

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

YURI ONETTA DA SILVA

**ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE UMA CABINE DE PINTURA: ESTUDO DE CASO EM UMA
MICRO EMPRESA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

YURI ONETTA DA SILVA

**ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE UMA CABINE DE PINTURA: ESTUDO DE
CASO EM UMA MICRO EMPRESA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica – DAMEC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Matinelli Junior

PATO BRANCO

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Análise Técnico-Econômica de Uma Cabine de Pintura: Estudo de Caso em uma Micro Empresa

Yuri Onetta da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 20/08/2021 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira
(UTFPR – Departamento de Mecânica)

Prof. Dr. Luis Antonio Brum do Nascimento
UTFPR – Departamento de Mecânica)

Prof. Dr. Luiz Carlos Martinelli Junior
(UTFPR – Departamento de Mecânica)
Orientador

Prof. Dr. Bruno Bellini Medeiros
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, a minha família, amigos e aos professores que desempenharam um grande papel nessa caminhada até aqui, onde me incentivaram, apoiaram e deram força para que eu vencesse todas as batalhas enfrentadas, e continuam contribuindo a cada passo para que eu possa ter o melhor futuro possível.

A professora Sandmara Lanhi pelo acompanhamento no início do trabalho e ao professor e orientador Prof. Dr. Luiz Carlos Martinelli Junior pelo acompanhamento, paciência e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha gratidão a Deus primeiramente, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Um agradecimento especial aos meus pais, os grandes responsáveis pela conclusão desta fase em minha vida, pelo apoio incondicional durante esta jornada acadêmica, por sempre terem acreditado em meu potencial, estimulado meu crescimento como ser humano e por serem exemplo de luta e persistência.

Aos meus familiares e amigos que sempre me incentivaram, apoiaram e deram força para que fosse possível vencer todas as batalhas enfrentadas durante o curso.

Aos meus colegas de faculdade, com quem convivi intensamente durante esses anos de curso, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

Aos professores, pelos ensinamentos e correções que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

A professora Sandmara Lanhi pelo acompanhamento no início do trabalho e ao professor e orientador Dr. Luiz Carlos Martinelli Junior pela oportunidade e apoio na elaboração desse trabalho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

EPÍGRAFE

"Persistence is the path to success." (CHAPLIN, Charles, 1997)

"A persistência é o caminho do êxito." (CHAPLIN, Charles, 1997)

RESUMO

SILVA, Yuri Onetta da. Análise Técnico-Econômica de Uma Cabine de Pintura: Estudo de Caso em uma Micro Empresa. 2021. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2021.

O presente trabalho trata de uma Análise Técnico-Econômica de Uma Cabine de Pintura: Estudo de Caso em uma Micro Empresa. A empresa se encontra na cidade de Laranjeiras do Sul – PR. Seus principais problemas são a contaminação por sujeiras vindas do ar nas peças durante a pintura, a contaminação de pequenas partículas de tintas que ficam suspensas no ar pulverizando as peças prontas para entrega e a imposição de condições inadequadas para realização de atividades ao trabalhador. Para uma análise assertiva foram realizados testes de pintura, no qual se produziu duas amostras com material, medidas e processos de pinturas iguais, tendo como diferença uma única variável, o ambiente em que se executou a pintura, e em seguida realizados comparações visuais entre as amostras produzidas. Para isso, a primeira amostra teve a pintura executada no ambiente atual da empresa e a segunda amostra em um protótipo de uma cabine de pintura com exaustão local. Para que fosse possível gerar a análise de viabilidade econômica fez-se necessário desempenhar um acompanhamento na empresa dentro de um período de seis meses com o objetivo de coletar quais eram os valores extras gastos com reparação aos produtos com defeitos ocasionados pelo fato de não possuir uma cabine de pintura. Em sequência realizaram-se 2 orçamentos de cabine de pintura com o objetivo de coletar as especificações do produto, o custo mensal para manter em funcionamento e qual o valor do investimento para se adquirir. Com os valores coletados e a taxa mínima de atratividade imposta pelo proprietário da empresa, calculou-se qual o tempo necessário para o retorno do investimento, no qual considerando uma taxa mínima de atratividade de 10% obteve um prazo de 54 meses e 1 dia para o retorno do dinheiro investido. Com a finalidade de complementar o desenvolvimento do trabalho realizou-se uma visita técnica a uma empresa localizada na cidade de Pato Branco – PR, a qual possui uma cabine de pintura de mesma marca e modelo que a escolhida no decorrer do trabalho desenvolvido. A visita técnica teve grande importância, pois o proprietário da empresa metalúrgica pode ver e avaliar pessoalmente como é o funcionamento da cabine de pintura, e como fica a qualidade de uma pintura realizada nela. Após todo o desenvolvimento do trabalho a conclusão apresentada é que a qualidade de uma pintura produzida dentro de uma cabine de pintura é muito superior da pintura realizada no ambiente atual da empresa, e o tempo de retorno do investimento é de 54 meses e 1 dia, e ao considerar o fluxo de vendas da empresa, a grande melhora no acabamento final dos materiais produzidos, trazendo uma melhor competitividade no mercado e maior confiabilidade dos possíveis clientes, é um investimento no qual é vantajoso ser feito, e a tendência é que seja mais breve o retorno, pois não foi considerado um aumento no número de vendas, que com um melhor acabamento na pintura tende a crescer.

Palavras-chave: Comparação Qualitativa. Payback. Cabine de Pintura.

ABSTRACT

SILVA, Yuri Onetta da. Technical-Economic Analysis of a Painting Booth: Case Study in a Micro Company. 2021. 68 f. Course Conclusion Paper (Graduate Program) – Mechanical Engineering Course, Federal Technological University of Paraná. White Duck, 2021.

The present work deals with a Technical-Economic Analysis of a Painting Booth: Case Study in a Micro Company. The company is located in the city of Laranjeiras do Sul - PR. Its main problems are contamination by dirt coming from the air on the parts during painting, the contamination of small particles of paint that are suspended in the air spraying the ready-to-deliver parts and the imposition of inadequate conditions for carrying out activities on the worker. For an assertive analysis, painting tests were carried out, in which two were produced with the same material, measurements and painting processes, with the difference of a single variable, the environment in which the painting was performed, and then visual comparisons were made between the paintings. produced. For this, the first sample was painted in the current environment of the company and the second sample in a prototype of a paint booth with local exhaust. In order to generate an economic feasibility analysis, it was necessary to monitor the company within a period of six months, in order to collect the amounts spent on overcoming products with defects caused by not having a cabin painting. In sequence, 2 paint booth budgets were carried out in order to collect the product specifications, the usual monthly to keep in operation and what is the value of the investment to acquire. With the values collected and the minimum attractiveness rate imposed by the company owner, the time required for the return on investment is calculated, not considering a minimum attractiveness rate of 10% obtained within a period of 54 months and 1 day for the return on the money invested. With a pattern of complementing the development of the work, a technical visit is carried out to a company located in the city of Pato Branco - PR, which has a paint booth of the same make and model as the one chosen during the work developed. The technical visit was of great importance, as the owner of the metallurgical company can see and assess how the paint booth works, and how the quality of a painting done in it is. After all the development of the work, the conclusion concluded is that the quality of a painting inside a paint booth is much superior to the painting carried out in the current environment of the company, and the payback time is 54 months and 1 day, and when considering the company's sales flow, the great improvement in the final finish of the materials obtained, bringing a better choice in the market and greater trust from possible customers, is an investment in which it is worthwhile to be made, and the trend is that the return, as it was not considered an increase in the number of sales, which with a better paint finish tends to grow.

Keywords: Qualitative Comparison. Payback. Painting booth.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de Fabricação.....	19
Figura 2 - Decapagem Química.....	20
Figura 3 - Pistola de Pintura.....	21
Figura 4 - Bico Espalhador.....	22
Figura 5 - Agulha	22
Figura 6 - Kit EPIs Pintura	23
Figura 7 - Sistema de Exaustão Geral.....	26
Figura 8 - Sistema de Exaustão Local.....	28
Figura 9 - Cabine de Pintura.....	29
Figura 10 - Sistema de Pressão Positiva	30
Figura 11 - Sistema com Pressão Negativa.....	31
Figura 12 - Exaustor Siroco.....	33
Figura 13 - Protótipo cabine de pintura	37
Figura 14 - Pistola de Pintura ARPREX.....	39
Figura 15 - Decapante Phosfer.....	40
Figura 16 - Fundo Farben	41
Figura 17 - Tinta Blascor	42
Figura 18 - Amostra 1.....	43
Figura 19 - Amostra 1 após decapagem	44
Figura 20 - Amostra 1 após fundo	45
Figura 21 - Amostra 1 após pintura.....	46
Figura 22 - Amostra 2.....	47
Figura 23 - Amostra 2 após decapagem	48
Figura 24 - Amostra 2 após fundo	49
Figura 25 - Pintura realizada dentro do protótipo.....	50
Figura 26 - Amostra 2 após pintura.....	51
Figura 27 - Imagem Demonstrativa Cabine de Pintura DMC	55
Figura 28 - Imagem Demonstrativa Cabine de Pintura STK	56
Figura 29 - Diagrama do Fluxo de Caixa	60
Figura 30 - Imagens Visita Técnica	62
Figura 31 - Cabine de Pintura Visita Técnica	63
Figura 32 - Pintura Realizada na Cabine de Pintura	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas Cabine de Pintura DMC	53
Tabela 2 - Especificações Cabine de Pintura DMC.....	54
Tabela 3 - Preço Cabine de Pintura DMC.....	54
Tabela 4 - Especificações Cabine de Pintura STK.....	55
Tabela 5 - Preço Cabine de Pintura STK.....	56
Tabela 6 - Gastos Extras Mensais	57
Tabela 7 - Payback Descontado.....	59
Tabela 8 - Payback Descontado SAVEPI	60
Tabela 9 - Resultado SAVEPI	61

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO	Organização Internacional de Normalização
EPI	Equipamento de Proteção Individual

