pelo empregado, destinado a proteção riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Dentre os EPI's destacam-se:

- a) Óculos de proteção;
- b) Máscara buco-nasal;
- c) Macacão;
- d) Luvas;
- e) Calçado (GUIA TRABALHISTA, 2018).

## 5 METODOLOGIA

A pintura realizada num ambiente onde não se pode obter um controle rígido de fluxo de ar e umidade enseja um elevado índice de incidência de contaminantes na superfície onde houve a aplicação da tinta automotiva, desde impurezas que são levadas pelo corrente de ar até mesmo as que contém no ambiente.

É possível perceber visualmente esses contaminantes, que acabam se solidificando junto a superfície da tinta, eles só serão parcialmente ou totalmente removidos após o processo de polimento.

### 5.1 Pintura realizada sem o uso da cabine

Primeiramente para ser feito uma pintura num corpo de prova, foi realizado todos os processos feito no carro à ser restaurado, após definido a peça à ser trabalhada é realizada a aplicação do wash primer que é basicamente o tratamento na chapa para poder receber o primer, como mostra a figura 08.

Figura 08 - Wash primer aplicado no corpo de prova



Fonte: O Autor.

Em seguida foi realizado a aplicação do primer para realizar o acabamento da superfície que será aplicado a tinta base e remoção de qualquer irregularidade na superfície que será trabalhada, como mostra a figura 09.

Figura 09 - Primer aplicado no corpo de prova



Fonte: O Autor.

Para iniciar o processo de pintura foi realizado um processo de higienização do ambiente para amenizar a incidência de contaminantes na tinta, dentre essa higienização consta com a lavação do local e um controle do fluxo de ar caso haja alguma parte do galpão em aberto.

Após o ambiente estar limpo e ainda com chão umido, é realizado a pintura to corpo de prova utilizando uma tinta base sendo necessário o uso do verniz, como mostra a figura 10.

Figura 10 - Pintura realizada sem o uso do protótipo

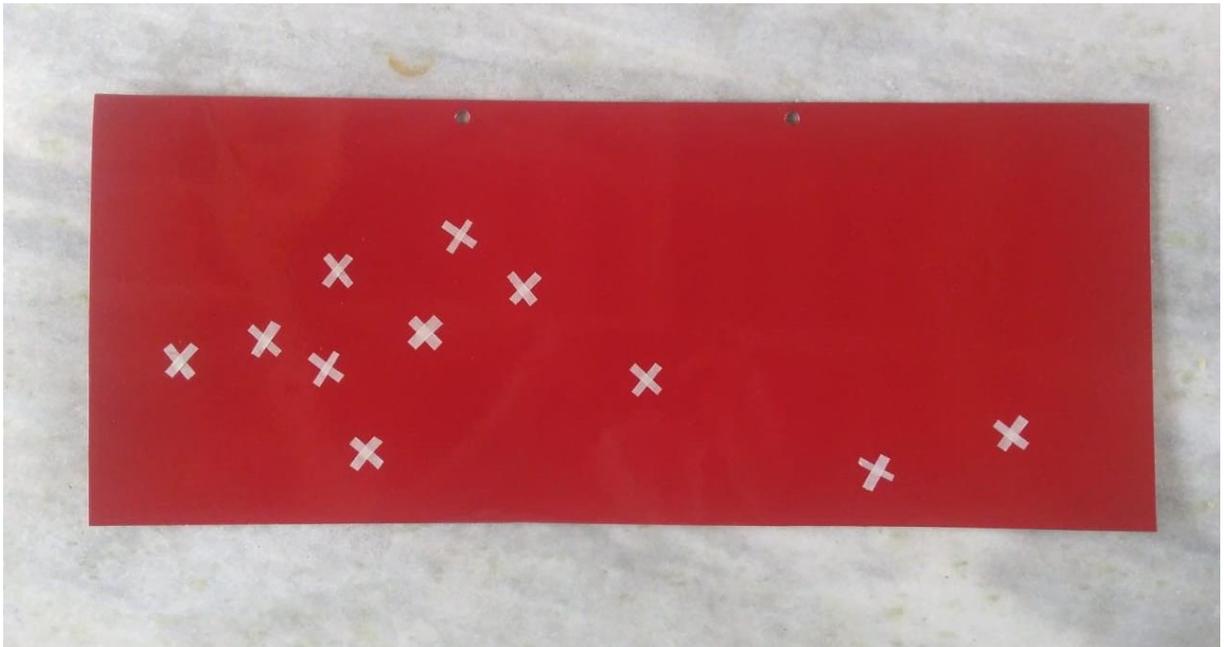


Fonte: O Autor.

## 5.2 Fatores que levaram à análise da cabine

O principal fator que levou ao estudo da análise da cabine de pintura foi à incidência de contaminantes que se solidificam junto a camada de tinta, aumentando os gastos e desperdício de tempo para remoção dos mesmos. A figura 11 mostra a quantidade de impurezas que se solidificaram no corpo de prova realizado sem o uso da cabine de pintura.