SUMÁRIO

ABSTRACT	8
LISTA DE TABELAS	10
LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
SUMÁRIO	12
1 INTRODUÇÃO	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo Principal	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	18
2.2 FABRICAÇÃO	18
2.3 DECAPAGEM QUÍMICA.....	19
2.4 FUNDO.....	20
2.5 PINTURA.....	20
2.5.1 Pistola de pintura.....	21
2.5.2 Equipamentos de proteção.....	23
2.6 INSPEÇÃO DE QUALIDADE	24
2.7 ESTABILIZAÇÃO DE PROCESSO	24
2.8 PINTURA: MAIOR IMPACTO NO CLIENTE	25
2.9 VENTILAÇÃO INDUSTRIAL	25
2.10 SISTEMA DE EXAUSTÃO	25
2.10.1 Sistema de exaustão geral.....	26
2.10.2 Sistema de exaustão local.....	27

2.11 SISTEMA DE INSUFLAMENTO.....	28
2.12 CABINE DE PINTURA	28
2.12.1 Cabine de pintura com pressão positiva.....	29
2.12.2 Cabine de pintura com pressão negativa	30
2.13 PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA CABINE DE PINTURA	31
2.13.1 Iluminação	31
2.13.2 Quadro de comando.....	32
2.13.3 Portas vedante	32
2.13.4 Filtros.....	32
2.13.5 Ventilador Siroco	32
2.14 ANÁLISE DE VIABILIDADE	33
3 METODOLOGIA	36
3.1 PROTÓTIPO DE CABINE	36
3.2 AMOSTRAS	38
3.3 PISTOLA DE GRAVIDADE	38
3.4 DECAPANTE	39
3.5 FUNDO.....	40
3.6 TINTA.....	41
3.7 PINTURA FORA DE UMA CABINE	42
3.8 PINTURA DENTRO DE UM PROTÓTIPO	46
3.9 PAYBACK	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1 COMPARATIVO ENTRE AS AMOSTRAS	53
4.2 ESPECIFICAÇÕES E VALORES DE UMA CABINE	53
4.3 ANÁLISE DE CUSTOS EXTRAS	57
4.4 PAYBACK SIMPLES.....	57
4.5 PAYBACK DESCONTADO	58

4.6 VISITA TÉCNICA	62
5 CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem ano a ano substituindo a madeira por aço, devido ser mais fácil de conseguir a matéria prima, ter uma alta durabilidade, e maiores possibilidades de produzir o produto desejável.

Porém os produtos fabricados em aço podem ser destruídos pela corrosão, deixando o produto com uma baixa durabilidade e alta fragilidade. Para solucionar este problema e ter um melhor acabamento, todo produto deve passar por um processo de pintura ao final de sua fabricação.

O processo de pintura envolve produtos que geram vapores tóxicos e inflamáveis, trazendo um grande risco para quem os manuseia, podendo causar ainda incêndio e explosões.

De acordo com a norma ABNT NBR IEC 60079-10-1:2018 Versão Corrigida: 2019, o ambiente cuja atmosfera possua uma quantidade de vapor com potencial explosivo, deve possuir um sistema de ventilação adequado para manter a concentração desse contaminante abaixo do limite de explosividade.

Para atender a norma NBR ISO 14001, que define como impacto ambiental qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização, é necessário possuir uma cabine de pintura com um sistema de exaustão na qual contem um filtro de densidade progressiva que impedem que os pulverizados sólidos de tintas aplicadas por aspersão sejam lançados na atmosfera.

A pulverização de tintas traz uma série de problemas até então desconhecidos. Além da insalubridade dos produtos componentes das tintas (solventes, pigmentos, etc.), 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 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).

Além de todos os problemas mencionados anteriormente, a falta de uma cabine de pintura adequada faz com que impurezas presentes no ar se unam na

tinta ainda molhada, fazendo com que a empresa tenha gastos extras para reparar os produtos danificados, aumentando o custo final do produto e diminuindo a competitividade no mercado.

1.2 OBJETIVOS

Abaixo estão expostos os principais objetivos e listados os objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal desse trabalho é realizar uma comparação qualitativa da pintura com e sem cabine apropriada e análise de viabilidade para a instalação de uma cabine de pintura em uma empresa metalúrgica de pequeno porte.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo principal os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- Selecionar uma cabine de pintura adequada;
- Cotar preços das cabines;
- Produzir amostra pintura no ambiente atual;
- Produzir amostra em um protótipo de cabine de pintura;
- Coletar dados dentro de seis meses qual foram os gastos extras com produtos que tiveram defeitos;
- Fazer a comparação das amostras;
- Fazer a análise da viabilidade.

1.3 JUSTIFICATIVA

A motivação para este trabalho veio após o proprietário analisar que os produtos acabados possuíam pulverização de tintas e impurezas vindas do ambiente que se unem na tinta ainda molhada, deixando-os com um acabamento inapropriado para ser entregue ao cliente. Para concertar esse defeito a maioria das vezes os

produtos retornam para repintar, ocasionando um maior custo, tempo de serviço e material perdido, sendo prejuízos que poderiam ser evitados, além de diminuir a competitividade no mercado. E também para atender as normas regulamentadoras: NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, NR 15 – Atividades e Operações Insalubres, NR 20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis e NR 33 – Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Insalubres, as quais têm como objetivo prevenir a contaminação do meio ambiente e a exposição do trabalhador a produtos que possam fazer mal para a sua saúde.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se dividido em cinco segmentos que são fundamentais para o discernimento. O primeiro segmento conta com a introdução do trabalho, assim como seus objetivos e as justificativas para sua execução.

O segundo segmento é constituído da revisão bibliográfica, ou seja, os materiais de estudo para que seja possível realizar o trabalho.

O terceiro segmento descreve quais foram os materiais necessários para a produção das amostras e a metodologia em que foi usada para fazer a análise comparativa e a viabilidade de instalação de uma cabine de pintura.

No quarto segmento foi realizada a comparação entre as amostras e elaborado os cálculos de análise de viabilidade.

No quinto e último segmento encontra-se a conclusão deste trabalho com a análise da viabilidade do investimento de uma cabine de pintura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO

As indústrias metalúrgicas de pequeno porte vêm crescendo intensamente a cada ano que passa pelo fato de estarem diretamente ligada com o crescimento exponencial da construção civil, pois seu carro chefe é a fabricação de grades e portões que é um elemento crucial na construção de imóveis.

Grades e portões compõem a fachada do imóvel, são peças fundamentais na arquitetura. Em seus mais variados formatos e estilos, as grades e portões acompanham o homem desde que foi notada a necessidade de privacidade e segurança.

O portão tem como função principal ser um ponto de entrada para um ambiente cercado por paredes ou grades, atuando com a função dupla de liberar ou impedir a entrada de pessoas do local.

Já as grades, como são fixas, apresentam apenas a função de proteger o ambiente para que não ocorra à entrada de pessoas no local cercado.

Os portões e grades podem ser utilizados em um imóvel apenas ou em grandes construções, como um edifício. Atualmente, a maior parte dos portões é aberta de forma automatizada.

2.2 FABRICAÇÃO

A fabricação é conhecida como a transformação da matéria prima em um bem. Isso ocorre devido a uma mão de obra especializada moldar, cortar e unir através de soldagem a matéria prima.

Esse é o primeiro processo a ser realizado em uma indústria metalúrgica, e também o mais demorado, pois o operador precisa de muita atenção e cuidado para executar, pelo fato de se tratar de medidas exatas, e após ser cortado, o material não deve ser remendado.

Na Figura 1 a seguir, tem-se uma imagem da produção de um portão na empresa em que foi desenvolvido o trabalho.

Figura 1 - Processo de Fabricação



Fonte: Autoria própria, 2021.

2.3 DECAPAGEM QUÍMICA

A decapagem química é a etapa de preparação de superfícies metálicas que irão receber outro tipo de revestimento, sendo fundamental para a remoção de oxidações, ferrugens, crostas de laminações, excesso de solda e mancha de óleos/gorduras.

Para a decapagem química pode-se utilizar vários tipos de ácidos (ácido clorídrico também conhecido como muriático, ácido sulfúrico, ácido fluorídrico, ácido fosfórico, ácido nítrico etc.) e o que definirá qual o melhor a ser usado será o objetivo que se quer obter (remoção e/ou ataque) e o substrato da peça (DILETA, 2021).

A Figura 2 mostra a comparação de um material antes e depois de realizar a decapagem. À esquerda tem-se o material sem decapagem, já à direita tem-se o material após ser realizada a limpeza com o decapante.

Figura 2 - Decapagem Química



Fonte: DILETA, 2021.

2.4 FUNDO

O fundo conhecido também como primer, tem a função principal de dar uma maior proteção contra ferrugem, eliminar porosidade ou marcas de lixa para que na aplicação da tinta não seja notado, aumentar a durabilidade e aderência para dar melhor qualidade e acabamento no próximo processo que é a pintura.

O fundo pode ser de qualquer cor, porém quanto à cor for mais próxima da tinta final melhor é, pois melhora a cobertura, reduz a tinta a ser utilizada, e se por um acaso ocorrer algum esfolado retirando um pouco de tinta, o fundo não vai se destacar com facilidade pelo fato da tonalidade ser a mesma da tinta.

2.5 PINTURA

A pintura é uma técnica de aplicar pigmento em forma pastosa, líquida ou em pó a uma superfície, deixando com uma película protetiva e a cor desejada, agregando um valor decorativo no produto.

Quanto à proteção a pintura pode retardar ou inibir processos de corrosão. Esta preocupação com a proteção do produto se faz necessária, uma vez que muitos materiais metálicos tendem a ter corrosão em sua superfície ou se decompõem, quando expostos ao tempo.

2.5.1 Pistola de pintura

As pistolas de pintura (Figura 3) são classificadas conforme o reservatório de tinta e a pressão de trabalho. A qualidade da pintura tem vários fatores que deve se levar em consideração, e um deles é a escolha da pistola de pintura, pois o bico e a agulha que está sendo utilizado influência muito na sua precisão e acabamento, e o material em que é fabricado a pistola de pintura tem uma grande influência no acabamento das pinturas. (ARPREX, 2021).

O bico espalhador (Figura 4) tem medidas bastante variadas, que vão de 0,8 mm até 2,0 mm, conforme a marca da pistola e sua função, essa medida é escolhida conforme a espessura do material a ser aplicado. A agulha (Figura 5) 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.

Figura 3 - Pistola de Pintura



Fonte: ARPREX, 2021.

Figura 4 - Bico Espalhador



Fonte: LOJA DO MECANICO, 2021.

Figura 5 - Agulha



Fonte: LOJA DO MECANICO, 2021.

2.5.2 Equipamentos de proteção

Os Equipamentos de Proteção visam à manutenção da saúde física e proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou doenças profissionais, com isso, proporciona redução de custos ao empregador (GUIA TRABALHISTA, 2021).

Todas 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 faz-se necessário o uso de alguns EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) para a realização das atividades de pintura.

É considerado EPI todo dispositivo individual utilizado pelo empregado, destinado à proteção riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Dentre os EPIs destacam-se:

- Óculos de proteção;
- Máscara buco-nasal;
- Macacão;
- Luvas;
- Calçado (GUIA TRABALHISTA, 2021).

Na figura 6 pode-se observar o kit de equipamento de proteção individual necessário para a realização de pinturas.

Figura 6 - Kit EPIs Pintura



Fonte: MAXXI VENDAS, 2021.

2.6 INSPEÇÃO DE QUALIDADE

A inspeção de qualidade é feita para verificar a qualidade do produto se atende todas as exigências da empresa. No caso de metalúrgica a inspeção de qualidade é dividida em três etapas.

A primeira etapa é realizada em seguida a fabricação e tem finalidade de avaliar a soldagem, as medidas e os detalhes de fabricação conforme o cliente solicitou.

A segunda etapa é efetuada após a pintura, com o objetivo principal de avaliar a pintura para verificar se não possui nenhuma falha como falta de tinta, escorridos, sujeiras na pintura, *overspray*.

A terceira e última etapa é realizada depois da montagem da grade e/ou portão na residência do cliente, com o intuito de verificar se não possui alguma falha na pintura pelo fato do transporte e montagem, e se está com todas as medidas e acabamentos correto.

2.7 ESTABILIZAÇÃO DE PROCESSO

A padronização e consolidação dos processos implica diretamente no poder de competição das empresas. Isso fica evidente quando se percebe a preocupação cada vez maior por parte das empresas com sua competitividade, visando não apresentar produtos com baixa qualidade. Mesmo itens ditos não defeituosos irão possuir uma certa variação quanto a sua uniformidade, porém itens de processos mais robustos estarão mais próximos ao ideal desejado. A busca por estabilização leva também a processos em que ocorre gradativamente a eliminação de desperdícios, desde a redução de peças defeituosas, bem como de inspeções incessantes, contribuindo no aumento de confiabilidade do cliente e conseqüentemente de produtividade. Desta forma, para auxiliar na construção de um cenário mais favorável a competitividade faz-se necessário à inclusão e atuação de ferramentas qualidade (PIEROZAN, 2001).

2.8 PINTURA: MAIOR IMPACTO NO CLIENTE

A pintura é o processo mais perceptível aos olhos dos compradores, sendo classificado com grande importância pela maioria dos clientes. Como todo consumidor, primeiro compra-se com os olhos, sendo assim, a qualidade e acabamento da pintura tem que estar perfeita (MACHADO, 2013).

Com o passar dos anos, a pintura teve uma grande evolução, hoje pode ser notado que as pinturas têm uma maior variedade de cores, mais brilho, maior resistência à corrosão e maior durabilidade. Essas condições possibilitam com que as indústrias possam dar uma maior garantia quanto à pintura do produto. Isso sem contar com a preocupação em relação ambiental das produtoras de tinta, desenvolvendo cada vez processos e matérias-primas menos poluentes, como é o caso das tintas à base de água em substituição às tintas mais antigas à base de solvente (PIEROZAN, 2001).

2.9 VENTILAÇÃO INDUSTRIAL

Costa (2005) dá o nome de ventilação ao procedimento de renovação do ar de um ambiente, cujo objetivo primordial é controlar a pureza e o deslocamento do ar em um ambiente fechado, para manter suas condições em certos limites.

Segundo CLEZAR (1999), os objetivos fundamentais da ventilação é garantir a pureza do ar, visando a segurança e o bem estar físico dos trabalhadores, e o controle da poluição, evitando que os resíduos coletados afetem o meio ambiente.

Guimarães et al (1977) diz que ventilação é um processo de movimentação de ar por meios naturais ou mecânicos. Quando esse movimento introduz o ar a um ambiente ele é chamado de insuflamento e quando esse movimento extrai ar do ambiente é chamado de exaustão.

2.10 SISTEMA DE EXAUSTÃO

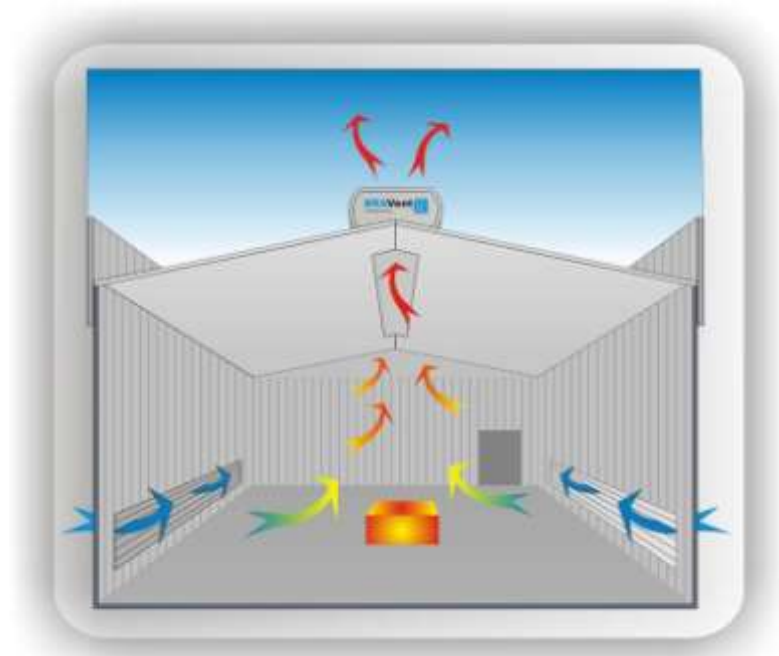
A exaustão do ar é feito por um ventilador centrífugo acoplado ao motor elétrico, no qual retira o ar já filtrado jogando para a atmosfera sem poluentes.

Segundo a ACGIH (1998), os sistemas de ventilação de exaustão são classificados em dois grupos genéricos: 1) o sistema de exaustão geral e 2) o sistema de exaustão local.

2.10.1 Sistema de exaustão geral

O sistema de exaustão geral (Figura 7) pode ser usado para controle de calor e/ou remoção de contaminantes gerados em um espaço, lavando um determinado espaço com grandes quantidades de ar. Quando usado para controle de calor, o ar pode ser temperado e reciclado. Quando usado para controle de contaminantes (ou sistema de diluição), é necessário misturar ar externo suficiente com o contaminante, de modo que a concentração média seja reduzida para um nível seguro. O ar contaminado é normalmente descarregado na atmosfera. Um sistema de insuflamento geralmente é usado em conjunto com um sistema de exaustão geral para substituir o ar retirado do ambiente.

Figura 7 - Sistema de Exaustão Geral



Fonte: BRAVENT, 2020.

2.10.2 Sistema de exaustão local

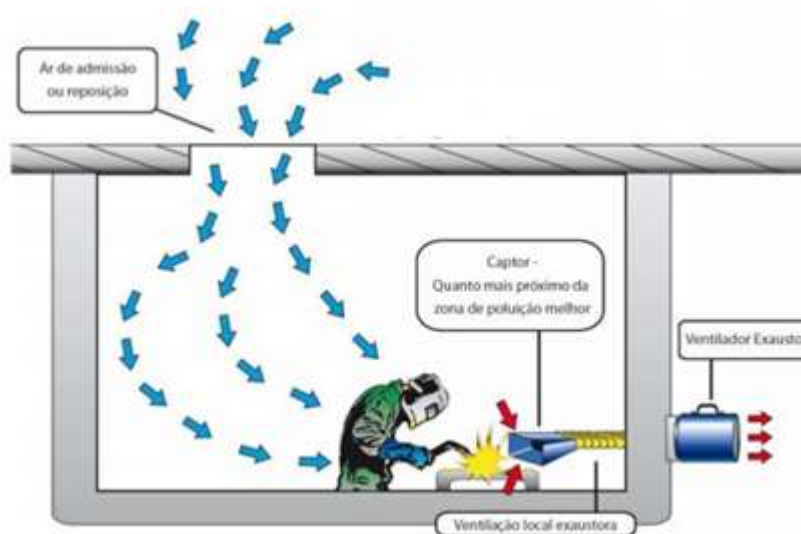
Os sistemas de ventilação local (Figura 8) de exaustão operam com o princípio de capturar um contaminante na sua fonte ou próximo a ela. É o método de controle preferido porque é mais eficaz e a menor taxa de vazão de exaustão resulta em menores custos em comparação com os requisitos gerais de alta vazão. A ênfase atual no controle da poluição do ar enfatiza a necessidade de dispositivos de limpeza de ar eficientes em sistemas de ventilação industriais, e as menores taxas de fluxo do sistema de exaustão local resultam em custos mais baixos para os dispositivos de limpeza de ar.

Os sistemas de exaustão local são compostos por até quatro elementos básicos:

- o (s) exaustor (es);
- o sistema de dutos (incluindo a chaminé de exaustão e / ou o duto de recirculação);
- o dispositivo de limpeza do ar e;
- o ventilador.