Figura 11 - Contaminação no corpo de prova 1



Fonte: O Autor.

Para reduzir as impurezas na superfície foi feito um orçamento de uma cabine com sistema de exustão e totalmente instalada pela empresa DMC, com as dimensões exigida pela empresa, como mostra a figura 12.

Figura 12 - Dimensões da cabine orçada

- **CABINE DE PINTURA DMC BRASIL SPRAY BOOTHS, MODELO VENTO GDA COM INVERSOR DE FREQUENCIA.**



Cabine de pintura pressurizada com fluxo de ar Down Draft (DDA) por pressão positiva, onde o ar é insuflado pelo teto e retirado pelo piso ou através de basamento metálico.

Com a adição do sistema de aquecimento por grupos trocadores de calor e queimadores, temos o ambiente ideal para pintura e secagem de veículos e peças.

<b>Dimensões</b>	<b>Interna</b>	<b>Externa</b>
Comprimento:	6.720 mm	7.000 mm
Largura:	3.900 mm	4.000 mm
Altura:	2.560 mm	3.000 mm
Espaço do Grupo de Ventilação:	1.200 x 1.500 mm (laterais ou traseiro)	
Abertura de Portas:	03 Portas Pivotantes com Abertura de 2.952 x 2.500 mm	
Visores de Portas:	03 Vidros Temperados Transparentes 1.970 x 660 mm	
Funcionamento:	Pressão Positiva	
Necessidade de Obra Civil (Fosso):	SIM, ou Basamento Metálico (opcional)	
Posição do Grupo:	Laterais ou Traseiro	
Vazão de Ar:	Ideal para tintas a base de solvente	
Sistema de Aquecimento:	100.000 kcal com INVERSOR DE FREQUENCIA	
Iluminação:	08 Luminárias de Teto com 4 lâmpadas de 40W cada	
Estrutura:	Chapa Dupla com Isolamento Térmico e Acústico	

Fonte: DMC BRASIL, 2018.

A figura 13, traz os valores da cabine de pintura de acordo com a necessidade da empresa, junto à despesa de instalação.

Figura 13 - Orçamento da DMC BRASIL

**1. CONDIÇÕES COMERCIAIS:**

Qtde	Equipamento	Valor
01	<p>Cabine de Pintura DMC Brasil Spray Booths</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo VENTO GDA Com Inversor de Frequencia</li> <li>• Dimensões Úteis 6.720 x 3.900 x 2.560 mm</li> <li>• Frontal com 3 portas e vidros grandes</li> <li>• 04 Quadros de teto com plenum e filtros</li> <li>• 02 Quadros de teto falsos</li> <li>• 08 Luminárias com 4 lâmpadas de 40W cada</li> <li>• 01 Kit grades com suporte de filtros</li> <li>• 01 Insuflador SC 18/18 – 18.000 m<sup>3</sup>/h</li> <li>• Sistema de Aquecimento com queimador a Diesel</li> <li>• 01 Pannel elétrico ABNT</li> <li>• 01 Inversor de Frequência</li> </ul>	R\$ 49.335,00
	<b>VALOR TOTAL</b>	<b>R\$ 49.335,00</b>

**2. MONTAGEM:**

Taxa de Serviço que deve ser paga diretamente ao técnico responsável pela execução da Montagem, Start e Treinamento: R\$ 2.000,00 (*Dois Mil Reais*).

Fonte: DMC BRASIL, 2018.

**5.3 Pintura realizada com o auxílio de um protótipo**

Foi desenvolvido um protótipo em escala reduzida para auxiliar os testes analisando os benefícios e reduções de impurezas no corpo de prova, como mostra a figura 14. Com isso foi possível realizar o teste em ambiente confinado.

Figure 14 - Protótipo em escala 10:1



Fonte: O Autor.

A figura 15 mostra o teste realizado com as mesmas condições de pressão, pistola de pintura e material utilizado nos dois processos.

Figura 15 - Teste realizado com o auxílio do protótipo



Fonte: O Autor.

Podemos ver que a quantidade de impurezas que foram solidificadas junto a superfície da tinta teve uma queda significativa e de grande importância para avaliação da viabilidade de instalação, retorno financeiro e qualidade superficial.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os testes realizados com e sem o auxílio da cabine de pintura, os resultados foram satisfatório, pois obteve uma queda enorme da incidência de impurezas, e redução de mão de obra no processo de polimento, junto a economia de material.

Para analisar o ponto de vista econômico se será viável ou não à instalação da cabine de pintura, foi realizado uma análise do custo de instalação da cabine, como mostra o quadro 02.

Quadro 02 – Custo investimento

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Cabine de pintura pressurizada com fluxo de ar Down Draft	49.335,00
Taxa de serviço de Montagem	2.000,00
<b>Custo Total</b>	<b>51.335,00</b>

Fonte: O Autor.

Foi levantado também uma média de valores gastos com o retrabalho nos processos de remoção das impureza junto ao gasto com materiais para polimento, para determinar o tempo de investimento de instalação da cabine, conforme mostra o quadro 03.