O objetivo do exaustor é remover o ar viciado, fumos ou maus cheiros, de recintos fechados, através de uma corrente de ar direcionada para o exaustor. Um sistema de dutos deve então transportar o ar contaminado para o dispositivo de limpeza do ar, se presente, ou para o ventilador. No filtro de ar, o contaminante é removido da corrente de ar. O ventilador deve superar todas as perdas causadas por atrito, entrada do captor e acessórios no sistema enquanto produz a vazão pretendida. O duto na saída do ventilador geralmente descarrega o ar na atmosfera de forma que não seja arrastado novamente para o ambiente fechado. Em algumas situações, o ar limpo é devolvido à planta. (ACGIH, 2018)

Figura 8 - Sistema de Exaustão Local



Fonte: Wanderson Monteiro, 2020.

2.11 SISTEMA DE INSUFLAMENTO

Este equipamento tem a função de sugar o ar atmosférico por um ventilador, para que ele seja disseminado no ambiente por meio de uma rede de dutos, grelhas, grades e fendas, que proporcionam ao ambiente condições muito mais agradáveis de trabalho. O sistema também é responsável por inserir ar fresco e tratado no ambiente, além de impedir que agentes contaminantes entrem no local.

Ao contrário de outros tipos de equipamento de ventilação, o sistema de insuflamento não possibilita a redução de temperatura e não corrige a umidade — como ocorre com os climatizadores, por exemplo. Porém, o sistema é uma maneira econômica de tornar as condições do ambiente mais favoráveis e adequadas para o trabalho.

2.12 CABINE DE PINTURA

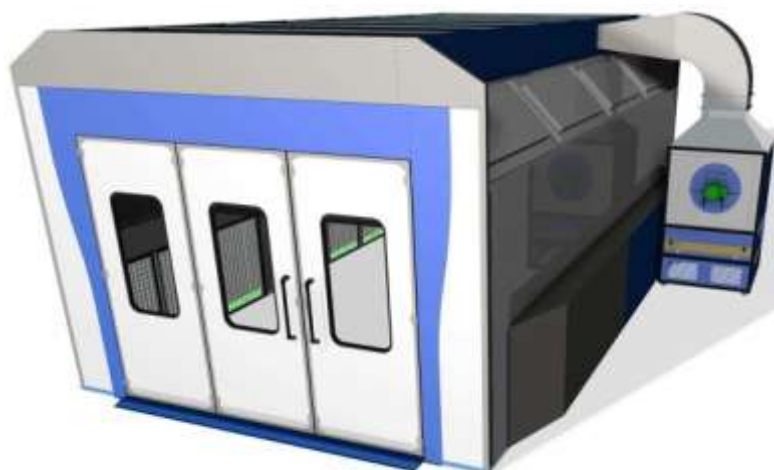
Uma cabine de pintura é um compartimento fechado/ambiente adequado para a aplicação de materiais líquidos pulverizados, nos quais os resíduos são direcionados para longe do operador e do produto em que está sendo aplicado, tem como objetivo principal remover contaminantes para o meio ambiente, criando um fluxo de ar ideal para que o *overspray* da tinta seja conduzido para retenção ou lavagem antes de serem dispersos na atmosfera (ACCI, 2018).

A cabine de pintura (Figura 9) é essencial para a obtenção de um produto pintado de boa qualidade, economia de tinta, eficiência, trabalhar dentro das normas regulamentadoras, não poluir o ar, proporcionar um ambiente limpo e agradável para o pintor (ACCI, 2018).

Após a perda de impulso provocada pela pulverização, as partículas permanecem em suspensão, podendo atingir o pintor, tendo potencial de contaminar a pele e os olhos, ao atingir o olfato e paladar, destes, é capaz de seguir para os sistemas digestivos e respiratórios (TECH-AIR, 2018).

O tipo de cabine de pintura é próprio para cada tipo de pintura, sendo ela líquida ou a pó, com pressão negativa ou pressão positiva. Cada qual com seu projeto específico ao processo de pintura (ACCI, 2018).

Figura 9 - Cabine de Pintura



Fonte: Coifax Exaustar, 2020.

2.12.1 Cabine de pintura com pressão positiva

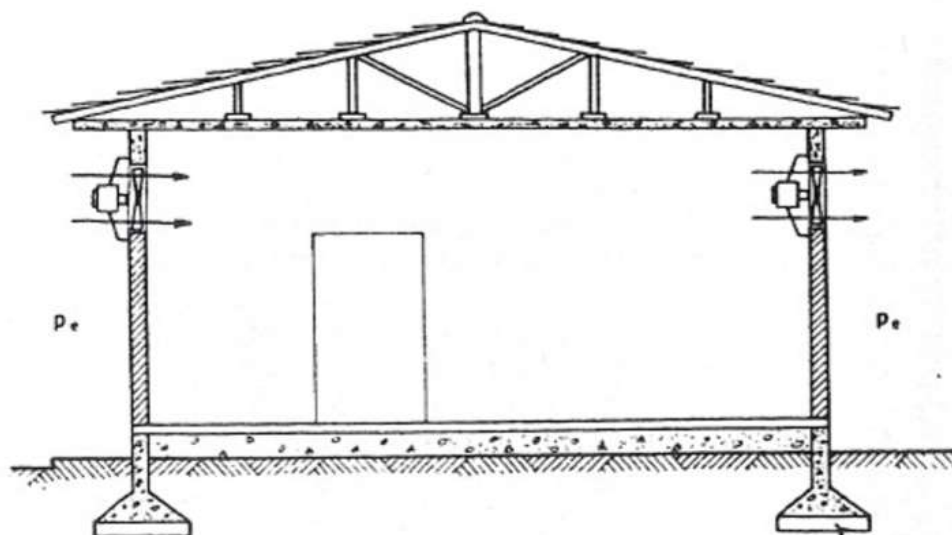
A cabine de pintura com pressão positiva possui um sistema de insuflamento e exaustão de ar, como mostra a (Figura 10) com pressão controlada, através da captação de ar ambiente pelos ventiladores centrífugos, pré-filtrando o ar através de mantas, para distribuir no ambiente da cabine (INOVENT, 2019).

Este sistema impede a entrada de ar contaminado do ambiente proporcionando trabalhos de pintura com alta qualidade e perfeição de acabamento.

As cabines com pressão positiva contam com o sistema de aquecimento, no qual é injetado através do insuflamento controlado, fazendo com que o processo

de cura da tinta ocorra em menor tempo ao ser comparado com a cabine sem aquecimento.

Figura 10 - Sistema de Pressão Positiva



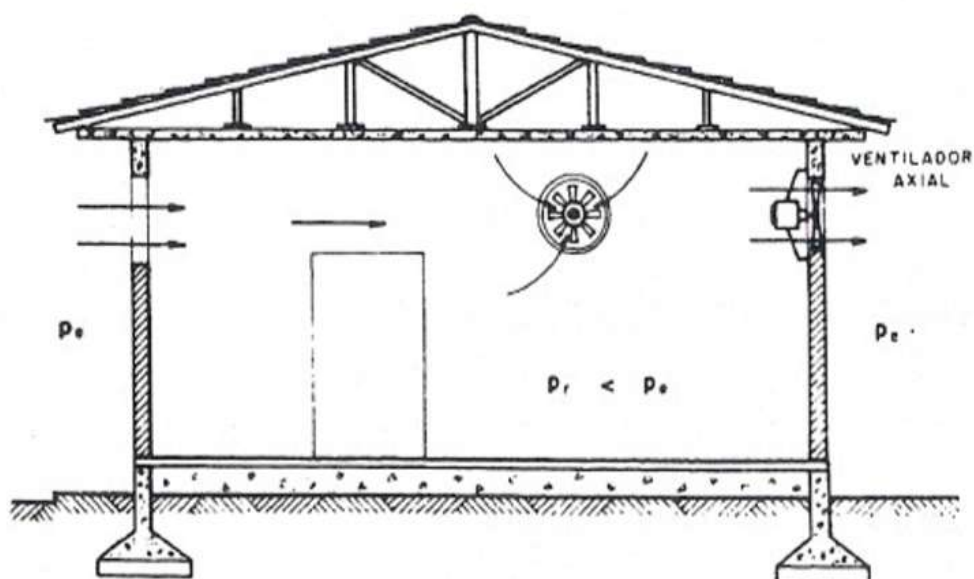
Fonte: Macintyre, 2020.

2.12.2 Cabine de pintura com pressão negativa

A cabine de pintura com pressão negativa diferentemente da cabine de pintura com pressão positiva, não possui um sistema de insuflamento de ar controlado, como mostra a (Figura 11) a qual possui apenas ventiladores para o sistema de exaustão de ar controlado, retirando o ar com vazão, pressão e filtragem controlada.

Este sistema não proporciona uma pintura de alta qualidade, porém um custo bem menor ao ser comparado com a cabine de pintura com pressão positiva.

Figura 11 - Sistema com Pressão Negativa



Fonte: Macintyre, 2020.

2.13 PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA CABINE DE PINTURA

Uma cabine de pintura não é apenas uma área fechada, mas sim, um ambiente que atenda algumas normativas e exigências, como iluminação de emergência, troca/renovação do ar interno, descarte correto do produto aplicado (DMC BRASIL 2018).

Para possuir uma melhor qualidade e praticidade, algumas cabines de pintura contam com aquecimento, insuflamento controlado, painel de comando, etc...

Apresenta-se assim alguns componentes de um sistema completo.

2.13.1 Iluminação

O sistema de iluminação tem um papel de grande importância na qualidade e acabamento da pintura, pois uma iluminação adequada possibilita o trabalhador de ver se o produto por um todo possui a aplicação de tinta.

As lâmpadas são em LED e fixadas a 45° no teto da cabine proporcionando grande luminosidade e evitando o sombreamento e a distorção das cores.

2.13.2 Quadro de comando

O quadro de comando possui todos os sistemas de ligar e desligar os componentes eletrônicos da cabine de pintura, também conta com um controlador de tempo digital, horímetro, e de grande importância o botão de parada de emergência.

2.13.3 Portas vedante

As portas vedantes têm como função principal isolar totalmente durante o uso da cabine a passagem de contaminantes do interior para o ambiente externo, fazendo com que o poluente siga o fluxo de ar gerado pelo exaustor.

2.13.4 Filtros

Trata-se de um dos métodos mais antigos de remoção de partículas de um fluxo gasoso, onde o fluído é forçado a passar pelo elemento poroso, capaz de reter e coletar partículas nele contidas, em geral os filtros para ventilação são de material fibroso disposto em forma de tecido, placas ou painéis (GUIMARÃES, 1977).

Podem ser classificados de diversas maneiras, uma delas é de acordo com a forma de arranjo do material filtrante. Dentre estes materiais estão os filtros de tecido, leitos filtrantes, painéis compactados, ultrafiltros e sólidos porosos (GUIMARÃES, 1977).

2.13.5 Ventilador Siroco

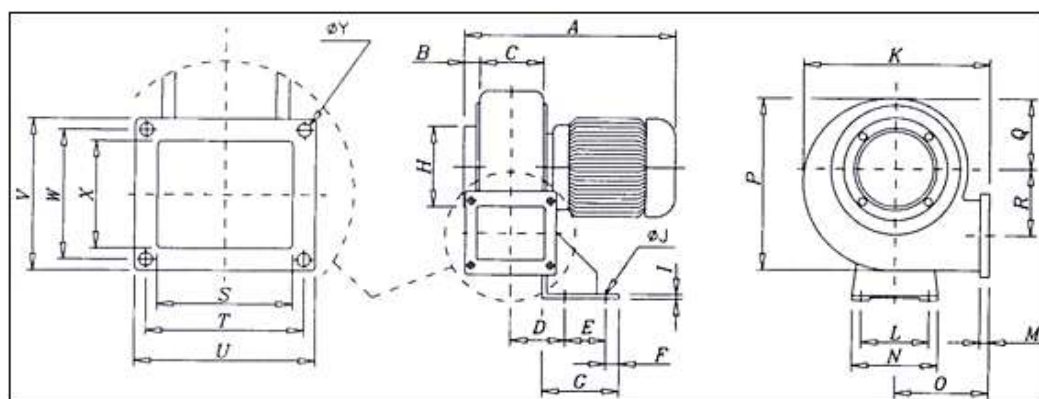
O ventilador siroco (Figura 12) é um tipo comum de ventilador centrífugo de pás para frente, possui rotor largo e muitas aletas curtas (FRANÇA, 2010).

Ele possui vazão relativamente alta e pressão estática menos elevada. O equipamento pode ser empregado em situações diversas, tais como queimadores industriais, exaustão, refrigeração de motores, cabines de pintura e jateamento, transporte pneumático, secagem, entre outros.

Mais especificamente, o ventilador siroco serve para:

- resfriar equipamentos, máquinas e resistências;
- aspirar ar e gases;
- refrigerar equipamentos, máquinas e resistências;
- secar peças, grãos, plástico, granulados e cavacos e;
- aerar cortina de ar e sistemas de exaustão.

Figura 12 - Exaustor Siroco



Fonte: Inovante, 2020.

2.14 ANÁLISE DE VIABILIDADE

O retorno do investimento, ou *payback* é uma metodologia muito utilizada para a avaliação de projetos, que tem como objetivo a análise de investimentos onde se averigua o tempo crucial para a recuperação do capital investido em um projeto. Essa informação é importante, de acordo com Weise (2013), porque possibilita que o investidor analise o risco através do tempo que irá demorar na recuperação do capital empregado nesse projeto. O método para análise é apresentado por duas técnicas distintas de aplicação, conhecidas como: *payback* Simples e *payback* Descontado.

Para Evangelista (2006) “o *payback* Simples consiste na identificação do número de períodos em que retorna o investimento, diminuindo o capital inicial, pelo somatório dos resultados obtidos nos períodos de fluxo de caixa até a liquidação de seu valor”. Nessa versão não é utilizado nenhum tipo de taxa de desconto, isto significa que essa maneira leva em conta exclusivamente as entradas de caixa futuras, como mostra a fórmula 1, deste modo, o investimento será restaurado quando o saldo for zerado, isso ocorre devido ao fato das entradas de valores futuros irem amortizando o investimento inicial (MACIEL; ZDANOWICZ, 2013).

$$TR = \frac{CT}{LM} \quad (1)$$

Fonte: Aatoria Própria, 2021.

Onde:

TR = tempo do retorno;

CT = custo total;

LM = lucro médio.

Com essa fórmula podemos obter qual vai ser o tempo estimado para o retorno total do investimento feito.

Com o intuito de suprir essa deficiência da ausência na consideração do valor do dinheiro no tempo temos o método *Payback* Descontado (PBD), dessa maneira, a diferença entre o *Payback* Simples e o *Payback* Descontado é que o descontado tem consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo e o simples não considera o custo do capital no período (LIMA et al., 2008).

No método do *Payback* Descontado, os valores do fluxo de caixa são referidos a valor presente por meio de uma taxa de desconto. Lima et al. (2013) complementam que essa taxa de desconto refere-se a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que é definido pelo próprio investidor como taxa máxima de juro em que ele esta disposto a pagar. Dessa maneira, para calcular o *Payback* Descontado utilizamos a fórmula (2) a seguir:

$$VD = \frac{VF}{(1 + i)^n} \quad (2)$$

Fonte: Aatoria Própria, 2021.

Onde:

VD = valor descontado;

VF = valor futuro;

i = taxa de desconto;

n = número de períodos.

Com essa fórmula obtem-se o valor descontado de cada ano/mês até chegar a zero.

O foco no uso do payback se deu pelo fato de em um momento de instabilidade econômica o uso dessa ferramenta faz com que aumente a segurança do investidor, pois através do seu cálculo é possível descobrir qual é o grau de liquidez e de risco do projeto, e dessa maneira o investidor obtém os dados fundamentais para saber se poderá receber o retorno do investimento aplicado dentro do tempo estimado e também sendo possível evitar que seu caixa tenha prejuízos por ocorrer à saída imediata do dinheiro e não recuperação do valor.

3 METODOLOGIA

Para que os objetivos propostos no início do trabalho sejam cumpridos, objetivos esses que circundam a análise e comparação de dois ambientes de pintura diferentes, foram dispostos pela empresa todo o material necessário, o ambiente atual de trabalho e o operador no qual é responsável pelas pinturas, pois como se trata de uma análise dos produtos fabricados pela empresa é necessário que uma das amostras seja produzida conforme os padrões atuais da empresa.

Adicionalmente foram feitos experimentos em uma empresa parceira na qual possui um protótipo de cabine de pintura que atende todos os requisitos necessários para o desenvolvimento do trabalho. Com todos os parâmetros iguais para a realização da pintura, a única coisa que as diferenciam é o ambiente no qual foi realizado o processo de pintura.

Para que o entendimento destas etapas do presente trabalho seja facilitado a seguir será apresentado os materiais que foram utilizados e em sequência qual foi o método empregado para chegar no resultado final.

3.1 PROTÓTIPO DE CABINE

Para que fosse capaz de realizar uma pintura dentro de um ambiente o mais próximo possível de uma cabine de pintura, foi elaborado uma parceria com uma empresa na qual possui um protótipo de uma cabine de pintura (Figura 13) com exaustão local, marca FLY, o qual atendia todos os requisitos necessários para o desenvolvimento do trabalho.

Figura 13 - Protótipo cabine de pintura



Fonte: Autoria Própria, 2021.

3.2 AMOSTRAS

Foram cortadas duas amostras com o mesmo tamanho, 20 cm por 20 cm, e mesma matéria, aço, pois precisam ser o mais semelhante possível para que não interfira na análise final do trabalho, que deve ser realizada de maneira simples, sendo uma análise visual a olho nu, composta por 3 pessoas, o proprietário da empresa, o pintor e o desenvolvedor do trabalho, no qual é posicionado as amostras uma ao lado da outra em um ambiente mais claro possível e avaliado qual é o nível de melhoramento do acabamento da pintura da amostra produzida em um protótipo de cabine de pintura em comparação com a amostra produzida no ambiente atual da empresa.

3.3 PISTOLA DE GRAVIDADE

Fundamental para realizar a produção das amostras, foi utilizado para a aplicação do fundo e tinta, uma pistola tipo gravidade, da marca ARPRESX, modelo MILENIUM HVLP, mostrado na Figura 14 com um conjunto de bico e agulha de 1,4mm, a qual é usada diariamente pela empresa.

O modelo HVLP tem uma taxa de transferência entre 60%, sendo bem maior do que pistolas convencionais. Ela levanta um pouco mais de névoa (OVERSPRAY) do que os outros modelos, porém é uma pistola mais rápida na aplicação a qual faz ser bastante utilizada nas indústrias, onde é preciso ter uma grande produtividade e um alto nível de acabamento (ARPRESX, 2021).

Figura 14 - Pistola de Pintura ARPRES



Fonte: Autoria Própria, 2021.

3.4 DECAPANTE

Para realizar a limpeza das amostras foi utilizado o decapante PHOSFER da marca MIRELLE DO BRASIL, mostrado na Figura 15, fornecido pela empresa.

Figura 15 - Decapante Phosfer



Fonte: Autoria Própria, 2021.

3.5 FUNDO

O primeiro material a ser aplicado é o fundo, o qual foi utilizado da marca FARBEN (Figura 16) modelo primer sintético cinza mostrado na figura a seguir, que é o tipo padrão utilizado pela empresa.

Figura 16 - Fundo Farben



Fonte: Autoria Própria, 2021.

3.6 TINTA

A tinta utilizada para dar cor nas amostras foi da marca BLASCOR (Figura 17) modelo esmalte SR na cor preta. Utiliza-se o modelo SR pelo fato de possuir uma secagem rápida, forte brilho e também alta resistência ao desbotamento, além de ter uma excelente cobertura (BRASCOR, 2021).