Quadro 03 – Valores com retrabalho

Retrabalho mensal	Valor médio do retrabalho
Polimento	1.000,00
Material	150,00

Fonte: O Autor.

Com os dados levantados do investimento e dos gastos com retrabalho já é possível calcular o tempo de investimento.

Tempo de investimento:

$$\frac{51335,00}{1150,00} = 44,63$$

(1)

Onde:  $\text{custo total do investimento} = \frac{\text{despesas fixa.}}{\text{gastos com retrabalho}}$

Com isso, durante 45 meses a empresa terá uma despesa fixa de 1140,77 reais; Representa um valor muito alto em relação ao faturamento da empresa, considerando a economia gerada na redução de processos e da mão de obra, o investimento trará ótimos benefícios, como aumento na produção, melhoria na qualidade de acabamento, economia de matéria prima, acarretando automaticamente na renda mensal da empresa.

## 7 CONCLUSÃO

A pintura automotiva manual vem ganhando espaço no quesito acabamento quando comparado ao setor de pintura automática nas linhas de montagens. Pode-se concluir que a utilização da cabine de pintura tem vários pontos positivos e traz vários benefícios ao veículo trabalhado.

Conclui-se, assim, que foi de grande importância a comparação realizada nos testes com e sem o uso do protótipo, sem o qual não seria possível a obtenção de resultados positivos no tocante a utilização da cabine.

O projeto de instalação foi de grande valia para empresa, apesar do investimento ser um valor alto comparado ao lucro bruto da empresa. O protótipo trouxe grandes vantagens na qualidade da pintura, ensejando, com esse resultado, uma redução da mão-de-obra, diminuição do custo dos materiais e melhoria no acabamento superficial, podendo, dessa forma, melhor direcionar a produção, aumentando a produtividade e reduzindo o tempo de retorno do investimento.

## REFERÊNCIAS

ACCI INSTALAÇÕES DE PINTURA INDUSTRIAL, São Paulo. **Cabine de pintura automotiva**. 2018. Disponível em: <<http://www.acciindustrial.com.br/cabine-pintura-automotiva>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

ARPREX, Mogi das Cruzes. **Pistola de pintura**. 2018. Disponível em: <<http://www.arprex.com.br/equipamentos-pintura/pistola-pintura-automotiva-alta-pressao>>. Acesso em: 19 maio 2018.

DMCBARSIL, Pinhais. **Cabine de pintura**. 2018. Disponível em: <<http://dmcbrasil.com.br/cabine-de-pintura/>>. Acesso em: 17 maio 2018.

ESTADÃO, JORNAL DO CARRO. **Ford celebra cem anos da primeira linha de montagem**. 2013. Disponível em: <<https://jornaldocarro.estadao.com.br/fanaticos/ford-celebra-cem-anos-da-primeira-linha-de-montagem/>>. Acesso em: 13 maio 2018

GUIA TRABALHISTA, São Paulo. **Epi**. 2018. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/epi.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

JET SYSTEM CAR, São Paulo. **Polimento automotivo**. 2018. Disponível em: <<http://www.esteticaparacarros.com.br/polimento-automotivo/polimento-automotivo-preco-sp/polimento-automotivo-em-sao-paulo-no-jardim-bom-clima>>. Acesso em: 22 maio 2018.

MACHADO, Flávio Pereira. **Caracterização físico-química dos efluentes líquidos oriundos de uma oficina automotiva: estudo de caso. Medianeira**, 2013. 46 p. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4629>>. Acesso em: 10 jun. 2018

MAXRUBBER, Diadema. **Verniz bimax5.1**. 2018. Disponível em: <<http://www.maxirubber.com.br/produtos/verniz-bimax-5.1>>. Acesso em: 12 maio 2018

MINUTO SEGUROS. **Martelinho de ouro: tipo de funilaria**. 2018. Disponível em: <<https://www.minutoseguros.com.br/blog/martelinho-de-ouro-tipo-de-funilaria/>>. Acesso em: 10 maio 2018.

PIEROZAN, Leonardo. **Estabilização de Processos: Um estudo de caso no setor de pintura automotiva**. Porto Alegre, 2001. 121 p. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1894>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

PONTEIRAS RODRIGUES, Joinville. **O que é funilaria automotiva**. 2018. Disponível em: <<http://www.ponteirasrodrigues.com.br/noticia/o-que-e-funilaria-automotiva/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SALADA, Marcos Osvaldo da Silva. **O gerenciamento da rotina através do método de estabilização de processo. Porto Alegre**, 2002. 134 p. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2607>>. Acesso em: 17 maio 2018.

TECH-AIR, São Paulo. **Cabine de pintura**. 2018. Disponível em: <<http://www.tech-air.com.br/cabines-de-pintura/>>. Acesso em: 15 maio 2018.

V8 BRASIL, São José. **Escolha da pistola de pintura.** 2018. Disponível em:  
<<https://v8brasil.com.br/blog/como-decidir-a-pistola-de-pintura-que-voce-deve-escolher/>>.  
Acesso em: 19 maio 2018.