Figura 17 - Tinta Blascor



Fonte: Autoria Própria, 2021.

3.7 PINTURA FORA DE UMA CABINE

A amostra número 1 (Figura 18) foi pintada no ambiente onde a empresa realiza as pinturas de todos os materiais fabricados, e seguindo todos os métodos padrões da empresa, mesmas condições de pressão, pistola de pintura e material utilizado para que possa sair o mais próximo possível das pinturas em que são feitas no dia a dia da empresa.

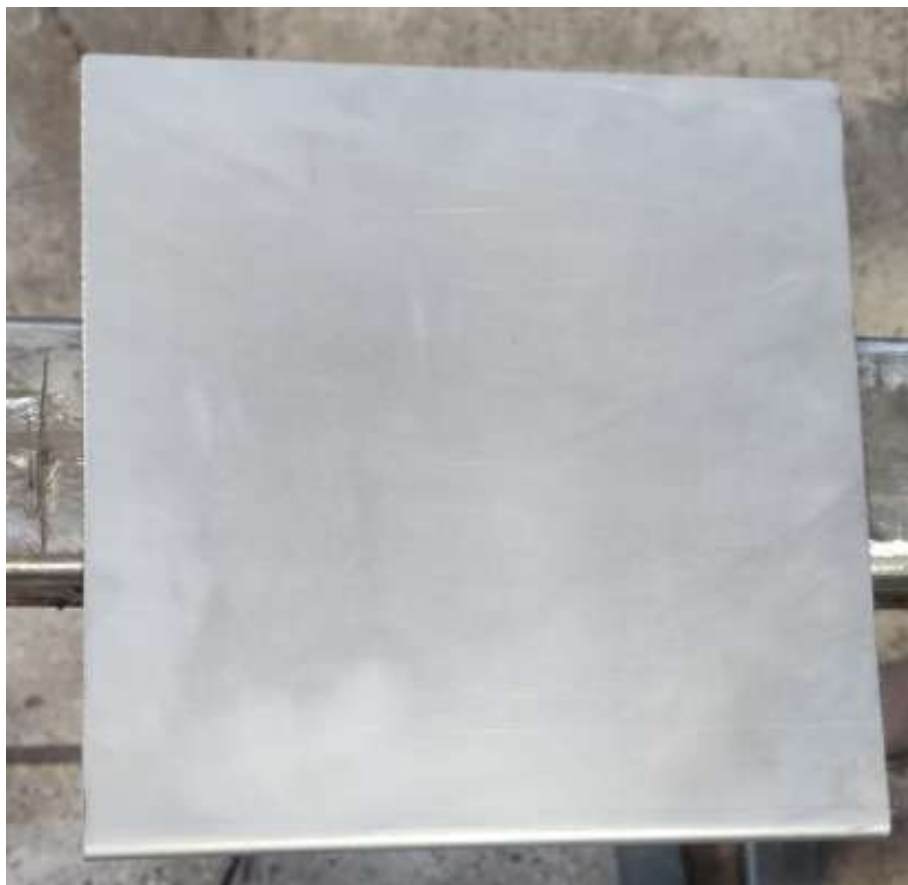
Figura 18 - Amostra 1



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Primeiramente foi realizada a limpeza da amostra número 1 com o decapante, conforme mostra a Figura 19 para retirar qualquer oxidação, ferrugens, crostas de laminações, excesso de solda e mancha de óleos/gorduras.

Figura 19 - Amostra 1 após decapagem



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Em seguida foi transportada a amostra número 1 para o ambiente atual de pintura da empresa, realizado a fixação no suporte, e com a pistola foi passado o fundo, conforme é possível observar na Figura 20 para que a amostra possa dar uma maior proteção contra ferrugem, eliminar porosidade ou marcas de lixa, aumentar a durabilidade e aderência para dar melhor qualidade e acabamento no próximo processo que é a pintura.

Figura 20 - Amostra 1 após fundo



Fonte: Autoria Própria, 2021.

E para encerrar foi realizada a pintura com esmalte sintético, como podemos notar na Figura 21.

Figura 21 - Amostra 1 após pintura



Fonte: Autoria Própria, 2021.

3.8 PINTURA DENTRO DE UM PROTÓTIPO

A amostra número 2 (Figura 22) foi pintada dentro do protótipo de uma cabine de pintura e seguindo todos os métodos padrões da empresa, mesmas condições de pressão, pistola de pintura e material utilizado nos dois processos, para que possa sair o mais próximo possível das pinturas em que são feitas no dia a dia da empresa.

Figura 22 - Amostra 2



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Primeiramente foi realizada a limpeza da amostra número 2 com o decapante, conforme mostra a Figura 23 para retirar qualquer oxidação, ferrugens, crostas de laminações, excesso de solda e mancha de óleos/gorduras.

Figura 23 - Amostra 2 após decapagem



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Em seguida foi levada a amostra número 2 para o protótipo e fixada ela no suporte. Com a pistola foi passado o fundo, conforme Figura 24 para que a amostra possa dar uma maior proteção contra ferrugem, eliminar porosidade ou marcas de lixa, aumentar a durabilidade e aderência para dar melhor qualidade e acabamento no próximo processo que é a pintura.

Figura 24 - Amostra 2 após fundo



Fonte: Autoria Própria, 2021.

E para encerrar foi realizada a pintura dentro da estuga de pintura, mostrado na Figura 25, com esmalte sintético, Figura 26.

Figura 25 - Pintura realizada dentro do protótipo



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 26 - Amostra 2 após pintura



Fonte: Autoria Própria, 2021.

3.9 PAYBACK

Para calcular o tempo de retorno do investimento será utilizado os dois métodos de *payback*, o simples e o descontado.

Para realizar o cálculo do *payback* simples será empregado o uso da fórmula a seguir, que foi mencionada no item 2.14.

$$TR = \frac{CT}{LM} \quad (3)$$

Onde TR vai ser o tempo de retorno do investimento, CT é o custo total, que nesse caso é o valor da cabine de pintura, e para fechar LM é o lucro médio,

que será os gastos médios extras em que a empresa teve durante os seis meses de estudo, menos a média de custos de funcionamento da cabine, que é o custo de energia elétrica e o custo de manutenção.

E para realizar o cálculo do *payback* descontado, será empregado o uso da fórmula a seguir, que também foi mencionada no item 2.14.

$$VD = \frac{VF}{(1 + i)^n} \quad (4)$$

Onde VD vai ser o valor descontado a cada ano, VF é o lucro anual, que nesse caso vai ser a média dos gastos extras em que a empresa teve durante os seis meses de estudo, menos a média de custos de funcionamento da cabine, e multiplicado por doze para obter o valor de um ano inteiro desses gastos. O valor de para i é a taxa de desconto na qual é imposta pelo proprietário da empresa, e para finalizar n é o número de períodos, que nesse caso vai ser calculado em ano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 COMPARATIVO ENTRE AS AMOSTRAS

Ao comparar visualmente a olho nu as duas amostras, a banca, composta pelo proprietário da empresa, o pintor e o desenvolvedor do trabalho, fez a avaliação e chegou a conclusão que obteve-se um resultado satisfatório, pois repara-se que na amostra que foi pintada dentro do protótipo teve uma grande queda na incidência de impurezas consolidadas na pintura, fazendo com que isso diminua em grande quantidade gastos extras e retrabalho para concertar.

4.2 ESPECIFICAÇÕES E VALORES DE UMA CABINE

Após reparar a grande diferença entre as pinturas com e sem uma cabine de pintura, foram realizados dois orçamentos de cabine de pintura, com as empresas DMC e a empresa STK, na qual a empresa DMC levou vantagem pelo fato de possuir um preço mais atrativo, que é de R\$ 53.281,00, enquanto o produto da empresa STK tem um custo de R\$ 58.850,00.

A Tabela 1 contém todas as dimensões e a Tabela 2 contém as especificações da cabine de pintura da DMC, em seguida a Tabela 3 mostra qual é o valor do investimento para obter o produto e para finalizar, a Figura 27 temos imagens ilustrativas do produto fornecidos pela DMC. Já a Tabela 4 é as especificações da cabine de pintura da STK, em seguida na Tabela 5 possuímos o investimento para obter o produto da empresa STK e para encerrar na Figura 28 contamos com a demonstração da cabine de pintura da STK.

Tabela 1 - Medidas Cabine de Pintura DMC

Dimensões	Interna	Externa
Comprimento:	6.720 mm	7.000 mm
Largura:	3.900 mm	4.000 mm
Altura:	2.560 mm	3.000 mm

Fonte: DMC, 2020.

Tabela 2 - Especificações Cabine de Pintura DMC

Especificações Cabine de Pintura	
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
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 FREQUÊNCIA
Iluminação:	08 Luminárias de Teto com lâmpadas LED
Estrutura:	Chapa Dupla com Isolamento Térmico e Acústico

Fonte: DMC, 2020.

Tabela 3 - Preço Cabine de Pintura DMC

Qtde	Equipamento	Valor
	Cabine de Pintura DMC Brasil Spray Booths	
	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo VENTO GDS Com Inversor de Frequência • Dimensões Úteis 6.720 x 3.900 x 2.560 mm • Frontal com 3 portas e vidros grandes • 04 Quadros de teto com plenum e filtros 	
01 un.	<ul style="list-style-type: none"> • 02 Quadros de teto falsos • 08 Luminárias com lâmpadas LED • 01 Kit grades com suporte de filtros • 01 Insuflador SC 18/18 – 18.000m³/h • Sistema de Aquecimento com queimador a Diesel • 01 Painel elétrico ABNT • 01 Inversor de Frequência 	R\$ 53.281,80

Fonte: DMC, 2020.

Figura 27 - Imagem Demonstrativa Cabine de Pintura DMC

Fonte: DMC, 2020.

Tabela 4 - Especificações Cabine de Pintura STK

Característica	Cabine de Pintura Automotiva STK SL PLUS
Pressão positiva	Empurra o overspray em direção aos filtros de saída
Comprimento	6.960 mm
Largura	3.960 mm
Altura	2.700 mm
Abertura de portas	3 portas com total: 2.700 mm x 2.700 mm
Estrutura	Painel de chapa duplo zincado
Vazão cúbica instalada	18.000 m ³ /h
Iluminação	8 luminárias a 45° com 4 lâmpadas LED 18 w cada
Aquecimento	Queimador a diesel de 180.000 kcal

Fonte: Adaptado de STK CABINES, 2020

Tabela 5 - Preço Cabine de Pintura STK

Quantidade	Descrição	Valor
1	Cabine de Pintura Automotiva STK SL PLUS	R\$ 58.850,00

Fonte: STK CABINES, 2020.

Figura 28 - Imagem Demonstrativa Cabine de Pintura STK

Fonte: STK CABINES, 2020.

Para manter uma cabine de pintura ela tem um custo médio mensal de R\$ 143,00 reais, sendo R\$ 28,00 uma média de consumo de energia elétrica, e são realizadas duas manutenções preventivas durante um ano, a primeira com 6 meses

e a segunda com 12 meses. A primeira manutenção tem como objetivo principal trocar o filtro inferior, localizado no piso, onde é um filtro classe G3, com o valor de R\$ 480,00 e a segunda manutenção é realizado a troca dos dois filtros que a cabine de pintura contém, o superior que fica localizado no teto e é um filtro classe M5, e o inferior localizado no piso que é um filtro da classe G3, com um custo de R\$ 900,00 (DMC, 2020).

4.3 ANÁLISE DE CUSTOS EXTRAS

Após o proprietário da empresa queixar-se em que estava ocorrendo muito prejuízo com a pintura fez-se um estudo em um período de seis meses, de outubro de 2020 até março de 2021, no qual foram analisados e tabelados todos os gastos extras no setor de pintura, e analisado o motivo destes gastos para que possa ser apresentado uma solução ao proprietário.

A seguir, na Tabela 6, tem-se o registro mês a mês, e a média final.

Tabela 6 - Gastos Extras Mensais

Mês/Ano	Gastos Extras
Outubro 2020	1.800,00
Novembro 2020	2.100,00
Dezembro 2020	1.900,00
Janeiro 2021	1.100,00
Fevereiro 2021	800,00
Março 2021	800,00
Média	1.416,67

Fonte: Autoria Própria, 2021.

4.4 PAYBACK SIMPLES

Com o valor médio dos gastos extras, o valor para adquirir uma cabine de pintura e o valor médio de funcionamento e manutenção da cabine de pintura é possível calcular qual vai ser o tempo para retorno do investimento através do método *payback* simples, usando a fórmula a seguir descrita no item 2.14.

$$TR = \frac{CT}{LM} \quad (5)$$

Onde TR é o tempo de retorno em meses que queremos descobrir, CT é o custo total da cabine de pintura, que tem um valor de 53.281,80 e LM é o lucro médio, que neste caso é a média dos custos extras mensais, que tem um valor de R\$ 1.416,67, menos o custo para manter a cabine em funcionamento, que tem um valor de R\$ 143,00.

Utilizando os valores mencionados no parágrafo anterior, obtive um valor para TR de 41,83, podendo afirmar então que o tempo de retorno estimado é de 41 meses e 25 dias.

O método *payback* simples é muito simples e inconfiável, pelo fato de não considerar o valor do dinheiro no tempo. Para uma maior segurança deve ser calculado o *payback* descontado que vai permitir minimizar os riscos do investimento, fazendo uma projeção longa do desenvolvimento do projeto.

4.5 PAYBACK DESCONTADO

Com o valor médio dos gastos extras, o valor para adquirir uma cabine de pintura, o valor médio de funcionamento e manutenção da cabine de pintura e o taxa de desconto imposta pelo empresário, é possível calcular qual vai ser o tempo para retorno do investimento através do método *payback* descontado, usando a fórmula a seguir descrita no item 2.14.

$$VD = \frac{VF}{(1 + i)^n} \quad (6)$$

Onde VD é o valor descontado em cada ano que se passa, VF é o lucro anual, que neste caso é a media dos custos extras mensais, que tem um valor de R\$ 1.416,67, menos o custo para manter a cabine em funcionamento, que tem um valor de R\$ 143,00, totalizando um valor de R\$ 1.273,67 mensal, multiplicado por 12 para obter o valor anual, que dá um valor de R\$ 15.284,04, e para finalizar temos i e n, onde i é a taxa mínima de atratividade utilizada pelo proprietário, que nesse caso é 10% e n é o número de ano.

Tabela 7 - Payback Descontado

Valor Saída (VF)	Taxa (1 + i)	Período (n)	Valor Descontado (VD)	Valor Restante
R\$ 0	0	0	R\$ 0	R\$ 53.281,80
R\$ 15.284,04	1,1	1	R\$ 13.894,58	R\$ 39.387,22
R\$ 15.284,04	1,1	2	R\$ 12.631,44	R\$ 26.755,78
R\$ 15.284,04	1,1	3	R\$ 11.483,13	R\$ 15.272,65
R\$ 15.284,04	1,1	4	R\$ 10.439,20	R\$ 4.833,45
R\$ 15.284,04	1,1	5	R\$ 9.490,19	R\$ 0

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Utilizando os valores mencionados no parágrafo anterior, conseguimos montar a Tabela 2, podendo notar que no 5º ano já sobrar dinheiro, e para descobrir quantos meses foram exatos para quitar o investimento foi realizada uma regra de 3, onde R\$ 9.490,19 equivale a 365 dias e R\$ 4.833,24 equivale a X, que queremos descobrir. Realizando os cálculos obteve-se um X de 185,90, que é o número de dias necessário para quitar a cabine de pintura depois do 4º ano. Dividindo o valor de X por 30,5 que é a média de dias dentro de um mês, obtivemos um valor de 6,1, ou seja, os 186,90 dias correspondem a seis meses e um dia.

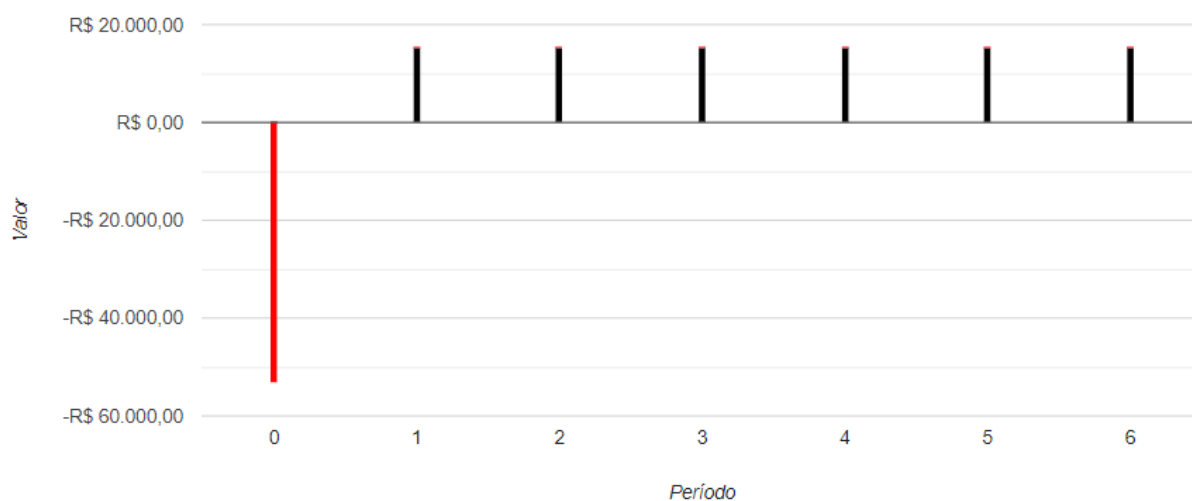
Após realizar todos os cálculos no método *payback* descontado, é possível notar que leva um prazo estimado de 54 meses e 1 dia para o retorno do investimento.

Para efeito de correção, foi utilizado o aplicativo SAVEPI disponibilizado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Pato Branco no qual ao colocar os valores de taxa mínima de atratividade definida pelo proprietário da empresa em 10%, horizonte de planejamento em 6 anos, investimento inicial de R\$ 53.281,80 e fluxo de caixa R\$ 15.284,04 o aplicativo realiza o cálculo automático do tempo de retorno e efetua a análise de riscos do investimento calculado. Colocando ao aplicativo SAVEPI os valores mencionados no parágrafo obtiveram-se os valores da Tabela 8 a seguir, e o diagrama do fluxo de caixa Figura 29, fornecidos pelo sistema, que ao ser comparado com o cálculo executado de forma manual, sucedeu no mesmo resultado do aplicativo SAVEPI.

Tabela 8 - Payback Descontado SAVEPI

Período (j)	Receita Total (RT_j)	Fluxo de Caixa (FC_j)	FC Descapitalizado para a data zero (FCD_j)	Acumulado (FCDA_j)	Payback (min j)
0	-	-53.281,80	-53.281,80	-53.281,80	-
1	15284,04	15284,04	13.894,58	-39.387,22	Ainda não pago
2	15284,04	15284,04	12.631,44	-26.755,78	Ainda não pago
3	15284,04	15284,04	11.483,13	-15.272,65	Ainda não pago
4	15284,04	15284,04	10.439,20	-4.833,45	Ainda não pago
5	15284,04	15284,04	9.490,19	4.656,74	5
6	15284,04	15284,04	8.627,44	13.284,18	6

Fonte: SAVEPI, 2021.

Figura 29 - Diagrama do Fluxo de Caixa

Fonte: SAVEPI, 2021.

O aplicativo SAVEPI fornece uma análise do retorno, riscos, sensibilidades e parecer preliminar conforme o resultado obtido dos valores aplicados, que podemos verificar na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 - Resultado SAVEPI

Dimensão	Análise
Retorno	<p>O Projeto de Investimento (PI) em estudo necessita de um investimento inicial de R\$ 53.281,80. Espera-se que esse investimento retorne/gere/produza R\$ 66.565,98 (VP). Isso implica em um retorno líquido total (VPL) de R\$ 13.284,18 em 6 períodos, equivalente a R\$ 3.050,15 por período (VPLA). Vale ressaltar que esse ganho sempre é o adicional ao oportunizado pelo mercado (TMA). Para esse PI, a cada unidade monetária investida, há a expectativa de retorno de 1,2493. Isso é equivalente a um ganho de 3,78% ao período, além da TMA (10%). O retorno fica melhor expresso pelo índice ROIA/TMA (Souza e Clemente, 2009), cujo valor obtido é de 37,80%. Isso permite classificar o investimento como retorno de grau (ou nível) médio [33,33% a 66,66%], segundo a escala proposta por Lima et al. (2018).</p>
Riscos	<p>No tocante a dimensão riscos, o PI em estudo apresenta retorno do investimento (Payback) em aproximadamente 5 período(s). O índice Payback/N é de 83,33%, ou seja, o PI tem que ser promissor em pelo menos 83,33% da vida estimada para se pagar. Por outro lado, o índice TMA/TIR resultou em 55,16%, representando a razão entre o percentual oferecido pelo mercado e o rendimento máximo esperado pelo PI. Isso permite categorizar o investimento como risco de nível/grau médio [33,33% a 66,66%], segundo a escala proposta por Lima et al. (2018).</p>
Sensibilidades	<p>Para o PI em estudo, a TMA admite uma variação máxima de 81,29% antes de torná-lo economicamente inviável, sendo o valor-limite igual a 18,13% (TIR). Por outro lado, o investimento inicial (FC0) suporta um acréscimo de até 24,93%, sendo o valor-limite igual a R\$ 66.565,98 (VP). Já o Fluxo de Caixa (FC) permite uma redução máxima 19,96%, sendo o valor-limite igual a R\$ 12.233,89. Esses valores melhoram a percepção dos riscos associados à implantação do PI em estudo. Além disso, esses valores podem ser utilizados nas etapas/fases de monitoramento e controle do projeto, se o PI for aprovado e implantado.</p>
Parecer Preliminar	<p>Com base nos dados fornecidos pelo usuário, nos resultados apresentados e na análise da expectativa do retorno, das estimativas de riscos envolvidos, dos limites de elasticidade das principais variáveis intervenientes no desempenho econômico do PI, do confronto entre retorno e riscos e do espectro de validade da decisão, recomenda-se utilizar a Simulação de Monte Carlo para verificar a implementação do PI em estudo. Além disso, sinaliza-se uma especial atenção no processo de monitoramento e controle do projeto para a variável Fluxo de Caixa (FCj) que se apresenta como a mais sensível para a manutenção da viabilidade econômica do PI em estudo.</p>

4.6 VISITA TÉCNICA

Após o proprietário ter feito a escolha do modelo e marca da cabine de pintura, foi conseguido encontrar uma empresa na qual possuía a mesma cabine de pintura, conforme a Figura 30 e Figura 31. Essa empresa é uma concessionária de carros novos e esta localizada em Pato Branco – Pr, a qual esteve de portas abertas mostrando todos os detalhes da sua cabine de pintura, o funcionamento dela, e inclusive o pintor realizou uma pintura demonstrativa, conforme Figura 32, para que fosse possível perceber a cabine de pintura em seu devido funcionamento.

Figura 30 - Imagens Visita Técnica



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 31 - Cabine de Pintura Visita Técnica



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 32 - Pintura Realizada na Cabine de Pintura



Fonte: Autoria Própria, 2021.

5 CONCLUSÕES

Esse trabalho teve como propósito principal de avaliar a diferença entre pintura realizada com e sem cabine de pintura, e qual o tempo de retorno do investimento de uma cabine de pintura para uma empresa metalúrgica de pequeno porte.

Foram fabricadas duas amostras o mais semelhante possível para fins de comparação na porcentagem de impurezas que se solidificam junto a superfície de tinta, com uma única diferença na produção das amostras, o local onde foi realizado a pintura.

A amostra número 1 foi pintada no local atual onde a empresa executa as pinturas de todos os seus materiais produzidos. Já na amostra número 2 foi executada a pintura dentro de um protótipo de cabine de pintura, no qual segue os padrões de uma cabine em escala reduzida.

Com as amostras produzidas e comparadas o próximo passo foi escolher qual a cabine de pintura atendia as exigências da empresa, realizando-se cotações para conseguir o melhor preço possível.

Para que fosse possível calcular o *payback*, tempo de retorno do investimento, realizou-se um acompanhamento na empresa durante 6 meses com o intuito de anotar quais foram os gastos extras que a empresa teve com o setor de pintura pelo fato de não possui uma cabine de pintura apropriada.

Com o método do *payback* simples, obteve-se o resultado em que a empresa vai ter uma despesa fixa de R\$1.273,67 reais por mês durante um período de 41 meses e 25 dias para adquirir a cabine de pintura selecionada. E com o método do *payback* descontado, obteve-se um resultado no qual a empresa vai demorar 54 meses e 1 dia para o retorno do investimento, tendo a mesma despesa fica de R\$1.273,67 reais por mês.

Considerando o fluxo de vendas da empresa, a grande melhora no acabamento final dos materiais produzidos, trazendo uma melhor competitividade no mercado e maior confiabilidade dos possíveis clientes, é um investimento no qual é vantajoso ser feito, e a tendência é que seja mais breve o retorno, pois não foi considerado um aumento no número de vendas, que com um melhor acabamento na pintura tende a crescer.

A visita técnica teve grande importância no fechamento do trabalho, pois o proprietário da empresa pode ter o contato com uma cabine de pintura igual a que ele escolheu, e conversar com o pintor no qual mostrou na prática como funciona o deslocamento do excesso de tinta, e pode mostrar a qualidade da pintura em que é realizada com a ajuda da cabine de pintura.

REFERÊNCIAS

ACGIH, Industrial Ventilation Committee. Industrial Ventilation A Manual of Recommended Practice for Design. 23^a Ed. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®), 1998.

ARPREX, Mogi das Cruzes. Pistola de pintura. 2021. Disponível em: <https://www.arprex.com.br/?pg=produtos_detalhes&codprod=339&produto=Milenium+HVLP>. Acesso em: 18 julho 2021.

ASHRAE, ASHRAE Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications, 2015.

ACCIINSTALAÇÕES DE PINTURA INDUSTRIAL, São Paulo. Cabine de pintura automotiva. 2019. Disponível em: <<http://www.acciindustrial.com.br/cabine-pinturaautomotiva>>. Acesso em: 15 agosto 2019.

BLASCOR, Santa Terezinha De Itaipu. Linha Industrial. 2021. Disponível em: <<http://blascor.com/linha/linha-industrial>>. Acesso em: 18 julho 2021.

COSTA, E. C.; Ventilação. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

CLEZAR, C. A.; NOGUEIRA, A. C. R. Ventilação Industrial 1^a Ed..Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

DMCBARSIL, Pinhais. Cabine de pintura. 2019. Disponível em: <<http://dmcbrazil.com.br/cabine-de-pintura/>>. Acesso em: 17 Agosto 2019.

DILETA, São Paulo. Decapagem Química. 2021. Disponível em: <<https://www.dileta.com.br/decapagem-quimica>>. Acesso em: 23 julho 2021.

FRANÇA, F. de A. Ventiladores: Conceitos Gerais, Classificação, Curvas Características Típicas e Leis dos Ventiladores. FEM / UNICAMP, 1999. Disponível em: <www.fem.unicamp.br/~em712/sisflu09>. Apostila do curso EM 712 - Sistemas Fluidomecânicos, da FEMUnicamp.

GUIA TRABALHISTA, São Paulo. Epi. 2018. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/epi.htm>> Acesso em: 27 jul. 2021.

GITMAN, L.; MADURA, J. Administração financeira: uma abordagem gerencial. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

INOVENT, São Paulo. Cabine de pintura automotiva. 2019. Disponível em: <<https://www.inoventbrasil.com.br/cabine-de-pintura-automotiva>>. Acesso em 20 junho 2019.

LACERDA, Alex, Uma porta antes da porta. Revista Art e Studio. Disponível em: <https://www.revistaaae.com.br/materia/uma-porta-antes-da-porta--portao.html>. Acesso em: 21 julho 2021.

LIMA, E. C. P. de; VIANA, J. C.; LEVINO, N. de A.; MOTA, C. M. de M. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 4., Niterói, 2008.

LIMA, J. D. de; SCHEITT, L. C.; BOSCHI, T. de F.; SILVA, N. J. da; MEIRA, A. A. de; DIAS, G. H. Propostas de ajuste no cálculo do payback de projetos de investimentos financiados. Custos e @gronegocio online, Recife, 2013.

MACIEL, E. de A.; ZDANOWICZ, J. E. A viabilidade econômica e financeira do sistema de compra coletiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, 2013. Salvador: ENEGEP, 2013.

MESQUITA, A.L.S.; GUIMARÃES, F.A.; NEFUSSI, N.. Engenharia de Ventilação industrial. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

PIERO, Eduardo Paulo Filho Di, Avaliação de projeto de investimento em ultrasonografia ocular: Método do “payback” descontado. UNIFESP, 2004.

PIEROZAN, Leonardo. Estabilização de Processos: Um estudo de caso no setor de pintura automotiva. Porto Alegre, 2001.

SAVEPI, Pato Branco. Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento. Disponível em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi/index.php>>. Acesso em: 21 agosto 2021.

SILVA, Mauri Luiz da. Luz Lâmpadas e Iluminação. 3a ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2004.

TECH-AIR, São Paulo. Cabine de pintura. 2019. Disponível em: <<http://www.techair.com.br/cabines-de-pintura/>>. Acesso em: 15 setembro 2019.

WEISE, A. D. Engenharia econômica: polígrafo disciplina engenharia econômica. Santa Maria: Pós-graduação em Engenharia Produção, 2013.